

Onderzoeksprogramma Kennis voor Klimaat

Hotspot Droge Rurale gebieden

Bouwstenen voor
duurzame klimaatadaptatie
in hoog Nederland

KvK rapport nummer: KvK 140/2014
ISBN/EAN: 978-94-92100-08-5

Dit onderzoeksproject (HSDR3.8) werd uitgevoerd in het kader van het Nationaal Onderzoeksprogramma Kennis voor Klimaat (www.kennisvoorklimaat.nl). Dit onderzoeksprogramma wordt medegefinancierd door het Ministerie van Infrastructuur en Milieu. Het presenteert de resultaten van de 'Hotspot Droge Rurale gebieden' (HSDR). Deze publicatie is bedoeld om de kennis en inzichten die de afgelopen jaren binnen het onderzoekprogramma zijn opgebouwd toegankelijk te maken voor bestuurders en beleidsmakers van overheden en maatschappelijke partijen in hoog Nederland.

Copyright © 2014

Nationaal Onderzoeksprogramma Kennis voor Klimaat (KvK). Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden vermenigvuldigd, in geautomatiseerde bestanden opgeslagen en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm, geluidsband of op welke andere wijze ook, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van het Nationaal Onderzoeksprogramma Kennis voor Klimaat. In overeenstemming met artikel 15a van het Nederlandse auteursrecht is het toegestaan delen van deze publicatie te citeren, daarbij gebruik makend van een duidelijke referentie naar deze publicatie.

Aansprakelijkheid

Hoewel uiterste zorg is besteed aan de inhoud van deze publicatie aanvaarden de Stichting Kennis voor Klimaat, de leden van deze organisatie, de auteurs van deze publicatie en hun organisaties, noch de samenstellers enige aansprakelijkheid voor onvolledigheid, onjuistheid of de gevolgen daarvan. Gebruik van de inhoud van deze publicatie is voor de verantwoordelijkheid van de gebruiker.

Bij het schrijven van dit document is gebruik gemaakt van (praktijk)onderzoek dat binnen verschillende onderzoeksthema's en in het kader van de hotspot Droge Rurale gebieden van Kennis voor Klimaat is uitgevoerd, van aanpalend klimaatonderzoek en van de kennis die is ontwikkeld binnen het Deltaprogramma en de regionale programma's Deltaplan Hoge Zandgronden (DHZ) en Zoetwatervoorziening Oost Nederland (ZON). Daarnaast zijn gesprekken gevoerd met onderzoekers, beleidsmakers en vertegenwoordigers van maatschappelijke partijen. De tussenresultaten daarvan zijn tijdens een werkbijeenkomst besproken en aangescherpt. Bijlage 1 geeft een overzicht van de personen die op deze manier een bijdrage aan deze publicatie hebben geleverd. Wij zijn hen hier bijzonder erkentelijk voor. Voor de uiteindelijke tekst is de auteur verantwoordelijk.



Bouwstenen voor duurzame klimaatadaptatie in hoog Nederland

Hans Bleumink | Overland



Foto's

Aa en Maas • p. 25; 52; 67; 74
Anneke Hymmen • p. 7; 17; 47
Bastiaan van Zuidam • p. 29
Beeldbank Brabant • Cover, p. 34; 37; 42; 54; 76
Consortium CARE • p. 32
E. Dronkert • p. 81
Erwin Christis • p. 49
Flickr • p. 63
istock • p. 13; 20; 27; 51
Klimaat Adaptatie Services • p. 61; 78
Landgoed Het Lankheet • p. 57; 60
Martin de Jongh • p. 41
Noor van Mierlo • p. 43

Hans Bleumink | Overland, Boxtel
www.overland.nl





Inhoud

Samenvatting.....	7
1 Klimaat op de agenda	13
Deel 1 Klimaatverandering in perspectief	17
1 De hoge zandgronden	18
2 Klimaatverandering	20
3 Kansen en kwetsbaarheden voor de hoge zandgronden	23
Deel 2 Bouwstenen voor klimaatadaptatie	43
1 Inleiding	44
2 Klimaatrobuust watersysteem	46
3 Ecologische veerkracht	48
4 Vitale land- en tuinbouw	50
5 Verbonden stad en land	54
Deel 3 Handelingsperspectieven	57
1 Inleiding	58
2 Regionaal ontwerp: naar een gezamenlijke toekomstvisie	58
3 Ruimtelijke ordening: functies op de juiste plek	62
4 Van versnipperd grondwaterbeleid naar gezamenlijk voorraadbeheer	68
5 Investeren in nieuwe samenwerkingsvormen	73
6 Onderzoek en beleid	78
Literatuur en bronnen	81
Bijlage	
1. Interviews en bijeenkomsten	86





Samenvatting



Hoog Nederland is een bijzonder aantrekkelijke economische regio: kennisintensief, creatief en met een internationaal hoog gewaardeerd vestigingsklimaat. De land- en tuinbouw en het daaraan gelieerde agrocomplex behoren tot de meest innovatieve en concurrerende ter wereld. De regio beschikt over aantrekkelijke natuurgebieden op een steenworp afstand van de stad.

Hoog Nederland staat de komende decennia voor de opgave om die gezonde, sterke en economisch vitale regio te blijven. Het inspelen op klimaatverandering hoort daarbij.

In deze studie zijn de gevolgen van klimaatverandering voor de hoge zandgronden in beeld gebracht, én de mogelijkheden om daarop in te spelen. Door te zoeken naar slimme meekoppelkansen hoeft klimaatadaptatie niet duur te zijn. Nu investeren in klimaatadaptatie – en letterlijk handelingsruimte open laten – kan dure maatregelen in de toekomst voorkomen.

Kennis voor Klimaat: de Hotspot Droge Rurale gebieden

De afgelopen jaren is binnen het onderzoeksprogramma Kennis voor Klimaat kennis ontwikkeld over klimaatverandering en -adaptatie. Binnen de 'Hotspot Droge Rurale gebieden' (HSDR) is die kennis bijeengebracht voor de hoge zandgronden. Overheden, maatschappelijke partijen en onderzoekers hebben daarin nauw samengewerkt. Ook is inhoudelijke afstemming gezocht met kennis uit het Delta-plan Hoge Zandgronden (DHZ) en Zoetwatervoorziening Oost Nederland (ZON), die deel uitmaken van het Deelprogramma Zoetwater van het Nationale Deltaprogramma. Hierin werken waterschappen, provincies, gemeenten en maatschappelijke partijen samen. Waar DHZ en ZON vooral focussen op zoetwatervoorziening, beschouwt deze studie klimaatadaptatie vanuit een breder perspectief. Dit document brengt de meest recente wetenschappelijke inzichten over klimaatverandering op de hoge zandgronden in beeld en schetst op basis daarvan bouwstenen voor duurzame klimaatadaptatie.

1. Klimaatverandering op de agenda

Het klimaat verandert. Nu al. De afgelopen honderd jaar is de gemiddelde temperatuur in Nederland zo'n 1,7°C gestegen, en sinds 1950 is het aantal jaarlijkse zomerse dagen met bijna 20 toegenomen. De afgelopen eeuw is het ook flink meer gaan regenen, vooral in het winterhalfjaar. Het aantal piekbuien nam toe.

Nu al hebben we te maken met grotere weers-extremen. Die trend zet door. Dat kan ingrijpende gevolgen hebben. Zomerse piekbuien zetten nu al hele woonwijken onder water, maar wat gebeurt er als de neerslagintensiteit de komende decennia nog aanzienlijk toeneemt? Natuurbranden lijken vooralsnog beheersbaar, maar is dat op termijn ook zo? Nu al hebben we in droge zomers te maken met sterk verlaagde grondwaterstanden, verdrogende natuurgebieden en droogteschade voor de landbouw. Maar wat betekent het als het 's zomers nog droger wordt en de watervraag nog stijgt?

Kansen

Juist voor hoog Nederland lijkt klimaatverandering gunstig uit te kunnen pakken, zeker in (inter)nationaal perspectief. Anders dan laag Nederland krijgt hoog Nederland niet te maken met fors hogere veiligheidsrisico's die het gevolg zijn van zeespiegelstijging en extreme rivierafvoeren, terwijl het wel kan profiteren van de mainportfunctie van ons land.

Doordat de bodem in hoog Nederland bestaat uit diepe zandpakketten vormt de ondergrond – anders dan in laag Nederland en op veel andere plekken in West Europa – een groot (strategisch) zoetwaterreservoir, waarvan we de potenties nog beter kunnen benutten.

Tot slot lijkt Nederland in een gunstiger klimaatzone terecht te komen – met mediterrane trekken – terwijl het in Oost- en Zuid Europa relatief heter en droger wordt. Die ontwikkeling is biedt kansen voor bijvoorbeeld landbouw en recreatie en is ook letterlijke gunstig voor het vestigings- en woonklimaat.



Kwetsbaarheden

Tegenover deze kansen staan ook opgaven. Het gaat daarbij niet zozeer om geheel nieuwe opgaven, maar vooral om de verscherping van al bestaande kwetsbaarheden. Economische ontwikkelingen – die bijvoorbeeld leiden tot een toenemende watervraag of intensiever grondgebruik - kunnen die kwetsbaarheden versterken. Concreet gaat het om:

1. **Toenemende wateroverlast en natschade.** In alle klimaatscenario's wordt het 's winters (en in het voor- en najaar) natter. 's Zomers zijn er meer piekbuien. Dit leidt tot extra wateroverlast in stedelijke gebieden en tot extra natschade in de land- en tuinbouw. Dit vraagt in alle scenario's om extra ruimte voor de opvang van water.
2. **Toenemende droogte en zoetwatertekorten,** met name in de drogere klimaatscenario's en/of bij een sterk stijgende watervraag. Ook nu al leiden watertekorten in drogere jaren tot aanzienlijke (droogte)schade in de landbouw en tot verdroging van natuurgebieden.
3. **Stedelijk leefklimaat onder druk.** In alle klimaatscenario's krijgen steden te maken met een toenemende kans op hittestress en zomersmog, problemen met de oppervlaktewaterkwaliteit en wateroverlast, zowel 's winters als 's zomers. Slimme multifunctionele ruimtelijke inrichtingsmaatregelen kunnen deze problemen vaak in samenhang oplossen;
4. **Ruimtelijke samenhang natuur onvoldoende.** In alle scenario's krijgt de natuur te maken met verschuivende klimaatzones, en in de drogere scenario's ook met toenemende watertekorten. Om de effecten daarvan op te vangen zijn meer robuuste en samenhangende natuurgebieden nodig, waar ruimte is voor natuurlijke processen. Dat vraagt om meer ruimte dan nu in de Ecologische Hoofdstructuur is voorzien. Daarnaast vraagt klimaatverandering ook om bijstelling van de natuurdoelen; die zijn nu te statisch geformuleerd.
5. **Waterkwaliteit onder druk.** Veel beken en waterlopen op de hoge zandgronden voldoen nog niet aan de ecologische kwaliteitsdoelstellingen uit de Kaderrichtlijn Water (KRW). Klimaatverandering leidt ook nu al tot extra belasting van het watersysteem; dat neemt bij verdere klimaatverandering toe. Daardoor wordt het

'gat' tussen de gewenste en de verwachte ecologische toestand van wateren groter, waardoor er al vóór 2027 extra maatregelen nodig zijn, bovenop de al geplande maatregelen in de huidige generatie stroomgebiedbeheerplannen.

6. **Verhoogd risico op natuurbranden.** Vooral in droge klimaatscenario's neemt het risico op (onbeheersbare) natuurbranden toe. De belangrijkste risicogebieden liggen op de droge zandgronden. Naast het investeren in waarschuwingssystemen, kan het risico op natuurbranden ook verminderd worden door ruimtelijke maatregelen, zoals de aanleg van corridors.

Klimaatverandering kan voor de hoge zandgronden ook risico's op het gebied van menselijke en dierlijke gezondheid met zich meebrengen. Door de hoge veedichtheden in de intensieve veehouderij zijn de hoge zandgronden hier relatief kwetsbaar voor. De aanpak vraagt met name om nauwere internationale samenwerking en goede (internationale) signalerings- en monitoringssystemen, en minder om (ruimtelijke) maatregelen op regionaal niveau. In de Nationale Adaptatie Strategie van 2016 en op Europees niveau zal hieraan aandacht worden besteed.

2. Bouwstenen voor een integrale ruimtelijke klimaatstrategie

De afgelopen jaren hebben waterschappen, provincies, gemeenten en maatschappelijke partijen – ondermeer binnen het Deltaplan Hoge Zandgronden (DHZ) en Zoetwatervoorziening Oost Nederland (ZON) - effectieve en veelbelovende maatregelen ontwikkeld om hoog Nederland minder kwetsbaar te maken voor de gevolgen van klimaatverandering, met name op het gebied van droogte. De kunst van klimaatadaptatie is om die maatregelen op regionaal niveau met elkaar te verbinden tot een samenhangend programma. Juist op het concrete regionale en lokale niveau liggen uitgelezen mogelijkheden om klimaatadaptatie te koppelen aan de bestaande ambities en

(ruimtelijke) plannen van overheden, maatschappelijke partijen, ondernemers en burgers.

Naast de ontwikkeling van innovatieve technieken die bewoners en ondernemers zélf kunnen toepassen – zoals waterzuivering en -hergebruik, precisielandbouw, groene daken of realtime managementsystemen – vraagt klimaatadaptatie ook om een samenhangende ruimtelijke adaptatiestrategie. Deze studie reikt daarvoor vier samenhangende bouwstenen aan. Het beekdal is daarin de basiseenheid. Omdat hoog Nederland geen homogene regio is, zal iedere regio zelf zijn antwoorden moeten vinden, voortbouwend op de eigen kwaliteiten, identiteiten en ambities. De vier ruimtelijke bouwstenen kunnen daarbij dienen als inspiratiebron.

a. Klimaatrobuust watersysteem: water als ordenend principe

De belangrijkste kwetsbaarheid voor de hoge zandgronden is het functioneren van het regionale watersysteem, dat bij klimaatverandering te maken krijgt met extremere droogte- én extreme neerslagperiodes. Die kwetsbaarheid wordt voor een belangrijk deel veroorzaakt door de huidige ruimtelijke inrichting en door de maatregelen die in het verleden zijn genomen om de waterhuishouding te optimaliseren. Steeds breder wordt erkend dat (natuurlijke) beeksystemen karakteristiek zijn voor de hoge zandgronden en een sleutelrol spelen bij geïntegreerde regionale klimaatadaptatie. Een (grensoverschrijdende) beekdalbrede inrichting kan niet alleen bijdragen aan waterkwaliteit, waterberging en natuurontwikkeling – zoals nu al vaak gebeurt – maar ook aan het vasthouden van water. Beekdalbrede inrichting vraagt (op termijn) soms ook om aanpassing van grondgebruik en/of van wateroverlastnormen.

b. Ecologische veerkracht: natuur als kans

Voor klimaatbestendige natuur zijn meer robuuste natuurgebieden nodig, die beter op elkaar zijn aangesloten. Beekdalen kunnen daarin een sleutelrol spelen. Dat vraagt om extra ruimte, die nu niet altijd is voorzien. Maar door natuur als 'oplossing' te zien, en natuurontwikkeling flexibel toe te passen, kan nieuwe natuur ook bijdragen aan een robuuster watersysteem dat oplossingen biedt voor opgaven in het stedelijke en agrarische waterbeheer en voor bijvoorbeeld de drinkwater-

winning. Dat vraagt om een omslag in het denken over natuurbeheer en natuurontwikkeling: natuur als kans. Op verschillende plekken wordt al ervaring opgedaan met die meer ontwikkelingsgerichte benadering – bijvoorbeeld in klimaatbuffers en bij drinkwaterwinning in natuurgebieden.

c. Vitale land- en tuinbouw: naar een nieuw evenwicht

Op de hoge zandgronden blijft de landbouw een economische factor van betekenis. Door technologische innovaties en nieuwe samenwerkingsverbanden – bijvoorbeeld met industrieën of drinkwaterbedrijven – kan de sector naar verwachting goed inspelen op klimaatverandering. Zo kunnen nieuwe productiesystemen ontstaan waarbij meer oog is voor (regionale) kringlopen, duurzame voedselproductie en een efficiënter (her)gebruik van grondstoffen, energie en water. Dergelijke ontwikkelingen tekenen zich nu al af, zoals in de samenwerking tussen een bierbrouwer en boeren. Daarnaast betekent klimaatverandering op verschillende plekken dat het agrarisch grondgebruik meer moet worden afgestemd op het natuurlijke watersysteem: 'functie volgt peil' in vakjargon. Gronden in beekdalen zullen bijvoorbeeld vaak natter worden of te maken krijgen met inundaties. Voor de agrarische sector als geheel leidt zo'n aanpak op termijn tot waterwinst; voor individuele bedrijven kan zo'n aanpak ingrijpende gevolgen hebben. Maar door een heldere lange termijnvisie en een combinatie van maatregelen – zoals grond-aankoop, kavelruil en managementmaatregelen – kunnen bedrijven de tijd krijgen om daarop in te spelen.

d. Verbonden stad en land: klimaatadaptatie als kans voor een aantrekkelijk woon- en vestigingsklimaat

De traditionele scheiding tussen stad en platteland – zowel mentaal als fysiek – wordt steeds minder scherp, maar bestaande water- en natuurprojecten zijn vaak nog gebaseerd op die oude (bestuurlijke) scheiding. De afgelopen jaren is steeds duidelijker geworden dat stad en platteland elkaar voor succesvolle klimaatadaptatie nodig hebben en kunnen versterken, bijvoorbeeld in het agrarisch hergebruik van (gezuiverd) stedelijke afvalwater. Gericht investeren in groene stedelijke corridors – bijvoorbeeld in het kader van de



herstructurering van een naoorlogse wijk – kan ook extra ruimte voor klimaatrobuuste natuur, waterberging en voorraadbeheer opleveren en bijdragen aan toerisme en een aantrekkelijker woon- en vestigingsklimaat.

3. Agenda voor de toekomst: vijf handelingsperspectieven

Klimaatadaptatie is in de eerste plaats de optelsom van initiatieven en maatregelen die ondernemers, burgers, maatschappelijke partijen en terreinbeheerders zelf nemen. Maar om doelgericht toe te kunnen werken naar een klimaatrobuuste inrichting zijn ook grootschaliger investeringen, systeemveranderingen en fundamentele keuzes nodig. Dat vraagt om zorgvuldige afwegingen en betrokkenheid van alle relevante spelers – en daarmee om tijd. Daarom is het zaak nu al te beginnen met de uitwerking van een toekomstagenda. De invulling daarvan bepaalt mede de kaders waarbinnen ondernemers en maatschappelijke partijen straks kunnen werken aan de klimaatrobuuste inrichting van de hoge zandgronden.

Provincies, waterschappen, gemeenten en rijk spelen een belangrijke rol bij de uitwerking van die klimaatagenda. Voor de komende tien tot vijftien jaar staan vijf samenhangende handelingsperspectieven op de agenda.

a. Regionaal ontwerp: naar een gezamenlijke toekomstvisie

Klimaatadaptatie is meer dan de optelsom van individuele maatregelen; maatregelen moeten immers niet alleen gericht zijn op het oplossen van een lokaal of individueel probleem, maar ook op het beter laten functioneren van het (water) systeem als geheel. Klimaatadaptatie vraagt om ruimtelijke keuzes op regionaal niveau: waar zetten we in op vitale landbouw, waar moeten we de watervoorraad vergroten en de grondwaterstand verhogen, en waar zijn bepaalde technische maatregelen het meest effectief?

Op het gebied van waterbeheer en klimaatverandering zijn de afgelopen jaren succesvolle initiatieven ontwikkeld rond regionaal ontwerp en ontwerp onderzoek – geen in beton gegoten blauwdrukken, maar visies die richtinggevend zijn

bij de ruimtelijke inrichting van het gebied. Een ontwerpende aanpak kan helpen om creatief na te denken over de toekomst, nieuwe mogelijkheden te verkennen, toekomstscenario's te verbeelden, opgaven aan kwaliteiten te koppelen en ondernemers, overheden en burgers met elkaar te laten samenwerken.

b. Ruimtelijke ordening: functies op de juiste plek

Om een ruimtelijke visie daadwerkelijk te realiseren is – naast bijvoorbeeld samenwerking en geld – vaak ook extra ruimte en sturing in het grondgebruik nodig. Dat vraagt om helder toekomstkeuzes, het juiste instrumentarium én bestuurlijke moed. Een eerste belangrijke stap kan al gezet worden door bestaande plannen (voor bijvoorbeeld natuurontwikkeling, beekherstel of verdrogingsbestrijding) ook daadwerkelijk – en liefst wat ruimer – uit te voeren. Ook blijft het belangrijk dat provincies ruimte houden voor actief grondbeleid. Daarnaast kunnen provincies en waterschappen (meer) ruimte bieden voor een gebiedsaanpak waarbij de (water- en klimaat)doelen centraal staan en de grondgebruikers ruimte krijgen om die doelen te bereiken, ondersteund door een slimme mix van ontwikkelingsgericht (ruimtelijk) instrumentarium. Via het uit te werken Deltaconcept 'voorzieningenniveau', kunnen ook afspraken gemaakt worden over ontwatering en natschade. De huidige situatie kan daarbij als referentie worden gehanteerd. Ondernemers zijn vrij om desondanks hun bedrijf naar eigen inzicht te ontwikkelen, maar het risico op (extra) nat- of droogteschade is dan voor de agrariër.

c. Van versnipperd grondwaterbeleid naar gezamenlijk voorraadbeheer

Het huidige beleid voor het beheer van grondwater op de hoge zandgronden is onvoldoende toegesneden op de toekomstige uitdagingen van klimaatverandering. In technisch opzicht is (veel) winst te halen in het (actief) beheer van de strategische grondwatervoorraden, maar in de praktijk worden dergelijke kansen nog onvoldoende benut. In verschillende adviezen zijn de contouren van een nieuwe aanpak geschetst. In de eerste plaats is een 'nieuwe taal' nodig voor het (grond) waterbeheer, waarin het besef centraal staat dat het om strategisch voorraadbeheer gaat. Schoon

en voldoende grondwater moet niet zozeer gezien worden als technisch (milieu)probleem, maar veel meer als het 'blauwe goud' van de toekomst. In de tweede plaats wordt een goede ruimtelijke bescherming van de strategische grondwatervoorraden steeds belangrijker, omdat er steeds meer activiteiten plaatsvinden in de ondergrond.

Daarnaast zijn er prikkels nodig voor zuinig watergebruik en hergebruik, die ook in de land- en tuinbouw vragen om bemetering en beprijzing. Tot slot kan overwogen worden om in navolging van verschillende andere westerse landen te zoeken naar nieuwe manieren van waterallocatie. De vraag over de verdeling van schaars (grond)water is niet alleen een technisch en juridisch debat over efficiëntie, maar ook een publiek debat over de billijkheid en rechtvaardigheid van het gebruik van een schaars collectief goed.

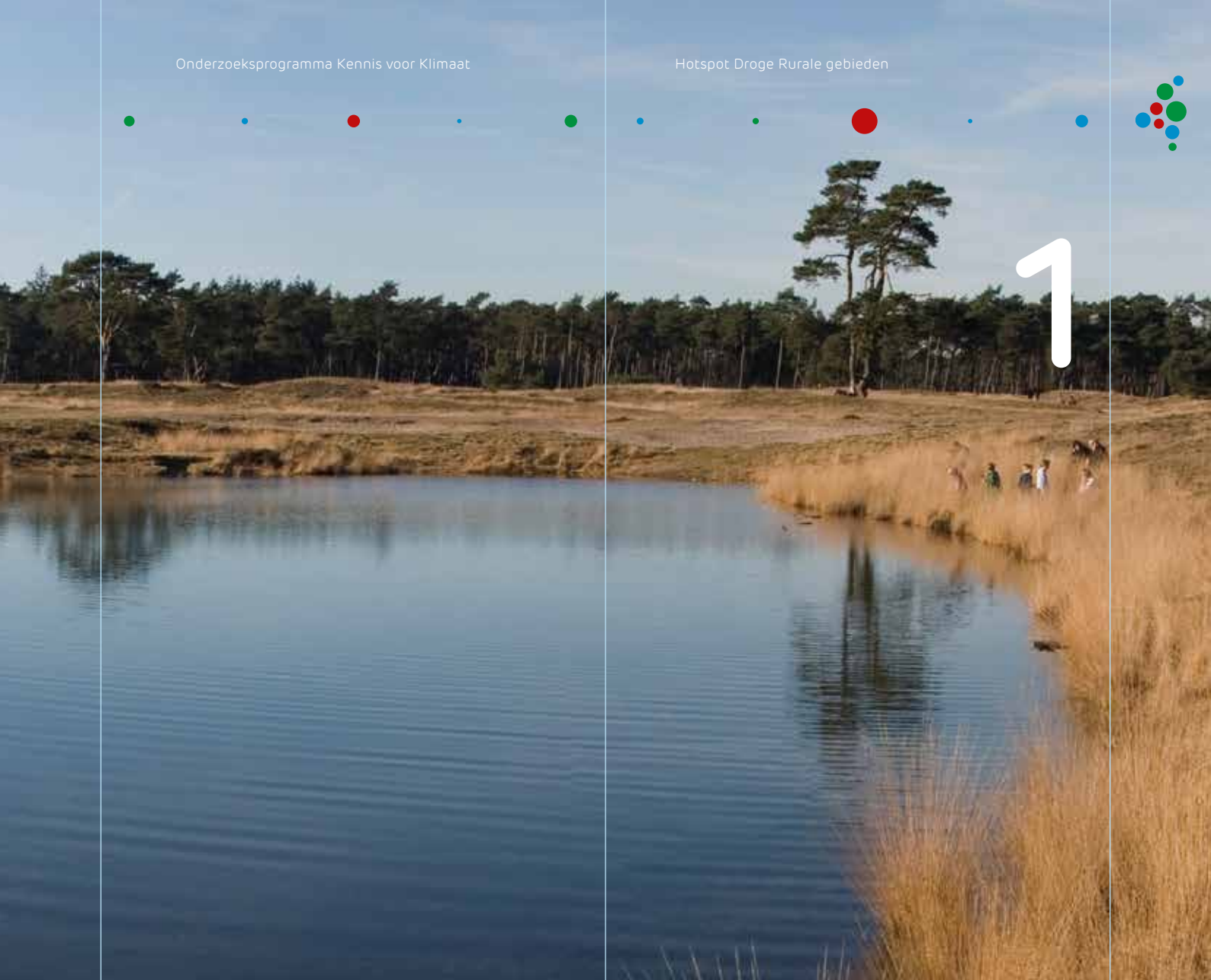
d. Investeren in nieuwe samenwerkingsvormen

Klimaatadaptatie vindt plaats doordat individuele ondernemers, terreineigenaren en bewoners (klimaat)kansen benutten en inspelen op (klimaat)veranderingen. Samenwerking wordt daarbij steeds belangrijker. Juist op het gebied van water – dat zich niet aan perceelsgrenzen houdt – ligt gebiedsgerichte samenwerking voor de hand. Geen enkele partij is in staat maatregelen alleen te nemen. De afgelopen jaren zijn op verschillende plekken nieuwe (collectieve) klimaatinitiatieven en arrangementen ontstaan. Dergelijke initiatieven zijn kansrijk, maar vragen wel om een nieuwe manier van werken, zowel van overheden als van ondernemers. Het opbouwen van vertrouwen, het delen van informatie en gezamenlijke monitoring en sturing zijn hierbij van groot belang. Van ondernemers vraagt het een meer zelfstandige, proactieve rol. Van overheden vraagt het om het zoeken naar een nieuwe balans tussen 'vasthouden en loslaten'. Eenzijdig redeneren vanuit regelgeving biedt te weinig kansen. Provincies en waterschappen spelen een belangrijke rol in het faciliteren van klimaatadaptatie, mede door lokaal en regionaal leiderschap te ondersteunen. Alleen als er onvoldoende dynamiek en innovatie is, kan de provincie zorgen voor continuïteit in planvorming en uitvoering, met name door partijen bij elkaar te brengen.

e. Onderzoek en beleid

Kennisontwikkeling en innovaties blijven belangrijk voor klimaatadaptatie. Overheden blijven daarin een belangrijke rol spelen. Nu het Deltaprogramma en verschillende regio's een (zoetwater) strategie hebben geformuleerd, verschuift de onderzoeksagenda van agendasetting en beleidsontwikkeling naar daadwerkelijke implementatie van adaptatiemaatregelen en de (gezamenlijke) monitoring daarvan.

Binnen Kennis voor Klimaat en in de regionale planvormingsprocessen van DHZ en ZON hebben wetenschappers, beleidsmakers en betrokkenen de afgelopen jaren veelvuldig samengewerkt. Dat heeft ervoor gezorgd dat veel nieuwe (praktijk) kennis benut kon worden voor beleidsontwikkeling. Voor de uitvoering van een effectief en innovierend klimaatadaptatiebeleid blijft die samenwerking tussen beleidsmakers, wetenschappers en betrokkenen ook in de toekomst van groot belang.



Klimaat op de agenda



Hoog Nederland – grofweg het gebied dat niet onder water loopt als je de dijken in Nederland zou doorsteken – is een bijzonder aantrekkelijke economische regio. Nationaal en internationaal heeft het ijzersterke troeven in handen. Brainport Eindhoven en de Kennispark Twente behoren tot de meest kennisintensieve en creatieve regio's in Europa, met een internationaal hoog gewaardeerd vestigingsklimaat – niet in de laatste plaats doordat de regio's beschikken over aantrekkelijke landschappen en natuurgebieden op een steenworp afstand van de stad. De land- en tuinbouw op de hoge zandgronden - en het daaraan gelieerde agrocomplex van onderzoek, onderwijs, toelevering, verwerking en distributie - behoort tot de meest innovatieve en concurrerende ter wereld, met toonaangevende centra als Greenport Venlo en Food Valley Wageningen.

Hoog Nederland staat de komende eeuw voor de opgave om die gezonde, sterke en economisch vitale regio te blijven. Ook het inspelen op klimaatverandering hoort daarbij. Nu al hebben we te maken met nattere winters en meer zomerse piekbuien, die soms hele wijken onder water zetten. Zelfs als het klimaat maar weinig verandert, krijgen we te maken met grotere weersextremen.

Juist voor hoog Nederland lijkt klimaatverandering relatief gunstig uit te kunnen pakken, zeker in (inter)nationaal perspectief. Anders dan laag Nederland krijgt hoog Nederland niet te maken met fors hogere veiligheidsrisico's die het gevolg zijn van zeespiegelstijging en extreme rivierafvoeren, noch met de kosten en ingrijpende maatregelen die nodig zijn om de veiligheid in de toekomst te waarborgen – terwijl het wel kan profiteren van de gunstige Deltaligging en mainportfunctie van ons land.

Doordat de bodem in hoog Nederland bestaat uit diepe zandpakketten vormt de ondergrond – anders dan in laag Nederland en op veel andere plekken in West Europa – een groot (strategisch) zoetwaterreservoir, waarvan we de potenties nog beter kunnen benutten. Internationaal gezien wordt een goede watervoorziening een steeds belangrijker concurrentievoordeel.

Tot slot lijkt Nederland in een gunstiger klimaatzone terecht te komen – met mediterrane trekken – terwijl het in Oost- en Zuid Europa relatief heter

en droger wordt. Die klimaatverandering is gunstig voor de concurrentiepositie van onze land- en tuinbouw, voor toerisme en recreatie en ook letterlijke voor het vestigings- en woonklimaat in Nederland. Hoog Nederland is daarbij in de gelukkige situatie dat de stedelijke centra een mozaïekachtige opbouw hebben, met veel groene corridors, ruimte voor landschap en water, en relatief weinig hoogbouw. Dit 'stadteland' is daardoor beter in staat om in te spelen op typische metropolitane klimaatproblemen, zoals zomersmog, 'hitte-eilanden' of piekwateroverlast. Dat is een niet te onderschatten concurrentievoordeel ten opzichte van andere economische topregio's, zoals de Randstad, het Ruhrgebied, Londen of Parijs.

Klimaatadaptatie is in de eerste plaats de kunst deze klimaatkansen te herkennen en te verzilveren.

Of dat lukt, hangt af van de vraag of we erin slagen de opgaven die klimaatverandering met zich meebrengt – ook voor hoog Nederland – te (h)erkennen en op een slimme manier aan te pakken. Over het algemeen gaat het daarbij niet om nieuwe opgaven. Zomerse piekbuien veroorzaken nu al hinderlijke wateroverlast, maar kunnen – als intensiteit en frequentie toenemen – ontwrichtend werken. Natuurbranden lijken met onze huidige aanpak vooralsnog goed beheersbaar – maar is dat op termijn ook zo? Nu al hebben we in droge zomers te maken met sterk verlaagde grondwaterstanden, verdrogende natuurgebieden en droogteschade voor de land- en tuinbouw. Maar wat betekent het als het 's zomers nog aanzienlijk droger wordt en de watervraag nog aanzienlijk stijgt?

In het Deelprogramma Zoetwater van het Delta-programma, de regionale programma's van het Deltaplan Hoge Zandgronden (DHZ) en Zoetwatervoorziening Oost Nederland (ZON), én binnen **Kennis voor Klimaat** zijn de afgelopen jaren de effecten van klimaatverandering in kaart gebracht en zijn op basis daarvan effectieve en veelbelovende maatregelen ontwikkeld, getest en geprogrammeerd om hoog Nederland minder kwetsbaar te maken voor klimaatverandering. Dat zijn belangrijke bouwstenen voor effectieve adaptatiestrategieën.



De kunst van klimaatadaptatie is om die bouwstenen de komende jaren op regionaal niveau met elkaar te verbinden tot een samenhangend programma. Juist op het concrete regionale en lokale niveau liggen uitgelezen kansen om klimaatadaptatie te koppelen aan de bestaande ambities en (ruimtelijke) plannen van overheden, maatschappelijke partijen, ondernemers en burgers.

Hoog Nederland is geen homogene regio. Daarom is er ook niet één standaardantwoord of overkoepelend ruimtelijk plan voor de uitdagingen van klimaatverandering. Iedere regio zal zelf zijn antwoorden moeten vinden, voortbouwend op de eigen kwaliteiten, identiteiten en ambities. Maar de bouwstenen voor een regionale adaptatiestrategie zijn er wél. Dit document laat op basis van recente (wetenschappelijke) klimaatkennis en van praktijkervaring die de afgelopen jaren is opgedaan zien hoe steden, regio's, waterschappen en provincies klimaatadaptatie op een ontwikkelingsgerichte manier op de agenda kunnen krijgen.

Relatie met andere plannen

Met het Deltaplan Hoge Zandgronden (DHZ) en Zoetwatervoorziening Oost Nederland (ZON) - die deel uitmaken van het Deelprogramma Zoetwater van het Deltaprogramma - hebben waterschappen, provincies, gemeenten en maatschappelijke partijen in hoog Nederland de afgelopen jaren een gezamenlijk (regionaal) uitvoeringsprogramma ontwikkeld, waarvoor beide regio's recentelijk een intentieverklaring hebben ondertekend. Voor de uitvoering is medefinanciering gereserveerd vanuit het Deltafonds.

Bij het schrijven van dit document is inhoudelijke afstemming gezocht met de DHZ- en ZON-plannen. Dit document beoogt in de eerste plaats meerwaarde te bieden door niet alleen te kijken naar de zoetwatervoorziening, maar ook naar andere klimaateffecten, zoals toenemende wateroverlast en stedelijke hitteproblematiek. Dat maakt een bredere afweging over de toekomstige inrichting van de hoge zandgronden mogelijk. In de tweede plaats is gekozen voor een wat bredere tijdshorizon; de DHZ- en ZON-plannen concentreren zich in hoofdzaak op de periode tot circa 2030; in dit document ligt de tijdshorizon rond 2050; van daaruit is teruggedeneerd naar de huidige situatie.

Leeswijzer

- **Deel 1** gaat in op de effecten van klimaatverandering en welke kansen en kwetsbaarheden dat oplevert voor de belangrijkste gebruiksfuncties op de hoge zandgronden. Dit deel biedt een overzicht over de huidige stand van klimaatkennis voor de hoge zandgronden;
 - **Deel 2** schetst vier (ruimtelijke) bouwstenen voor duurzame klimaatadaptatie op de hoge zandgronden, waarin het beekdal de basis-eenheid is: a) klimaatrobuust watersysteem, b) ecologische veerkracht, c) verbonden stad en land, en d) vitale land- en tuinbouw. In het geschetste beeld is de regio op de langere termijn minder kwetsbaar voor klimaatverandering en worden klimaatkansen benut. De bouwstenen zijn niet bedoeld als statisch 'eindbeeld', maar als inspiratiebron en denkrichting.
 - **Deel 3** formuleert op basis van de bouwstenen de agenda voor de komende tien tot vijftien jaar: welke stappen moeten gezet worden om de hoge zandgronden klimaatrobuuster te maken? Er worden vijf handelingsperspectieven onderscheiden, waarin overheden een rol spelen: a) regionaal ontwerp, b) ruimtelijke ordening, c) strategisch grondwaterbeheer, d) nieuwe samenwerkingsvormen en e) onderzoek en beleid.
- Deel 2 en 3 kunnen los van deel 1 gelezen worden.



Deel 1

Klimaatverandering in perspectief

Kansen en kwetsbaarheden voor de hoge zandgronden

1. De hoge zandgronden

1.1 Afbakening

Deze studie geeft de resultaten weer van het (praktijk)onderzoek dat binnen de 'Hotspot Droge Rurale gebieden' van Kennis voor Klimaat is uitgevoerd. In geografisch opzicht richt deze studie zich op de 'hoge zandgronden' – ook vaak aangeduid als 'Hoog Nederland'. Dit zijn de gebieden in zuid en oost Nederland die boven NAP liggen en een zandige ondergrond hebben (zie kaart 1.1).

Bij de ruimtelijke afbakening van de hoge zandgronden worden in de praktijk vaak bestuurlijke grenzen gekozen, zoals de provinciegrenzen (Drenthe, Overijssel, Gelderland, Noord-Brabant en Limburg) of de waterschapsgrenzen. Deze studie heeft een inhoudelijke focus, en kan dus ook gebruikt worden voor zandgronden in Utrecht, Friesland of Groningen.

'Droog Ruraal' is een enigszins misleidende term voor de Hotspot. In de eerste plaats richt de studie zich niet alleen op het rurale, maar ook op het

stedelijke gebied. Juist een samenhangende aanpak voor (de inrichting van) het stedelijke en het landelijk gebied is een succesfactor voor klimaatadaptatie.

In de tweede plaats richt deze studie zich niet alleen op de (toenemende) droogteproblematiek, zoals 'droog' suggereert. De hoge zandgronden krijgen ook te maken met andere klimaateffecten, zoals grotere neerslagpieken of een verhoogd risico op natuurbranden. Deze studie richt zich op alle relevante klimaateffecten op de hoge zandgronden.

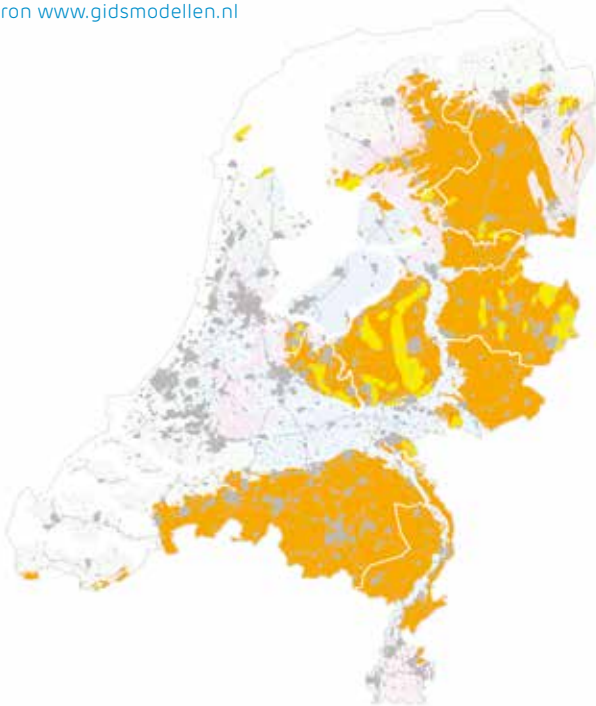
1.2 Karakteristiek¹

Nederland kent drie grote zandgebieden, Brabant, Oost Nederland en het Veluwemassief. Karakteristiek zijn de stuwwallen (zoals de Veluwe, de Utrechtse Heuvelrug en de Sallandse Heuvelrug), de hoger gelegen zandplateaus (zoals de Peel), het veenkoloniale zand (in oostelijk Drenthe) en de beekdalen.

¹ Een uitgebreide karakterisering van de hoge zandgronden is ondermeer te vinden in het manifest 'Water op de hoogte' (2012) en in Goosen & Van de Sandt (2010).

Afbeelding 1 • De hoge zandgronden zijn de gebieden in zuid en oost Nederland die boven NAP liggen en een zandige ondergrond hebben. Nederland kent drie grote zandgebieden, Brabant, Oost Nederland en het Veluwemassief. Karakteristiek zijn de stuwwallen (zoals de Veluwe, de Utrechtse Heuvelrug en de Sallandse Heuvelrug – geel op het kaartje) en de dekzanden en zandplateaus (oranje op het kaartje).

Bron www.gidsmodellen.nl





De hoge zandgronden beslaan ruim 50% van het Nederlandse grondoppervlak. Met ruim 45% van de bevolking is het gebied goed voor 40% van de toegevoegde economische waarde in Nederland, met dienstverlening – en van oudsher – landbouw en industrie als belangrijkste pijlers. Hoewel de hoge zandgronden een aantal belangrijke karakteristieken gemeen hebben, zijn er ook grote regionale verschillen.

Water

Kenmerkend voor de hoge zandgronden zijn de beekdalen. Op de hoger gelegen gronden en stuwwallen infiltreert regenwater, dat via het grondwater en kleine stroompjes de beken voedt. In lage delen en beekdalen ontstaan kwelzones.

In de afgelopen eeuw is het watersysteem op veel plekken ingrijpend gewijzigd. Heide en hoogveen-gebieden zijn ontgonnen en in landbouwkundig gebruik genomen, percelen zijn vaak diep ontwaterd en veel beken zijn rechtgetrokken. De natuurlijke sponswerking van het systeem is daardoor verminderd. Dit heeft geleid tot wateroverlast in lagere gebieden, verdroging van natuur en droogteschade in de landbouw. Sinds een jaar of twintig werken waterschappen, terreinbeheerders en agrariërs via beekherstel en waterconservering aan verbetering van het waterbeheer.

Op grote delen van de hoge zandgronden is geen of slechts beperkte wateraanvoer mogelijk vanuit het hoofdwatersysteem. Voor hun watervoorziening zijn deze gebieden afhankelijk van de 'eigen' neerslag en het grondwater.

Natuur en landschap

Hoog Nederland herbergt zo'n van 70% van de Nationale Parken, 55% van de Natura-2000 gebieden en 50% van de Nationale Landschappen. Gebieden als de Maasplassen, de Veluwe, Wieden en Weerribben en de Sallandse Heuvelrug zijn van groot belang voor recreatie en toerisme. Veel zandgebieden hebben een kleinschalig landschap, zoals het Groene Woud, Winterswijk, De Graafschap en Noordoost Twente. Natuur, landbouw en wonen wisselen elkaar af en zorgen voor een (recreatief) aantrekkelijk landschap. De landbouw is hier vaak ook kleinschaliger van opzet. In gebieden met minder natuurlijke variatie, zoals de Veenkoloniën, Noord Drenthe, Salland en de Peel,

hebben landschap, landbouw en natuur een grootschaliger karakter.

Op de hoge delen van de zandgronden – de zogenaamde infiltratiegebieden – komen grondwateronafhankelijke natuurtypen voor, zoals hoogveen, vennen, heide en droge bossen. In beekdalen en kwelzones komen natuurtypen voor die gevoed worden door oppervlakte- en grondwater, zoals natte graslanden en beekbegeleidende bossen. Veel natuurgebieden op de hoge zandgronden zijn verdroogd.

Land- en tuinbouw

De land- en tuinbouw op de hoge zandgronden – en het daaraan gelieerde agrocomplex van onderzoek, onderwijs, toelevering, verwerking en distributie – behoort tot de meest innovatieve en concurrerende ter wereld. De landbouw is over het algemeen kapitaalintensief. De melkveehouderij is de grootste grondgebruiker, gevolgd door akkerbouw en tuinbouw. Verschillende regio's en sectoren zijn sterk gericht op de wereldmarkt, zoals de intensieve veehouderij in Brabant, Gelderland en Overijssel, de grootschalige melkveehouderij in noord Overijssel en Drenthe en de tuin- en akkerbouw rond de Peel en in west Brabant. Andere regio's zijn kleinschaliger van opzet en richten zich ook op verbreding (recreatie, zorg, natuur en landschap).

Stedelijke centra

Grote delen van de hoge zandgronden hebben een ruraal karakter, zoals Drenthe, noordoost Twente en de Achterhoek. Deze gebieden hebben vaak al te maken met (bevolkings)krimp en leefbaarheidsproblemen. Daarnaast zijn er belangrijke stedelijke clusters, zoals de stedendriehoek Zutphen-Deventer-Apeldoorn, de regio Twente, het Knooppunt Arnhem-Nijmegen, de as Groningen-Assen en het samenhangende netwerk van de vijf grote Brabantse steden (B5). De ruimtelijke druk vanuit deze stedelijke gebieden is vaak groot. Brainport Eindhoven en de regio Twente behoren tot de meest kennisintensieve, creatieve en innovatieve regio's in West Europa, en worden internationaal gerekend tot de meest aantrekkelijke vestigingslocaties voor bedrijven. De verwevenheid van stad en (aantrekkelijk) platteland is daarbij een belangrijke vestigingsfactor.

2. Klimaatverandering

Het klimaat verandert. Niet over vijftig jaar, maar nu al. De afgelopen honderd jaar is de gemiddelde temperatuur in Nederland zo'n 1,7°C gestegen. Sinds 1950 steeg de temperatuur in Nederland twee keer zo snel als wereldwijd. Die temperatuurstijging zet door – en dat merken we. We kunnen vaker en al vroeger in het voorjaar op terrasjes zitten, en in de winter kunnen we minder vaak schaatsen. Sinds 1950 is het aantal zomerse dagen per jaar met zo'n 20 gestegen. Zeer warme dagen komen ook steeds vaker voor. Tegelijkertijd is het aantal vorstdagen met ongeveer 20 gedaald. We merken het ook aan de hoeveelheid neerslag. Die is de afgelopen eeuw met ruim 20 procent gestegen – al gauw zo'n 15 cm – , vooral in het winterhalfjaar. Ook de hevigheid van zware buien is toegenomen (PBL 2012). Een extreem droge zomer als in 2003 zou in het droogste en warmste klimaatscenario in 2050 vrij normaal kunnen zijn.

2.1 Klimaatscenario's

Het klimaat is de afgelopen eeuw veranderd. Die trend zet de komende eeuw naar verwachting door. Om ons voor te bereiden op de mogelijke gevolgen van klimaatverandering heeft het KNMI in 2006 vier scenario's uitgewerkt voor het toekomstige Nederlandse klimaat (KNMI 2006). Recentelijk zijn die scenario's geactualiseerd (KNMI 2014; zie ook www.klimaatscenario's.nl). De vier nieuwe scenario's zijn opgebouwd uit een Gematigde (G) en een Warme (W) variant, al dan niet in combinatie met een lage ^(L) of hoge ^(H) verandering van de luchtstromingspatronen. De scenario's zijn alle vier aannemelijk. Ze kunnen beschouwd worden als de vier hoekpunten waarbinnen klimaatverandering zich waarschijnlijk zal voltrekken. De klimaatscenario's laten zien dat veel al waargenomen veranderingen doorzetten. Ten opzichte van de KNMI'06-scenario's is vooral het 'extreme' WH-scenario minder extreem geworden (minder hete zomers, minder droog). De winterperiodes worden in de nieuwe scenario's natter, met hogere kansen op extreem natte periodes.

Afbeelding 2 • Het klimaat verandert. Niet over vijftig jaar, maar nu al. De afgelopen honderd jaar is de gemiddelde temperatuur in Nederland zo'n 1,7°C gestegen. Sinds 1950 steeg de temperatuur in Nederland twee keer zo snel als wereldwijd. Die temperatuurstijging zet door – en dat merken we. We kunnen vaker en al vroeger in het voorjaar op terrasjes zitten, en in de winter kunnen we minder vaak schaatsen. Sinds 1950 is het aantal zomerse dagen per jaar met zo'n 20 gestegen. Zeer warme dagen komen ook steeds vaker voor. Tegelijkertijd is het aantal vorstdagen met ongeveer 20 gedaald. We merken het ook aan de hoeveelheid neerslag. Die is de afgelopen eeuw met ruim 20 procent gestegen – al gauw zo'n 15 cm – , vooral in het winterhalfjaar. Ook de hevigheid van zware buien is toegenomen (PBL 2012). Een extreem droge zomer als in 2003 zou in het droogste en warmste klimaatscenario in 2050 vrij normaal kunnen zijn.





De meeste modelberekeningen voor de gevolgen van klimaatverandering die in deze studie zijn aangehaald – zoals nat- en droogteschades – zijn gebaseerd op de KNMI-klimaatscenario's van 2006. Ten opzichte van de nieuwe 2014-scenario's worden (de kansen op) droogteschades in de berekeningen mogelijk (iets) te hoog geschat en de (kansen op) natschades mogelijk (iets) te laag (zie bijvoorbeeld Schaap et al 2014).

2.2 Betekenis van klimaatverandering voor de hoge zandgronden

A. Geen directe gevolgen voor waterveiligheid

Grote delen van laag Nederland en het rivierengebied krijgen in de toekomst te maken met de directe gevolgen van zeespiegelstijging en veranderingen in de extreme afvoeren van de grote

rivieren. Dit kan leiden tot (sterk) verhoogde veiligheidsrisico's. De hoge zandgronden krijgen niet met dergelijke ingrijpende veiligheidsrisico's te maken. Wel krijgen de hoge zandgronden te maken met toenemende wateroverlast (zie onder), wat tot economische en maatschappelijke schade kan leiden.

B. Verschuiving klimaatzone

- In alle scenario's stijgt de temperatuur. Rond 2050 is de gemiddelde toename het grootst in de winter en het kleinst in de lente.
- Deze temperatuurstijging betekent dat Nederland in een andere klimaatzone terecht komt, met een over het algemeen aangenamer – meer Mediterraan – klimaat. Het wordt warmer en het groeiseizoen wordt (aanmerkelijk) langer. De CO₂-concentratie stijgt. Voor flora en fauna be-

Tabel 1 • Klimaatverandering in Nederland rond 2050 ten opzichte van het klimaat in de periode 1981-2010 volgens de vier KNMI-'14 scenario's (KNMI 2014)

2050		Referentie	G _I	G _H	W _I	W _H	
Wereldwijde temperatuurstijging		1981-2010	+1 C	+1 C	+2 C	+2 C	
Verandering luchtcirculatie			Laag	Hoog	Laag	Hoog	
Jaarrond	Gemiddelde temperatuur	10,1 °C	+1,0	+1,4	+2,0	+2,3	Warmer
	Gemiddelde neerslag	851 mm	+4%	+2,5%	+5,5%	+5%	Gemiddeld natter
Winter	Neerslag	211 mm	+3%	+8%	+8%	+17%	Nattere winters
	10-daagse neerslagsom die eens in de 10 jaar wordt overschreden	89 mm	+6%	+10%	+12%	+17%	(Aanzienlijk) natter in extreem natte jaren
Zomer	Neerslag	224 mm	+1,2%	-8%	+1,4%	-13%	Drogere zomers in H-scenario
	dagneerslag die eens in de 10 jaar wordt overschreden	44 mm	+1,7 tot +10%	+2,0 tot +13%	+3 tot +21%	+2,5 tot +22%	(Fors) zwaardere buien in alle scenario's
	Neerslagtekort groeiseizoen	144 mm	+4,5%	+20%	+0,7%	+11%	(Fors) toename droogte in H-scenario
	Hoogste neerslagtekort dat eens in de 10 jaar wordt overschreden	230 mm	+5%	+17%	+4,5%	+25%	(Fors) droger in extreem droge jaren
Voorjaar	Neerslag	173 mm	+4,5%	+2,3%	+11%	+9%	Natter voorjaar
Najaar	Neerslag	245 mm	+7%	+8%	+3%	+7,5%	Natter najaar

tekt dit dat de leefcondities veranderen, dat nieuwe (warmteminnende) soorten zich kunnen vestigen en dat (koudeminnende) soorten het moeilijker krijgen. De (potentiële) landbouwproductie kan stijgen en er komen mogelijkheden voor nieuwe gewassen. Er komen gunstiger omstandigheden voor toerisme. Doordat extreme weersituaties vaker optreden (droogte, noodweer, hagel, hittegolven, late nachtvorst) kan er aan de andere kant meer economische schade ontstaan. Er is een grotere kans op uitbraken van plantenziektes en schadelijke insecten, vooral door warmere winters.

C. Nattere winters en meer piekbuien; ook in de zomer meer piekbuien

- In alle scenario's neemt de neerslag in de winter, het voorjaar en de herfst toe. Het W_h -scenario laat de grootste stijging zien, tot 17% meer neerslag in de winter. Ook de neerslagintensiteit neemt toe. Er treden vaker piekbuien op en er komen vaker aaneengesloten perioden voor met extreem veel neerslag, vooral in de warmere W-scenario's.
- Ten opzichte van de klimaatscenario's uit 2006 worden iets nattere winters verwacht met significant hogere neerslagintensiteiten.
- Nu al hebben we in natte winters regionaal te maken met wateroverlast; de opgaven voor het watersysteem worden in 2050 aanzienlijk gro-

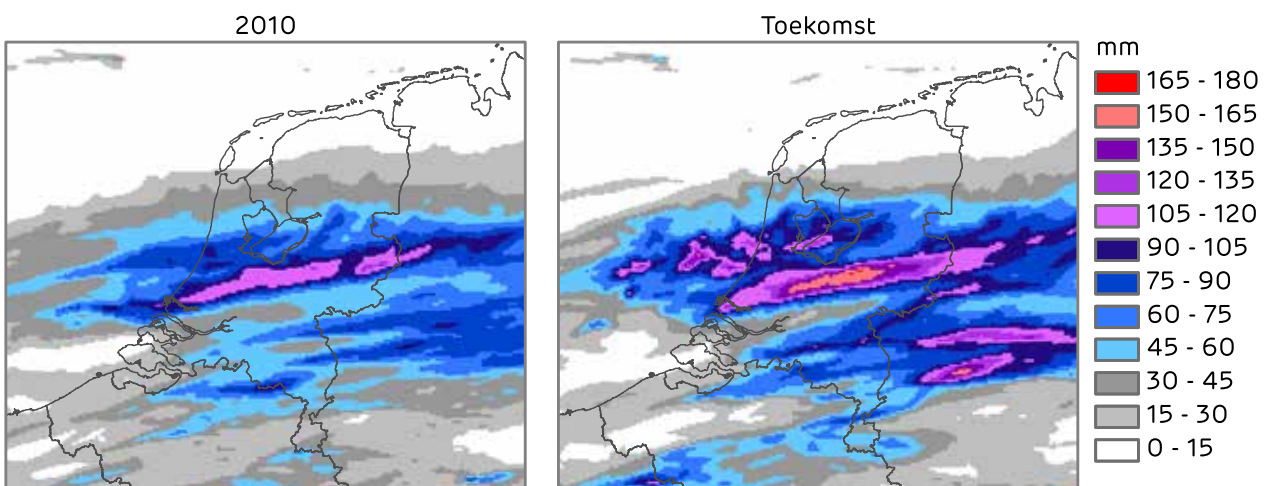
ter. De opgaven zijn groter dan tot nu toe werd verwacht.

De kans op zware zomerse buien neemt in alle scenario toe – ook in scenario's met aanzienlijk drogere zomers – evenals de hoeveelheid neerslag tijdens piekbuien. De berekende marges zijn echter groot (van +1,7 tot +22%). Afbeelding 3 laat zien dat een buienperiode zoals die in augustus 2010 optrad in de toekomst nog extremere proporties kan aannemen. Dat is het gevolg van een hogere luchtvochtigheid en een hogere temperatuur. Nu al hebben we 's zomers geregeld te maken met lokale wateroverlast door zware buien; deze opgaven nemen naar verwachting toe.

D. Mogelijk drogere zomers

- In de L-scenario's, met een lage verandering in de luchtstromingspatronen, neemt de neerslag in de zomerperiode rond 2050 licht toe. Omdat de verdamping bij hogere temperaturen en hogere CO_2 -concentraties ook toeneemt, neemt het neerslagtekort in het groeiseizoen per saldo iets toe (tussen de 0,7 en 4,5%);
- In de H -scenario's, met een hoge verandering in de luchtstromingspatronen, neemt de zomerneerslag aanzienlijk af, met 8 tot 13%. Omdat de verdamping toeneemt, neemt het neerslagtekort in het groeiseizoen aanzienlijk toe, tussen de 11 en 20%;

Afbeelding 3 • De linker figuur laat de extreem grote hoeveelheid neerslag zien die in augustus 2010 in Nederland viel. In het Gelderse Lichtenvoorde viel in 1 dag meer dan normaal in twee maanden (135 mm). Door de hoogteverschillen en de samenstelling van de ondergrond leidde dat daar destijds tot wateroverlast. De rechter figuur laat zien dat dezelfde weersituatie bij een warmer en vochtiger klimaat tot nog hogere neerslagpieken kan leiden (KNMI 2014).





- Hoewel deze veranderingen aanzienlijk zijn, zijn ze minder groot dan de veranderingen in de KNMI+-scenario's uit 2006. Dat betekent dat de extreme droogtescenario's, waarmee tot nu toe was gerekend, vermoedelijk minder extreem zullen zijn.

3. Kansen en kwetsbaarheden voor de hoge zandgronden

Klimaatverandering kan zowel kansen opleveren als (extra) kwetsbaarheden met zich meebrengen. (Economische) klimaatkansen liggen vooral op het vlak van een aangenamer (of productiever) klimaat voor wonen, werken, leefbaarheid, landbouw en recreatie. Dit levert een concurrentievoordeel op ten opzichte van andere regio's. De belangrijkste kwetsbaarheid voor de hoge zandgronden is het functioneren van het regionale watersysteem, dat bij klimaatverandering zowel te maken krijgt met extremere droogteperiodes als met extremere neerslagperiodes. Die kwetsbaarheid wordt voor een belangrijk deel veroorzaakt door de huidige ruimtelijke inrichting en door de maatregelen die in het verleden zijn genomen om de waterhuishouding te optimaliseren. De kwetsbaarheid van het watersysteem kan ook voor natuur, landbouw en stedelijk gebied een belangrijke klimaatkwetsbaarheid vormen. Dit hoofdstuk brengt achtereenvolgens de klimaatkwetsbaarheden en -kansen in beeld voor het watersysteem (§3.1), de natuur (§3.2), de land- en tuinbouw (§3.3), het stedelijke gebied (§3.4) en recreatie en toerisme (§3.5)².

² Dit hoofdstuk is gebaseerd op een aantal 'basisdocumenten' waarin de gevolgen van klimaatverandering (voor de hoge zandgronden) in beeld zijn gebracht. Het gaat daarbij in de eerste plaats om verschillende algemene studies van het Planbureau voor de Leefomgeving (PBL 2011, PBL 2012 en PBL 2013). Ook is gebruik gemaakt van de studie van Goosen en Van de Sandt (2010) naar klimaatadaptatie in het landelijk gebied. Daarnaast zijn verkenningen en analyses gebruikt die zijn verschenen in het kader van het Deltaprogramma Zoetwater (Deelprogramma Zoetwater 2011, Klijn et al. 2102 en Deltaprogramma Zoetwater 2013). Tot slot zijn studies benut voor de regionale planvorming voor het Deltaplan Hoge Zandgronden (DHZ) en Zoetwatervoorziening Oost Nederland (ZON), zoals Water op de hoogte (2012), Verhagen et al. (2012) en Zoetwatervoorziening Hoge Zandgronden (2014). Voor specifieke onderwerpen is daarnaast specifiek aanvullend onderzoek geraadpleegd. Hiernaar wordt in de tekst verwezen.

3.1 Regionaal watersysteem

Kenmerkend voor de hydrologie van de hoge zandgronden zijn de beekdalsystemen. Op de hoger gelegen gronden en stuwwallen infiltreert regenwater, dat via het grondwater en kleine stroompjes de beken voedt. De beekdalen zijn van oorsprong nat door kwel en hogere (grond) waterstanden.

De watersystemen wateren onder vrij verval af op beken, die op hun beurt afwateren op het hoofdwatersysteem van de grote rivieren. Het water wordt beheerd via een groot aantal stuwen in waterlopen en beken. Ongeveer 1/3 deel van hoog Nederland kan vanuit het hoofdsysteem van extra water worden voorzien.

Klimaatverandering leidt zowel tot extremere droogteperiodes als tot extremere neerslagperiodes. De effecten hiervan verschillen per locatie. De drogere infiltratiegebieden zonder wateraanvoer zijn vooral kwetsbaar voor droogte. De lagere kwelgebieden en beekdalen zijn vooral kwetsbaar voor natte periodes.

3.1.1 Wateroverlast en natschade

Kwetsbaarheden winterhalfjaar

In alle scenario's krijgen we te maken met nattere winters. De neerslagintensiteit neemt toe. Er treden vaker piekbuien op en er komen vaker aaneengesloten perioden voor met extreem veel neerslag.

De lager gelegen delen van de hoge zandgronden, waaronder de beekdalen en de 'randen' van het systeem, zijn gevoelig voor wateroverlast. Maatregelen die in het verleden zijn genomen om de drainerende functie van het watersysteem te vergroten, zoals het rechttrekken van beken, hebben geleid tot wateroverlast in de benedenlopen van beekdalen. Nattere winters en een grotere kans op piekbuien vergroten deze problematiek aanzienlijk. Vooral de benedenlopen van beken zijn kwetsbaar. Vaak liggen hier stedelijke centra, zoals Meppel of Den Bosch, die extra gevoelig zijn voor wateroverlast. De economische en maatschappelijke schade in stedelijk gebied is groot (Goosen & Van de Sandt 2010).

Samengestelde extremen: relatie met het hoofdwatersysteem

Het neerslagoverschot van de hoge zandgronden wordt afgevoerd naar het hoofdwatersysteem

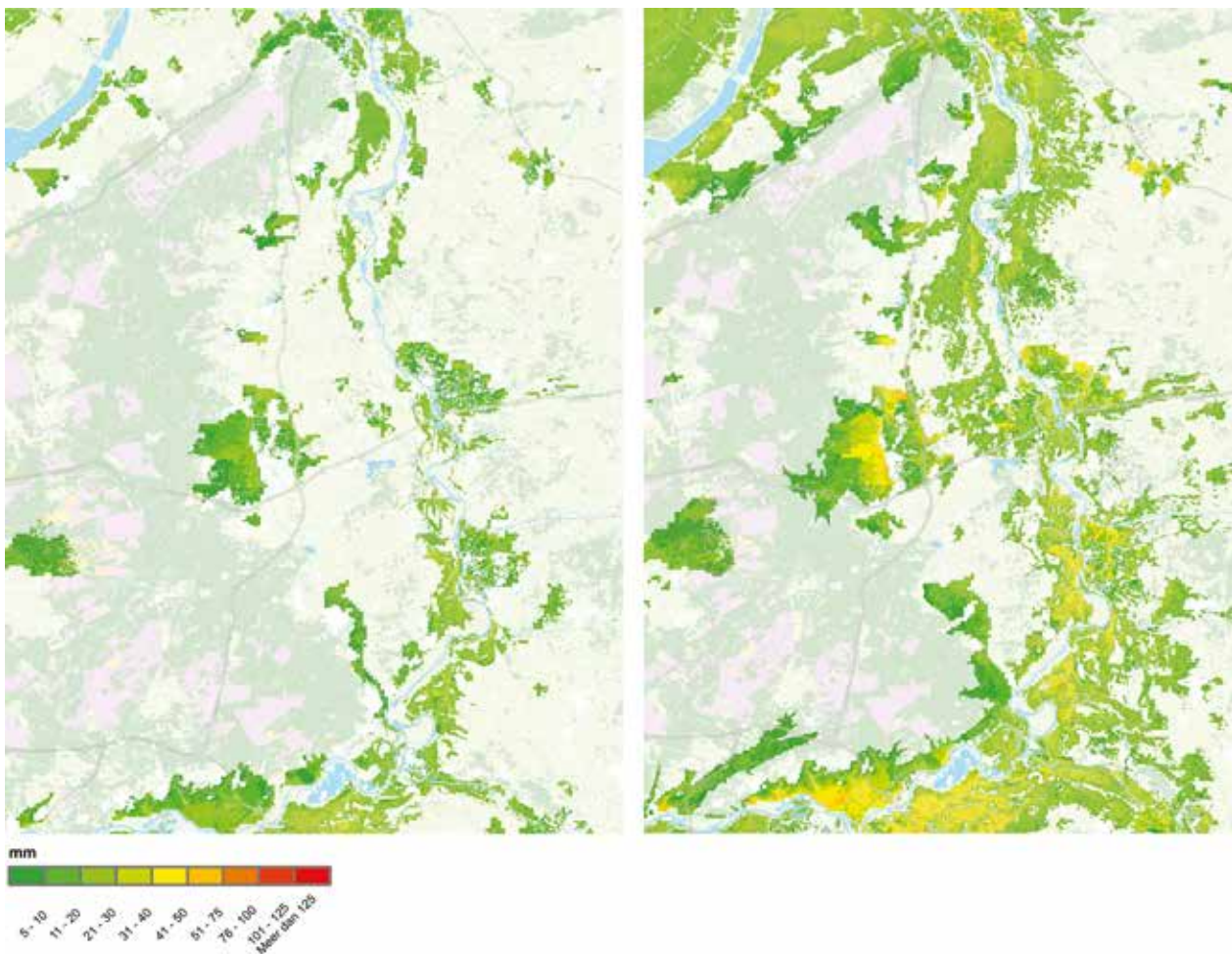
(Maas, Rijn, IJssel, IJsselmeer). Als (extreem) natte periodes in hoog Nederland samenvallen met (extreem) hoge rivierafvoeren – die in de toekomst ook vaker zullen voorkomen – kan dit regionale water niet op het hoofdsysteem geloosd worden, omdat dat tot grote veiligheidsrisico's in laag Nederland kan leiden. Door zeespiegelstijging kan het water in de grote rivieren bovendien verder opgestuwd worden, wat de problemen vergroot. De lage delen van het regionale watersysteem in hoog Nederland worden door klimaatverandering extra kwetsbaar voor wateroverlast (Hoogvliet 2010, KNMI 2014).

Kwetsbaarheden zomerse piekbuien

De kans op zware zomerse buien neemt in alle klimaatscenario toe, evenals de hoeveelheid neerslag tijdens die piekbuien (die vaker gepaard zullen gaan met onweer, hagel en/of zware windstoten). Dit geldt ook voor de droge klimaatscenario's, waarin de totale hoeveelheid zomerneerslag daalt.

Door zware (vaak lokale) buien kan in de zomerperiode overal op de hoge zandgronden wateroverlast optreden. Lager gelegen delen zijn extra kwetsbaar. Klimaatverandering vergroot deze problematiek. Voor de land- en tuinbouw kan dit lei-

Afbeelding 4 • Het linkerkaartje geeft voor de oostelijke kant van de Veluwe – met centraal gelegen de stad Apeldoorn – aan hoe groot de wateroverlast in de huidige situatie is bij een neerslagintensiteit die eens in de honderd jaar voorkomt. Waar geen kleuren zijn weergegeven, treedt geen wateroverlast op; hoe gele en roder de kleuren, hoe groter de wateroverlast. Het kaartje laat zien dat bij extreem zware buien nu ook al op flink wat plaatsen wateroverlast optreedt. In het W-scenario neemt de neerslagintensiteit van zware buien fors toe, wat in 2050 op meer plaatsen kan leiden tot aanzienlijk meer wateroverlast, met grotere waterdieptes (rechter kaartje; www.klimaatadaptatieservices.nl/klimaatatlas/Gelderland).





den tot aanzienlijke nat- of gewasschade. Of en in welke mate dat optreedt, is mede afhankelijk van het type gewas en het moment in de groeicyclus waarop de buien plaatsvinden. Grasland is het minst gevoelig voor natschade en piekbuien. In het stedelijk gebied kunnen zomerse piekbuien leiden tot overbelasting van het rioolstelsel en tot wateroverlast, met aanzienlijke economische en maatschappelijke schade.

Kansen en bedreigingen

Sinds de regionale wateroverlastproblemen van eind jaren '90 werken vooral waterschappen aan het voorkomen van regionale wateroverlast volgens de strategie 'vasthouden, bergen, afvoeren' uit het Nationaal Bestuursakkoord Water uit 2003. 'Ruimte voor water' en 'water als ordenend principe' staan daarin centraal, ondermeer via het realiseren van de Ecologische Hoofdstructuur, de inrichting van waterbergingsgebieden en beekherstelprojecten. Deze inrichtingsprojecten dragen ook bij aan aaneengesloten natuurgebieden, een aantrekkelijk landschap en recreatie. Waterberging en ruimte voor water bieden ook kansen voor meer voorraadvorming, en het verminderen van de kwetsbaarheid voor droogte (zie §3.1.2). Effectieve regionale waterberging draagt ook bij aan het vergroten van de hoogwaterveiligheid in

laag Nederland. Een aantal waterschappen houdt bij de invulling van de maatregelen tegen wateroverlast al rekening met de verwachte klimaatveranderingen rond 2050.

Tegenover deze kansen staan ook bedreigingen. In de eerste plaats kunnen ruimtelijke ontwikkelingen zoals woningbouw (op de foute plek) de ruimte die nodig is voor waterberging beperken of de druk op het watersysteem vergroten. Ook de intensivering van de land- en tuinbouw – die vooral in economische groeiscenario's wordt voorzien – maakt dat er minder ruimte is voor waterberging. Daarnaast kan waterconservering – bedoeld om droogteproblemen op te vangen – ertoe leiden dat er in de bodem minder regenwater geborgen kan worden, waardoor er sneller problemen met wateroverlast kunnen optreden.

3.1.2 Zoetwatervoorziening

Voldoende zoetwater is van groot economisch, maatschappelijk en ecologisch belang. Verreweg het grootste deel van de zoetwatervoorraad op de hoge zandgronden is opgeslagen in het grondwater. Doordat de bodem in hoog Nederland bestaat uit diepe zandpakketten vormt de ondergrond – anders dan in laag Nederland en op veel andere plekken in West Europa – een groot (strategisch) zoetwaterreservoir van vaak goede kwaliteit. In-

Afbeelding 5 • In alle klimaatscenario's krijgen we te maken met aanzienlijk nattere periodes in herfst, winter en voorjaar. Ook 's zomers neemt de kans op extreem zware piekbuien toe, zelfs in de droogste klimaatscenario's. De land- en tuinbouw kan daardoor te maken krijgen met aanzienlijk meer wateroverlast en productieschade.



ternationaal gezien wordt een goede watervoorziening een steeds belangrijker concurrentievoordeel.

De grondwatervoorraad op de hoge zandgronden is van essentieel belang voor ondermeer de drinkwaterwinning, de (voedingsmiddelen)industrie en de land- en tuinbouw. Een grote grondwatervoorraad, met een hoog grondwaterpeil, is belangrijk voor de natuur en voor het tegengaan van droogteschade in de land- en tuinbouw. Nu al staat het zoetwaterbeheer op de hoge zandgronden onder druk. Veel natuurgebieden zijn verdroogd en de droogteschade in de land- en tuinbouw bedraagt

in hoog Nederland jaarlijks gemiddeld circa 100 miljoen euro (Schaap et al 2014).

Vooraf in de H-scenario's, met een hoge verandering in de luchtstromingspatronen, neemt de neerslag in de zomer af en stijgt de verdamping. Daardoor neemt het neerslagtekort in het groeiseizoen toe, tussen de 11 en 20%. In de natere L-scenario's neemt het neerslagtekort slechts licht toe ten opzichte van de huidige situatie.

Wateraanvoer vanuit het hoofdsysteem

Ongeveer 1/3 deel van hoog Nederland kan vanuit het hoofdsysteem van extra water worden voorzien, in Brabant vanuit de Maas (bruin), in Gelderland vanuit de IJssel (grijsblauw) en in Noord-Nederland vanuit het IJsselmeer (grijs; zie kaart, PBL 2012). In de nationale Deltabeslissingen over de Zoetwatervoorziening (Deltaprogramma Zoetwater 2013) en in de regionale plannen van DHZ en ZON wordt als adaptatiestrategie gekozen om de wateraanvoer vanuit het hoofdwatersysteem niet substantieel uit te breiden. Maatregelen om dat mogelijk te maken zijn economisch alleen rendabel voor hoog renderende toepassingen (Klijn et. al. 2102). Wel wordt de bestaande wateraanvoer gehandhaafd en geoptimaliseerd (ondermeer door een hogere aanvoercapaciteit te realiseren en door het aangevoerde water beter vast te houden). Door wateraanvoer te optimaliseren kunnen aanvoercapaciteit en bediend areaal met nog zo'n 10% groeien. Mogelijkheden zijn ondermeer extra aanvoer via de Noordervaart en aanvoer naar het gebied van de Liemers.

Hoewel wateraanvoer in normale en droge jaren voor deze aanvoergebieden een belangrijke aanvulling van de watervoorraad betekent, is wateraanvoer bij klimaatverandering in extreem droge periodes niet vanzelfsprekend. Dat geldt vooral voor wateraanvoer vanuit de Maas. De Maas is een regenafhankelijk systeem dat zelf ook kwetsbaar is voor droge periodes. Deltares (Hoogvliet 2010) berekende dat het huidige niveau van wateraanvoer vanuit de Maas door klimaatverandering rond 2050 onder druk komt te staan, zeker voor (laagwaardig) landbouwkundig gebruik. Bij de Midden-Limburgse en Brabantse kanalen moet daarom volgens het Deltaprogramma Zoetwater (2014) worden bekeken of aanvullende maatregelen nodig zijn, of dat tekorten geaccepteerd moeten worden. Voor het IJsselmeergebied, dat belangrijk is voor de watervoorziening van de noordelijke zandgronden, wordt op de korte en middellange termijn gestreefd naar een vergroting van de buffervoorraad door beperkte flexibilisering van het peil. Zo kan het wateraanbod ook bij toenemende droogte (en afnemende rivierafvoeren) gewaarborgd blijven. Op de langere termijn kan mogelijk gekozen worden voor beperkte extra wateraanvoer. Toenemende zelfvoorzienendheid en efficiënt en zuinig watergebruik blijven echter ook voor de noordelijke zandgronden de belangrijkste adaptatiestrategie (Deltaprogramma Zoetwater 2014).





Een goede watervoorziening is niet alleen van groot belang voor natuur (zie §3.2) en landbouw (zie §3.3), maar ook voor andere maatschappelijke en economische functies:

- **Drinkwaterwinning** heeft een hoge maatschappelijke prioriteit en komt op de hoge zandgronden ook in droge scenario's over het algemeen niet onder druk te staan. In Limburg kunnen wel vaker beperkingen optreden voor de drinkwatervoorziening uit ondiepe grondwaterpakketten en oppervlaktewater. Door verontreinigingen (met ondermeer bestrijdingsmiddelen, geneesmiddelen en mineralen) kan de (grond)waterkwaliteit mogelijk wel achteruit gaan, wat tot hogere zuiveringskosten leidt (Zoetwatervoorziening hoge zandgronden 2014; Water op de hoogte 2012).
- **Industrie en energieproductie** vragen om een goede waterbeschikbaarheid (bereiding, proceswater, koelwater). Lage rivierafvoeren kunnen beperkingen opleveren voor de inname en lozing van koelwater en mogelijk leiden tot beperkingen in de energievoorziening. Verminderde grondwaterreserves kunnen in droge periodes mogelijk beperkingen opleveren voor de productie van bijvoorbeeld van frisdranken of voedingsmiddelen. Er wordt inmiddels steeds meer aandacht besteed aan gesloten

watersystemen of hergebruik van gezuiverd afvalwater (Zoetwatervoorziening hoge zandgronden 2014; Water op de hoogte 2012).

- **Scheepvaart.** Langdurig droge periodes kunnen de hoeveelheid water in de kanalen in hoog Nederland beperken, wat tot beperkingen in het schudden van sluisen en in de professionele en de recreatieve scheepvaart kan leiden. In het droogste scenario wordt de kans op beperking voor de scheepvaart rond 2050 vier keer zo hoog als nu (Water op de hoogte 2012). De binnenvaart is de laatste jaren sterk toegenomen; de komst van Maasvlakte II versterkt die trend. Provincies geven prioriteit aan watertransport en investeren in zogenaamde binnenvaartterminals.

Geen veiligheidsrisico's door watertekort

In laag Nederland kunnen in droge periodes problemen ontstaan met de stabiliteit van veendijken, maaiveld daling, de aantasting van funderingen en de verzakking van gebouwen en infrastructuur. Door de zandige en stevige ondergrond spelen deze droogtegerelateerde problemen op de hoge zandgronden geen rol van betekenis.

Afbeelding 6 • In de drogere klimaatscenario's neemt de kans op droogte toe. Dat kan leiden tot toenemende droogteschade in de land- en tuinbouw, zeker als de intensiteit van de landbouwproductie verder stijgt.



Kwetsbaarheden

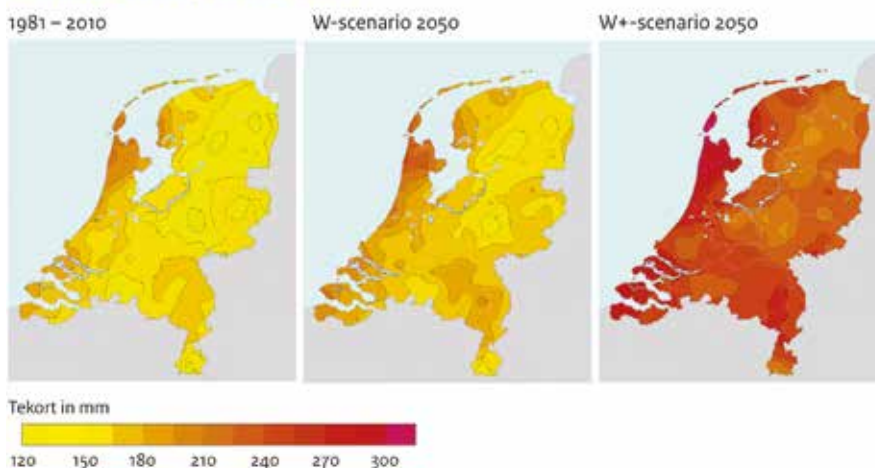
- Tweederde van de hoge zandgronden is in de zomerperiode aangewezen op neerslag en op het grondwater in het gebied. Wateraanvoer is in deze gebieden ook op termijn economisch vermoedelijk niet rendabel. Doordat in het verleden veel maatregelen zijn getroffen om gebieden in natte periodes beter te ontwateren, is de grondwatervoorraad ook in de zomer verminderd. Ook nu al leidt dat in drogere jaren tot (forse) daling van de grondwaterstand, droogteschade in de land- en tuinbouw en verdroging van natuur. In de drogere H-scenario's van het KNMI neemt de kans op droge periodes toe. Dat vergroot de kwetsbaarheid van het watersysteem voor droogte. Vooral de hoger gelegen infiltratiegebieden en de bovenlopen van beeksystemen zijn kwetsbaar voor droogte.
- Gebieden waar wel wateraanvoer mogelijk is, zijn minder kwetsbaar voor droogte. Op de langere termijn kan in extreem droge periodes echter de wateraanvoer ook in deze gebieden onder druk komen te staan. Dat geldt bijvoorbeeld voor aanvoer vanuit de Maas (zie kader).
- Ook een (autonoom) groeiende watervraag kan tot knelpunten in de watervoorziening leiden. Uit studies blijkt dat er in de drogere scenario's – uitgaande van het huidige grondgebruik – rond 2050 knelpunten in de zoetwatervoorzie-

ning kunnen optreden (Klijn et al. 2010). Als het watergebruik – onafhankelijk van de klimaatverandering – in de komende decennia toeneemt, kan in drie van de vier klimaatscenario's al eerder dan 2050 een watertekort optreden (Klijn et al 2012). Scenario's met economische groei leiden - in combinatie met hogere temperaturen – namelijk tot een toename van de vraag naar drink- en industriewater en een groter watergebruik per persoon. De behoefte aan koelwater neemt toe. Ook kan de watervraag uit de land- en tuinbouw toenemen door de groei van hoogwaardige teelten met een grotere watervraag. Het PBL (2011) concludeert dat het 'de onzekerheden in ogenschouw nemend, aannemelijk lijkt dat de watervraag in de komende decennia vooral zal worden bepaald door ontwikkelingen in de watervragende functies en minder door klimaatverandering'.

Kansen

Technologische ontwikkelingen - zoals herinfiltratie, zuinige koeltechnieken, precisieberegening en waterkringloop- en zuiveringssystemen - kunnen het watergebruik aanzienlijk terugbrengen en kunnen bijdragen aan de aanvulling van de grondwatervoorraad. De ontwikkeling van dergelijke waterzuinige technieken kan ook bijdragen aan

Afbeelding 7 • Het maximale neerslagtekort in het groeiseizoen (april – september) neemt vooral in de drogere W-scenario's toe. Op basis van de nieuwe KNMI-klimaatsscenario's (2014) wordt echter verwacht dat het neerslagtekort minder groot zal zijn dan in deze figuur is weergegeven (PBL 2012, op basis van KNMI 2011).





het versterken van internationale positie van de Nederlandse watersector. Veel van deze technieken hebben zich overigens al bewezen in andere (drogere) Europese regio's. Via internationale samenwerking wordt deze kennis ontsloten voor de Nederlandse zandgronden.

3.1.3 Waterkwaliteit

Schoon en gezond (oppervlakte)water is van groot economisch en maatschappelijke belang voor natuur en landschap (mineralen, bestrijdingsmiddelen), de landbouwsector (ziektekiemen in water), de menselijke gezondheid (schadelijke stoffen, ziektes), de recreatie (zwemwater) en bijvoorbeeld drink- en industriewaterproductie. Plaagbestrijding en waterzuivering zijn kostbaar.

Kwetsbaarheden

Klimaatverandering heeft via temperatuurstijging (van het water) en de verandering van neerslagpatronen (droogtes, fellere buien) invloed op de chemische en ecologische kwaliteit van het regionale watersysteem (PBL 2011, PBL 2012, Hoogvliet 2010). Doordat verschillende klimaatfactoren verschillende effecten hebben, is de invloed van klimaatverandering op aquatische ecosystemen niet altijd eenduidig (Kosten 2011, Kosten et. al. 2011).

- **Blauwalg.** Hogere temperaturen en stilstaand water leiden tot een verhoogde kans op blauwalgenbloei, vissterfte en botulisme. Blauwalgen zijn schadelijk voor de gezondheid van mens en dier en leiden tot overlast in stedelijke wateren. Recreatieplaatsen kunnen te maken krijgen met een zwembod, wat tot economische schade kan leiden, zeker als de vraag naar zwembod toeneemt;
- **Vermesting en vervuiling.** Klimaatverandering vergroot het risico op voedselrijkdom (eutrofiëring) en chemische vervuiling van oppervlaktewater, mede door toenemend risico op afspoeling van stoffen door piekbuien. Om deze negatieve effecten van klimaatverandering tegen te gaan zijn extra reducties in nutriëntenbelasting nodig (Kosten 2011, Kosten et. al. 2011). Het PBL (2012) verwacht dat rond 2030 circa 75% van de eutrofiëring van oppervlaktewater veroorzaakt wordt door de land- en tuinbouw. Op basis van modelberekeningen voor de Baakse Beek verwachten Kros et al (2014) dat de stikstofverliezen uit de landbouw in economische groeiscenario's in 2050 met circa 20% zullen stijgen ten opzichte van het huidige niveau; bij gematigde groei blijven de stikstofverliezen op een vergelijkbaar niveau, terwijl re-

Afbeelding 8 • Nu al hebben veel stedelijke wateren en recreatieplaatsen te maken met blauwalg, wat schadelijk is voor de gezondheid. Hogere temperaturen en stilstaand water – het gevolg van klimaatverandering – leidt tot een verhoogde kans op blauwalgenbloei.



ductie nodig is om de waterkwaliteitsdoelen te realiseren;

- **Toename giftige cyanobacteriën.** Hogere temperaturen leiden tot meer cyanobacteriën, vooral in eutrofe wateren. Cyanobacteriën kunnen toxische stoffen produceren (Kosten et. al 2011). Vooral nog is het niet waarschijnlijk dat cyanotoxines in het drinkwater terecht komen.
- **Verbetering van de condities voor ziektes, plagen en (invasieve) exoten.** Exoten hebben door de zachtere winteromstandigheden een grotere kans om zich succesvol te vestigen, wat tot overlast, aantasting van de ecologische kwaliteit en tot hoge kosten kan leiden. Hogere wassertemperaturen kunnen ook leiden tot bacteriële verontreinigingen (waardoor wateren ongeschikt worden voor recreatief gebruik) of tot de overdracht van landbouwziektes, zoals bruinrot.

Kansen en bedreigingen

Vanwege de bodemsamenstelling zijn de hoge zandgronden relatief gevoelig voor de uitspoeling van mineralen uit landbouwpercelen. Dat geldt vooral in gebieden met hoge veedichtheden en relatief weinig akkerbouw (Schaap et. al. 2014). In veel gebieden wordt nog niet voldaan aan de doelstellingen uit de Kaderrichtlijn Water (KRW). Klimaatverandering betekent dat het 'gat' tussen de gewenste en de verwachte ecologische toestand van wateren nog verder zal toenemen. Dat betekent dat er naar verwachting al vóór 2027 extra maatregelen nodig zijn – bovenop de al geplande maatregelen - om aan de doelstellingen van de Kaderrichtlijn Water (KRW) te voldoen. Op dit moment wordt gewerkt aan een eerste update van de KRW-plannen; eind 2015 moeten deze gereed zijn. Het terugdringen van de nutriëntenbelasting van het oppervlaktewater vanuit de landbouw kan op de langere termijn een belangrijke bijdrage leveren aan het verminderen van de invloed van klimaatverandering op de waterkwaliteit. Daarvoor is (bijstelling van) het mestbeleid een belangrijke voorwaarde (PBL 2011).

3.2 Natuur³

Hoog Nederland kent veel waardevolle natuurgebieden. Het herbergt zo'n van 70% van de Nationale Parken, 55% van de Natura-2000 gebieden en 50% van de Nationale Landschappen. Op de hoge delen van de zandgronden – de zogenaamde infiltratiegebieden - komen grondwateronafhankelijke natuurtypen voor, zoals hoogveen, vennen, heide en droge bossen. In beekdalen en kwelzones komen natuurtypen voor die gevoed worden door oppervlakte- en grondwater, zoals natte graslanden en beekbegeleidende bossen.

In de afgelopen eeuw is het watersysteem op veel plekken ingrijpend gewijzigd. Heide en hoogveen gebieden zijn ontgonnen en in landbouwkundig gebruik genomen, percelen zijn vaak diep ontwaterd en veel beken zijn genormaliseerd. De natuurlijke sponswerking van het systeem – en daarmee het vermogen om de gevolgen van weersextremen op te vangen - is daardoor verminderd. Veel natuurgebieden op de hoge zandgronden zijn daardoor verdroogd.

Kwetsbaarheden

De natuur heeft nu al te maken met klimaatverandering. Door de temperatuurstijging is het groeiseizoen voor veel soorten vervoegd, is het aantal koudeminnende soorten verminderd en het aantal warmteminnende soorten toegenomen. Deze trend zet door. Leefgebieden van soorten verschuiven.

Daarnaast kan klimaatverandering invloed hebben op lokale standplaatscondities, waardoor de geschiktheid van gebieden voor soorten en ecosystemen verandert. Vooral waterbeschikbaarheid en -kwaliteit zijn hierbij van belang. In het nattere G-scenario blijft de frequentie van zomerdroogte nagenoeg gelijk, terwijl het 's winters natter wordt. Het G-scenario lijkt gunstig voor natte natuurwaarden (Witte 2013). In deze nattere scenario's spelen vooral de verandering in de soortensamenstelling en de geografische verspreiding een rol. Robuuste en samenhangende leefgebieden maken klimaatmigratie mogelijk.

³ Deze paragraaf is voor een belangrijk deel gebaseerd op onderzoek dat is uitgevoerd binnen het Thema Klimaatbestendig Platteland van Kennis voor Klimaat (zie bijvoorbeeld Kennis voor Klimaat (2014a) en Vos et. al. (2014)). Daarnaast is ondermeer gebruik gemaakt van de overzichtsstudie van Braakhekke et al (2014) en van verschillende studies van het Planbureau voor de Leefomgeving (PBL 2011, PBL 2012 en PBL 2013).



In de drogere scenario's neemt het watertekort in de zomerperiode aanzienlijk toe. Vooral (kleinere) ecosystemen op arme gronden, die sterk afhankelijk zijn van regenwater, worden beïnvloed (Witte 2013). Daarvoor zijn juist de ecosystemen van de hoge zandgronden en stuwwallen gevoelig:

- **Droge heide en droge bossen** krijgen te maken met een (sterk) toenemend vochttekort in het groeiseizoen, wat leidt tot een meer open vegetatie, andere soortensamenstelling en meer dynamiek. Droge heide kan te maken krijgen met verstuiving;
- **Natte heide- en hoogveengebieden** krijgen te maken met toenemende vochtdynamiek en langere droge periodes, waardoor herstel bemoeilijkt wordt en/of (in het geval van hoogveen) zelfs mogelijk afbraak kan plaatsvinden. Vennen kunnen droogvallen en verzuren. Ook natte leembossen zijn gevoelig voor vochttekort;

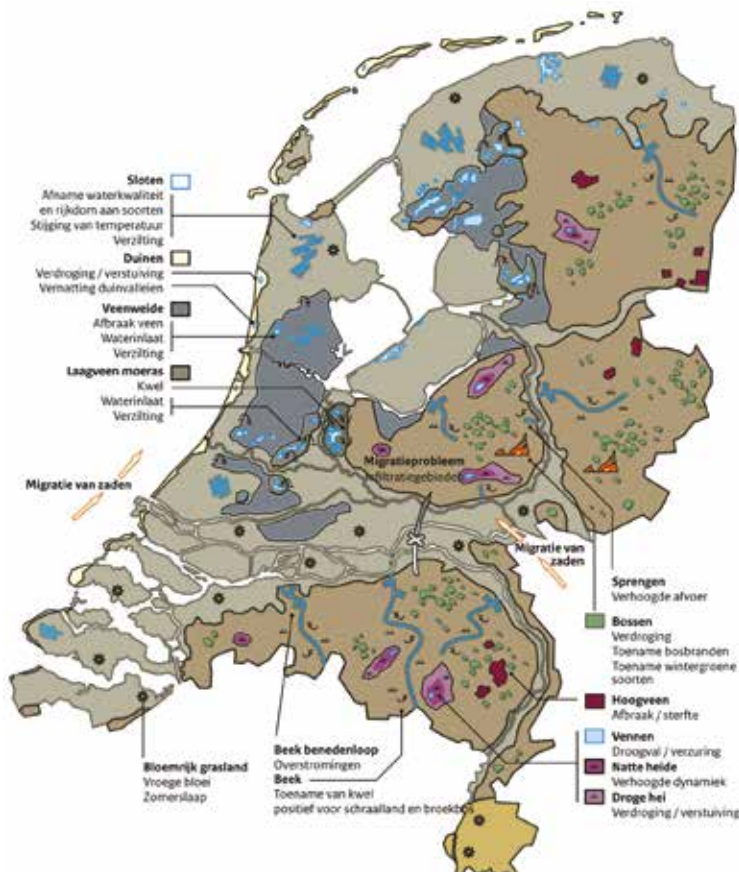
- **Beken** krijgen bij dalende grondwaterstanden te maken met droogval. In het WH-scenario neemt de afvoer van beken met 20 tot 50% af. Waar nu alleen bovenlopen geregeld droogvallen, zal dat in 2050 ook voor sommige middenlopen opgaan (Klijn et al 2012; Kuiper et. al. 2012). Veel beeknatuur vraagt om stromend water. Droogval heeft grote gevolgen voor de fauna.

Klimaatadaptatie

In alle klimaatscenario's krijgt de natuur te maken met verschuivende klimaatzones. Om de effecten daarvan op te vangen zijn verschillende samenhangende strategieën nodig (Vos et al 2014, Braakhekke et al 2014):

- Behoud en ontwikkeling van grote natuurgebieden; zo worden leefgebieden groot genoeg om populaties duurzaam in stand te houden;
- Verbinden van natuurgebieden; zo krijgen soorten de kans om te migreren naar geschikt leefgebied;

Afbeelding 9 • Schematisch overzicht van de effecten van klimaatverandering op natuur (Witte et. al. 2012).



- Behoud en herstel van natuurlijke processen en vergroting van de heterogeniteit binnen natuurgebieden; zo kunnen weersextremen beter worden opgevangen. Rekening houden met en gebruikmaken van systeemdynamiek werkt ook kostenbesparend, niet alleen in het natuurbeheer maar ook in het waterbeheer;
- Verbeteren van de standplaatscondities, vooral de aanpak van verdroging en vermessing. In de drogere klimaatscenario's neemt de verdroging van natuurgebieden toe, met negatieve gevolgen voor de natuurkwaliteit. Door water langer vast te houden en grondwaterstanden te verhogen, kan het negatieve effect van klimaatverandering in de droge klimaatscenario's deels gecompenseerd worden (Witte 2013).

Natuur heeft tijd nodig om te reageren op klimaatverandering. Hoe eerder adaptatiebeleid in de praktijk wordt gebracht, hoe groter de tijdsperiode voor de natuur om daarvan te profiteren en hoe grotere de kans dat eventuele onomkeerbare effecten kunnen worden voorkomen (Braakhekke et al 2014).

Klimaat effecten natuur in het stroomgebied van de Baakse Beek

Uit modelstudies voor de Baakse Beek blijkt dat de grondwaterstand in het droge WH-scenario in de zomerperiode sterk daalt, met ingrijpende gevolgen voor de watergerelateerde natuur. Onder het huidige beheersregime lijkt er zelfs te weinig neerslag te vallen om de gemiddeld hoogste grondwaterstand vast te houden, die aan het eind van de winter wordt bereikt – dit ondanks de nattere winters in het WH-scenario. In de modelstudie is berekend dat deze negatieve hydrologische effecten van klimaatverandering gecompenseerd kunnen worden door de ontwateringsbasis in het hele gebied met 20 cm te verhogen (en/of de bodemtoplaag te verwijderen). Daarvoor is een robuust aaneengesloten natuurgebied nodig; ook zal in een flinke buffer rond het natuurgebied het waterpeil omhoog moeten. Dit heeft uiteraard gevolgen voor de landbouw in het omringende gebied (Witte 2013).

Abbeelding 10 • Nu al vallen de bovenlopen van sommige beken droog, zoals de Baakse Beek hier op de foto. Bij de drogere klimaatscenario's krijgen beken steeds vaker te maken met droogval.





Kansen en bedreigingen

- De Ecologische Hoofdstructuur (EHS) en het Europese Natura 2000-netwerk bieden goede bouwstenen om de Nederlandse natuur meer klimaatbestendig te maken (Vos 2010, PBL 2012, Braakhekke et al 2014). Bij optrekkende klimaatzones kan een aangepaste EHS met goede verbindingzones soorten helpen te migreren naar gunstiger gebieden en klimaatzones. Dit vraagt mogelijk om een ruimtelijke herijking van de EHS, waarbij de voorkeur wordt verlegd naar bepaalde gebieden. Voor de bossen heidegebieden en de beekdalen in hoog Nederland is meer ruimtelijke samenhang nodig en herstel van de natuurlijke waterdynamiek;
- Klimaatverandering betekent dat (de nu nog statisch geformuleerde) natuurdoelen voor de Ecologische Hoofdstructuur en de Natura-2000 gebieden op termijn mogelijk niet meer gerealiseerd kunnen worden, omdat leefgebieden verschuiven en standplaatscondities veranderen. De uitdaging is om een systeem van natuurdoelstellingen en monitoring te ontwikkelen dat meer gericht is op het (flexibele) functioneren van ecosystemen en het vergroten van het adaptief vermogen van de natuur, en minder op het realiseren van (statische) doelsoorten en natuurdoeltypen (Kennis voor Klimaat 2014, PBL 2012; Braakhekke et. al. 2014);
- In de Rijksnatuurvisie die dit jaar verscheen (Natuurlijk Verder, Ministerie van Economische Zaken 2014), wordt het werken aan natuurlijke processen als een belangrijke pijler van het natuurbeleid benoemd. Dit biedt kansen voor klimaatadaptatie. Juist het bevorderen van natuurlijke processen is een goede methode om klimaatbestendige natuur te realiseren (Braakhekke et al 2014).
- In veel provincies wordt gewerkt aan beekherstel en waterconservering. Dit kan helpen om een deel van de klimaateffecten (ongewenste verdroging en wateroverlast) op natuur te beperken; het vergroot de (adaptatie)kansen voor de natuur (Braakhekke et al 2014);
- Investeren in robuuste en veerkrachtige natuurgebieden is niet alleen goed voor de natuur zelf, maar biedt ook kansen om andere klimaateffecten (kosteneffectief) op te vangen. De aanleg van klimaatbuffers vergroot de

sponswerking van het watersysteem, vermindert wateroverlast (in stedelijke gebied) en draagt bij aan duurzaam grondwaterbeheer. Laagverdampende natuurvegetaties vergroten de voeding van het grondwater en kunnen zo bijdragen aan duurzame drinkwaterwinning. Natuurontwikkeling in stedelijk gebied draagt bij aan het voorkomen van hittestress en wateroverlast. Volgens Braakhekke et al (2014) worden dergelijke meekoppelkansen nog onvoldoende benut.

Natuurbranden

Natuurbranden komen nu al geregeld voor. De afgelopen jaren hebben diverse grotere natuurbranden gewoed, zoals de duinbranden in Bergen/Schoorl (2009-2011) en de heidebrand op de Hoge Veluwe (2014). Volgens Staatsbosbeheer bedroeg de schade van de duinbranden in Schoorl meer dan 2,5 miljoen euro.

Droogte is een belangrijke risicofactor. In het droge jaar 2003 was het aantal berm-, bos-, en heidebranden volgens het CBS drie keer hoger dan normaal. Vooral in de droge klimaatscenario's neemt de kans op natuurbranden toe (PBL 2012, PBL 2013). In de Nationale Risicobeoordeling (Ministerie van BZK 2009) wordt het scenario 'onbeheersbare natuurbrand en grootschalige evacuatie' aangemerkt als 'zeer voorstelbaar'. De belangrijkste risicogebieden liggen op de hoge zandgronden. De kans op een grote natuurbrand op de Veluwe wordt geschat op eens in de 25 jaar; in extreem droge jaren op eens per twee jaar. Dit is aanzienlijk hoger dan maatschappelijk aanvaardbaar wordt geacht voor andere omgevingsrisico's, zoals overstromingen en het vervoer van gevaarlijke stoffen.

Een natuurbrand heeft in de eerste plaats gevolgen voor de natuur zelf, maar brengt daarnaast ook belangrijke veiligheids- en gezondheidsrisico's met zich mee. Recreatieparken, woonwijken en bedrijventerreinen kunnen worden bedreigd, evenals vitale infrastructuur en drinkwaterwinningen. Dit kan leiden tot grote maatschappelijke en economische schade.

PBL (2013) stelt dat natuurbranden nog een 'beleidsarm' dossier vormen in vergelijking met andere fysieke veiligheidsrisico's. De Inspectie Openbare Orde en Veiligheid (IOOV) heeft in het rapport Natuurbranden (2011) de wenselijkheid van een heldere verantwoordelijkheidsverdeling en interbestuurlijke samenwerking aangegeven. Inmiddels zijn daartoe stappen gezet, ondermeer via het landelijk project Interbestuurlijke Samenwerking Natuurbranden en het Nationaal Informatieknooppunt Natuurbranden, www.infopuntnatuurbranden.nl. Bij de (vroegtijdige) opsporing van natuurbranden worden nieuwe technieken ingezet, zoals satellieten en drones. Ook wordt een burger-net ingezet.

Tot 2028 wordt gewerkt aan de afronding van de Ecologische Hoofdstructuur, waarmee het areaal natuurgebied nog wordt uitgebreid. Het kan hierbij gaan om brandgevoelige natuur. Vooral in economische groeiscenario's neemt de recreatieve en stedelijke druk op natuurgebieden toe. Dat kan leiden tot hogere risico's op natuurbranden en tot grotere economische gevolgen. Daartegenover staat dat in de ruimtelijke planvorming – bijvoorbeeld bij de afweging op welke locatie nieuwbouw moet plaatsvinden – al vroegtijdig rekening kan worden gehouden met het risico op natuurbranden. In het beheer van (bestaande) natuurgebieden kan rekening worden gehouden met het terugdringen van het risico op (de onbeheersbare verspreiding) van natuurbranden, bijvoorbeeld door de aanleg van brandcorridors en de keuze voor het vegetatietype.





3.3 Land- en tuinbouw⁴

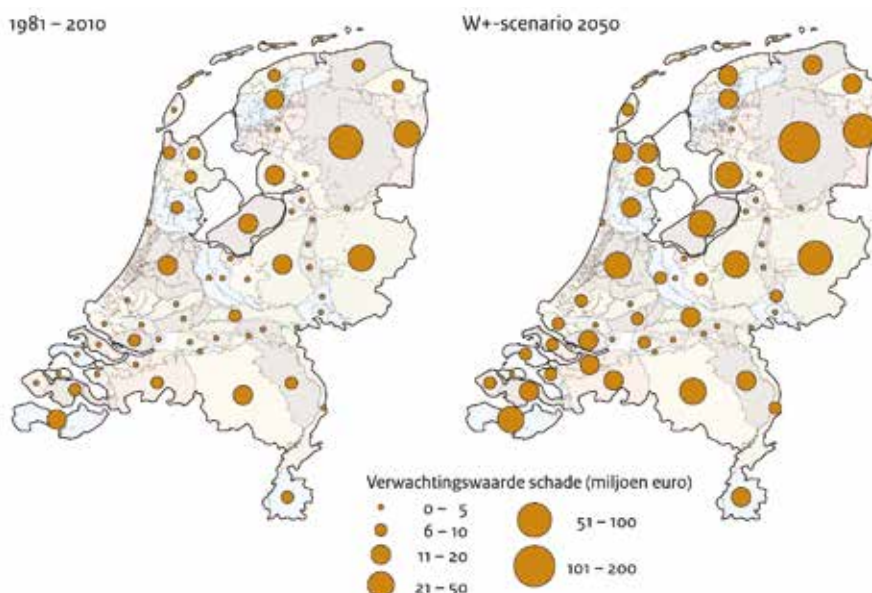
De land- en tuinbouw op de hoge zandgronden – en het daaraan gelieerde agrocomplex van onderzoek, onderwijs, toelevering, verwerking en distributie – behoort tot de meest innovatieve en concurrerende ter wereld, met toonaangevende centra als Greenport Venlo en Food Valley Wageningen UR.

De sector is met zo'n 65% de grootste grondgebruiker op de hoge zandgronden en van grote betekenis voor de regionale en nationale economie. Intensieve veehouderij, melkveehouderij, akkerbouw en tuinbouw zijn in economisch opzicht de belangrijkste sectoren; de melkveehouderij en de akkerbouw zijn als grondgebonden sectoren de grootste grondgebruikers (PBL 2012). Er zijn grote regionale verschillen, zowel qua bedrijfstype als -omvang. Verschillende regio's en sectoren zijn sterk gericht op de wereldmarkt, zoals de intensieve veehouderij in Brabant, Gelderland en Over-

ijssel, de grootschalige melkveehouderij in ondermeer noord Overijssel en Drenthe en de tuin- en akkerbouw rond de Peel en in west Brabant. Andere regio's zijn kleinschaliger van opzet en richten zich ook op verbreding (recreatie, zorg, natuur en landschap; Goosen & Van de Sandt 2010). Hoewel lang is aangenomen dat de Nederlandse landbouw in de toekomst flink zou krimpen (Grond voor Keuzes 1992; 'Waar de landbouw verdwijnt' (Pols et al 2005)), gaan sinds de groeiende mondiale vraag naar landbouwproducten en de opkomst van de teelt van energie- en grondstofgewassen verreweg de meeste scenario's tot 2050 uit van een ontwikkeling waarbij de trend van de afgelopen 50 jaar globaal wordt doorgezet: de Nederlandse land- en tuinbouw blijft van groot economisch belang en blijft de grootste grondgebruiker, het landbouwareaal neemt door andere ruimteclaims langzaam af en het aantal bedrijven blijft teruglopen met zo'n 3% per jaar. We krijgen minder maar grotere bedrijven, die de internationale concurrentie aan blijven kunnen. Schaalvergroting (grotere bedrijven) en intensivering (kennis- en kapitaalintensieve gewassen) zijn daarbij de dominante ontwikkelingsrichtingen. Verbrede (stads)landbouw blijft bestaan en kan lokaal van (groot) belang zijn, bijvoorbeeld in kleinschalige (recreatie)landschappen, maar neemt vanuit (nationaal) economisch perspectief geen leidende positie in (Kennis voor Klimaat 2013).

⁴ Deze paragraaf is voor een belangrijk deel gebaseerd op onderzoek dat is uitgevoerd binnen het Thema Klimaatbestendig Platteland van Kennis voor Klimaat (zie bijvoorbeeld Kennis voor Klimaat (2014a) en Vos et. al. (2014)). Belangrijke resultaten daarvan zijn opgenomen in de overzichtsstudie van Schaap et al (2014). Daarnaast is ondermeer gebruik gemaakt van verschillende studies van het Planbureau voor de Leefomgeving (PBL 2011, PBL 2012 en PBL 2013).

Afbeelding 11 • Droogterisico's in de landbouw in de huidige situatie (links) en in 2050, in het droogste klimaatscenario (rechts). Bron PBL 2012, naar Klijn et. al. 2011.



Waterbeheer

Voor de land- en tuinbouw is goed waterbeheer van groot (economisch) belang. In het voor- en het najaar (en tijdens zomerse piekbuien) moet de grondwaterstand laag genoeg zijn en/of moet overtollig water snel afgevoerd kunnen worden, om natschade te voorkomen. Grote delen van het landelijk gebied in hoog Nederland zijn in het verleden daarop ingericht. In droge zomerperiodes kan er juist sprake van watertekort, waardoor gewaschade optreedt. Vanwege de lage grondwaterstanden, de droogtegevoelige zandbodems en het feit dat er op tweederde van de hoge zandgronden geen wateraanvoer mogelijk is, zijn de hoge zandgronden ook nu al gevoelig voor droogteschade. In een gemiddeld droog jaar wordt de jaarlijkse droogteschade voor de hoge zandgronden op circa 100 miljoen euro geschat; in een extreem droog jaar op circa 400 miljoen euro (Ter Maat et al 2014). Om droogteschade te voorkomen kunnen grote delen van hoog Nederland beregend worden. Anders dan in laag Nederland speelt verzilting (van oppervlakte- en grondwater) op de hoge zandgronden geen rol van betekenis. Klimaatverandering leidt tot grotere weersextremen. Dat heeft gevolgen voor de land- en tuinbouw:

- **Toename natschade.** In alle klimaatscenario's zijn er nattere winters, nattere voor- en najaren, en – ook in zomerse periodes – grotere piekbuien. Dat betekent dat de kans op natschade in alle scenario's toeneemt.
- **Toename droogteschade in droge klimaatscenario's.** In de drogere μ -scenario's is er sprake van toenemende droogteschade. Volgens Ter Maat et al (2014) kan de droogteschade op de hoge zandgronden in een extreem droog jaar oplopen van 400 miljoen euro nu, naar 540 miljoen euro in 2050. In de nattere μ -scenario's - en bij lagere economische groeiscenario's – neemt de economische droogteschade niet toe, of kan zelfs afnemen (Ter Maat et al 2014; deze gegevens gaan uit van de drogere KNMI-06-scenario's; in de iets minder droge KNMI-14-scenario's zal de berekende droogteschade iets lager uitvallen).

Klimaatverandering betekent dus dat er hogere eisen aan het waterbeheer worden gesteld: het watersysteem moet in de toekomst kunnen inspelen op nattere perioden, piekbuien én op drogere perioden. Ontwikkelingen in de land- en tuinbouw kunnen die opgave versterken of verminderen:

- **Intensivering** van de land- en tuinbouw kan tot hogere eisen voor het waterbeheer leiden (watervoorziening, voorkomen natschade). Intensivering betekent vaak dat de ontwatering verbeterd moet worden en dat er minder mogelijkheden zijn voor waterconservering en tijdelijke waterberging van piekbuien op landbouwgrond. Grasland is redelijk goed bestand tegen tijdelijk hoge grondwaterstanden (en zelfs inundatie); akker- en tuinbouwgewassen over het algemeen niet. De economische schade door wateroverlast of droogte neemt toe bij kapitaalintensieve teelten en hogere productieniveaus. Daar staat tegenover dat intensivering van het agrarische grondgebruik het economisch rendabeler maakt om te investeren in de optimalisatie van het waterbeheer, bijvoorbeeld door de inzet van precisietechnieken en/of de aanleg van een eigen watervoorziening.
- **Schaalvergroting** in de landbouw biedt kansen als agrariërs zowel natte als droge percelen in hun bedrijfsvoering opnemen; zo wordt het bedrijfsrisico verkleind. Schaalvergroting lijkt voor sommige agrariërs een alternatieve strategie voor aanpassing van het waterbeheer (extra grond in plaats van extra beregenen, bijvoorbeeld). De eisen die de land- en tuinbouw stelt aan het waterbeheer (ontwatering en beregening) kunnen op gespannen voet staan met de eisen vanuit een robuust en natuurlijk watersysteem en vanuit de natuur.



Kansen en kwetsbaarheden

De ontwikkelingen in de Nederlandse land- en tuinbouw worden in sterke mate bepaald door de (wereld)markt, het (Europese) landbouw- en milieubeleid en de technologische ontwikkelingen. Verwacht wordt dat technologische ontwikkelingen tot 2050 nog tot aanzienlijk hogere productieniveaus kunnen leiden (Schaap et al 2014). Daarnaast speelt ook klimaatverandering een (toenemende) rol. Het effect van klimaatverandering in de land- en tuinbouw is nu al merkbaar. Door hogere temperaturen, hogere CO₂-concentraties en een verlengd groeiseizoen is de (gemiddelde) potentiële productie de afgelopen eeuw toegenomen; deze trend zal zich in de toekomst naar verwachting voortzetten. Uit modelberekening blijkt dat – als alleen wordt rekening gehouden met temperatuur en CO₂ – de potentiële gewasopbrengst tot 2050 kan stijgen met 4 tot 42%, afhankelijk van het gewas (Schaap et al 2014). Daarnaast kan klimaatverandering een positief effect hebben op de concurrentiepositie van de Nederlandse landbouw ten opzichte van landen in Oost en Zuid Europa, waar de uitgangssituatie minder gunstig is en klimaatverandering leidt tot grotere weersextremen, meer droogten en hogere temperaturen (zie ondermeer KNMI 2014). Tot slot biedt klimaatverandering kansen voor nieuwe

gewassen (zoals druiven en zonnebloem) en klimaatinnovaties – bijvoorbeeld op het gebied van waterbeheer, biotechnologie, early warning systems en sensortechnologie – die door de sterke Nederlandse handelspositie internationaal vermarkt kunnen worden (zie bijvoorbeeld Blom-Zandstra & Goosen (2010) en Prins (2011)). Tegenover deze kansen staan ook kwetsbaarheden. Doordat het risico op extreme weersituaties toeneemt (droogte, noodweer, wateroverlast, hagel, hittegolven) kan er meer economische schade ontstaan. Ook de kans op ziektes, plagen en onkruiden neemt naar verwachting toe. Een langer groeiseizoen en een warmer voorjaar hebben bijvoorbeeld nu al geleid tot nieuwe warmteminnende ziektes en plagen, zoals de knut, die blauwtong bij dieren kan overbrengen gebracht. Ook nat-schade (natter voorjaar, natter najaar, meer zomerse piekbuien) en langere droogteperiodes kunnen de productie en productkwaliteit (sterk) nadelig beïnvloeden (zie kader).

Of – en in welke mate – daadwerkelijk schade optreedt, is sterk afhankelijk van het type gewas en het precieze moment waarop het weersextrem optreedt. Aardappels (en uien) zijn relatief sterk gevoelig voor klimaatverandering (warmere winters leiden bijvoorbeeld tot rot tijdens opslag;

Afbeelding 12 • Nu al worden veel landbouwgronden 's zomers beregend. In droge klimaatscenario's neemt de beregeningsbehoefte verder toe, zeker bij kapitaalintensieve teelten. Nieuwe precisietechnieken kunnen helpen om efficiënter te beregenen.



warme en natte omstandigheden leiden tot een verhoogde schimmeldruk). Suikerbiet en tarwe zijn relatief weinig gevoelig, evenals grasland. Potentiële productiestijging of verhoogde kansen op gewasschade zijn overigens niet één op één te vertalen in stijgende of dalende bedrijfseconomische resultaten; bij stijgende productieniveaus en goede oogsten kan de marktprijs dalen, waardoor de bedrijfseconomische resultaten juist tegenvalen – en omgekeerd (Schaap et al 2014).

In zijn algemeenheid lijkt de Nederlandse land- en tuinbouw zich tot 2050 binnen de bestaande landbouwstructuur aan te kunnen passen aan klimaatverandering. De landbouw is economisch gedreven en adaptief, en kan in principe goed reageren op geleidelijke klimaatveranderingen, omdat de benodigde wijzigingen in technologieën, gewasteelten en landbouwsystemen een relatief korte reactietijd hebben en economisch rendabel kunnen worden toegepast (KNMI 2014; Schaap et al 2014). De invloed van de (wereld)markt, het Europese (marktordenings)beleid en de technologische ontwikkelingen in de agrarische sector zijn (vooralnog) belangrijker voor de ontwikkelingen in de land- en tuinbouw dan klimaatverandering (Kennis voor Klimaat 2013, Schaap et al 2014).

Internationale klimaatkwetsbaarheden

De Nederlandse land- en tuinbouw is sterk internationaal georiënteerd. Negatieve klimaat-effecten in het buitenland (zoals een sterke daling van de sojaproductie door aanhouden-de droogten) kunnen voor de Nederlandse land- en tuinbouw risico's met zich meebrengen, zoals een verstoring van de voedsel- en handelsstromen of van de aanvoer van grondstoffen of toenemende prijsfluctuaties (zie bijvoorbeeld Van der Weijden et al 2011, PBL 2013 en Schaap et al 2014). Het PBL (2013) constateert dat dergelijke buitenlandse klimaat-effecten voor de Nederlandse (en Europese) landbouw nog onvoldoende in kaart zijn gebracht.

Diergezondheid

Grote delen van de hoge zandgronden worden gekenmerkt door hoge veedichtheden in de melkveehouderij en de intensieve veehouderij. Verwacht wordt dat die hoge veedichtheden blijven bestaan en (in de melkveehouderij) mogelijk zullen toenemen. De afgelopen decennia heeft de veehouderij op de hoge zandgronden verschillende keren te maken gekregen met dierziektenepidemieën, met grote maatschappelijke en sociaaleconomische gevolgen. De varkenspestepidemie van 1997 was na de Watersnoodramp van 1953 de duurste ramp die Nederland getroffen heeft (zie bijv. Bleumink 2007). Ook de Mond- en Klauwzeerepidemie van 2001, de Vogelgriep-epidemie van 2003 en de Q-koortsep- idemie van 2007 hebben grote economische en maatschappelijke gevolgen gehad. De Q-koortst heeft tussen 2007 en 2010 in vooral Brabant geleid tot naar schatting 50.000 menselijke infecties en 25 sterfgevallen (www.rivm.nl).

Klimaatverandering kan de verspreiding beïnvloeden van organismen die invloed hebben op het vóórkomen van dierziekten. De afgelopen jaren is bijvoorbeeld het verspreidingsgebied van de knut, die blauwtong bij dieren kan overbrengen, naar het noorden opgeschoven (PBL 2012). Het PBL (2013) stelt dat vooral de gezondheidsrisico's aandacht vragen die ontstaan door (nieuwe) infectieziekten. "Een plotselinge uitbraak of de uitbreiding van ziektes onder mens en dier kunnen grote maatschappelijke gevolgen hebben. Zie bijvoorbeeld de ervaringen met SARS in Zuidoost-Azië en de uitbreiding daarvan naar Europa, en de uitbraak van blauwtong bij schapen. (...) Vooralsnog vormen de intensieve internationale reis- en transportbewegingen en het wereldwijde handelsverkeer de belangrijkste risico's (...). Maar op langere termijn, als de verspreidings- en vestigingscondities voor ziekten en plagen veranderen en gunstiger worden, kan de invloed van klimaatverandering toenemen." Het PBL stelt dan ook dat een herijking van de gezondheidsrisico's door klimaatverandering op zijn plaats is.



3.4 Stedelijke centra⁵

Stedelijke centra op de hoge zandgronden zijn belangrijke economische motoren, niet alleen voor hoog Nederland zelf, maar voor heel Nederland. Brainport Eindhoven en Kennispark Twente behoren tot de meest kennisintensieve, creatieve en innovatieve regio's in Europa, en worden internationaal gerekend tot de meest aantrekkelijke vestigingslocaties voor bedrijven. In logistiek opzicht behoren West-Brabant en de Hotspot Venlo tot de Nederlandse topsectoren; Chemelot is internationaal toonaangevend voor de chemische industrie. Ook knooppunten als Deventer-Zutphen-Apeldoorn en Arnhem-Nijmegen zijn belangrijke stedelijke centra voor de regionale economie. In deze gebieden blijft de ruimtelijke druk naar verwachting hoog. De Structuurvisie Infrastructuur en Ruimte (2012) verwacht dat in de regio Eindhoven tot 2040 nog zo'n 40.000 nieuwe woningen moeten worden gebouwd. In veel steden en dorpen zullen (oudere) woonwijken, kantoorpanden en bedrijventerrein worden geherstructureerd. In het kader van het topsectoren- en ruimtelijke beleid werken overheden in de stedelijke centra aan het versterken van de concurrentiekracht, de (grensoverschrijdende) bereikbaarheid en het vestigingsklimaat voor (buitenlandse) bedrijven en kenniswerkers. Naast hoogwaardige (stedelijke) woonmilieus en voorzieningen vraagt dat om hoogwaardige en toegankelijke landschappen, recreatieve voorzieningen, de mogelijkheid om landelijk te wonen en een robuust natuurnetwerk.

⁵ Binnen het Deltaprogramma en het onderzoeksprogramma Kennis voor Klimaat zijn afzonderlijke deelprogramma's opgezet rond klimaatadaptatie in stedelijke gebieden ('Nieuwbouw en herstructurering' / Climate Proof Cities). Naast waterveiligheid – dat vooral van belang is voor laag Nederland – is er binnen de deelprogramma's aandacht voor hitte, wateroverlast en droogte. Deze paragraaf is mede gebaseerd op resultaten van deze deelprogramma's (Deltaprogramma Nieuwbouw en Herstructurering 2013, Manifest Klimaatbestendige Stad 2013) en op een aantal algemene publicaties (Goosen & Van den Sandt 2010, PBL 2011, PBL 2012 en PBL 2013, Kennis voor Klimaat 2013, KNMI 2014). Binnen Kennis voor Klimaat zijn voor de Hotspots regio Haaglanden en regio Rotterdam stedelijke klimaatadaptatiestrategieën ontwikkeld (zie bijvoorbeeld Rotterdam Climate Change Adaptation Strategy 2013). De publicatie van Pötz & Bleuzé (2012) biedt een breed overzicht van (groene) adaptatiemaatregelen en klimaatbestendige inrichting van stedelijke gebieden.

Andere delen van hoog Nederland hebben een overwegend ruraal karakter. Een aantal regio's, zoals de Achterhoek en delen van Drenthe, krijgt te maken met een verdere bevolkingsterugloop, waardoor het voorzieningenniveau in dorpen onder druk komt te staan.

Kwetsbaarheden

Klimaatverandering brengt voor stedelijke gebieden belangrijke opgaven met zich mee:

- **Hitte.** In de zomerperiode neemt de kans op (aanhoudende) hittegolven toe. Hittegolven kunnen leiden tot vervroegde sterfte – zoals de hittegolf van 2003 heeft laten zien – en tot een toename of verergering van bestaande gezondheidsklachten en ziektes. Daarnaast leidt hitte tot afname van de arbeidsproductiviteit en een toename van het energiegebruik (airco's). Het optreden van hittegolven valt samen met een verhoogd risico op de vorming van zomersmog, wat tot extra gezondheidsproblemen kan leiden. Warmteoverlast treedt vooral op in stedelijke centra, bedrijventerreinen en industriële gebieden (dit zijn zogenaamde Urban Heat Islands, waar in warme periodes hitteopbouw plaatsvindt). In stedelijke gebieden wordt meer warmte gecreëerd en vastgehouden dan op het platteland, zijn er minder schaduwrijke groengebieden en is er minder wind en ventilatie. Veel steden op de hoge zandgronden blijken gevoeliger te zijn voor hitte-eilanden dan steden in laag Nederland. Dit komt door de eigenschappen van de ondergrond (zand, diep grondwater), de relatief hoge verhardingsgraad en de vaak lagere bouwwijze (minder hoogbouw betekent minder luchtcirculatie en schaduw).
- **Wateroverlast.** In de winterperiode neemt de hoeveelheid en de intensiteit van de neerslag toe. Ook de omvang en intensiteit van zomerse stortbuien neemt (sterk) toe. Dit kan in alle stedelijke gebieden leiden tot wateroverlast, vuil water op straat en economische schade aan gebouwen, infrastructuur en openbare ruimte. Vooral steden in reliëfrijke gebieden (zoals Enschede), in de benedenlopen van beken en aan de randen van de zandgebieden (zoals Den Bosch en Meppel), zijn kwetsbaar. Deze gebieden krijgen niet alleen te maken met hun eigen

neerslag, maar ook met bovenstroomse afvoer. In winter en voorjaar kunnen de afvoermogelijkheden in deze lager gelegen gebieden nog eens beperkt worden door hoge waterstanden op de grote rivieren (zie §3.1.1). Nieuwbouw op laaggelegen locaties die gevoelig zijn voor wateroverlast, kan de problemen met wateroverlast versterken of elders tot extra problemen leiden.

- **Droogte.** Aanhoudende droogteperiodes kunnen leiden tot (grond)waterstandsval en watertekorten, wat kan leiden tot aantasting van het stedelijke groen. Hoge watertemperaturen, geringe waterdieptes en onvoldoende doorstroming kunnen dan juist in het stedelijk gebied leiden tot blauwalgen, botulisme, vissterfte of stankoverlast (Klijn et. al. 2012).

Kansen en bedreigingen

- **Gunstiger (vestigings)klimaat.** In internationaal opzicht is klimaatverandering gunstig voor het vestigings- en woonklimaat in Nederland. Investeren in klimaatadaptatie kan het woon- en vestigingsklimaat bovendien nog eens versterken. Investeren in (ruimte voor) waterberging en groene infrastructuur ver-

hoogt de leefbaarheid, verbetert de gezondheid en stimuleert de economie. Het draagt bij aan hoogwaardige (stedelijke) woonmilieus en aan toegankelijke recreatieve landschappen en voorzieningen. Dat is goed voor de internationale concurrentiekracht van de regio (Water op de hoogte 2012.)

- **Voldoende aansprekende en kosteneffectieve maatregelen.** Er zijn goedkope en flexibele maatregelen ontwikkeld die op korte termijn kunnen worden ingezet om hitte en wateroverlast (gedeeltelijk) aan te pakken, zoals isolatie van gebouwen (in combinatie met energiebesparing), de aanleg van groene daken en het aanpassen van de bestrating voor waterberging. Daarnaast zijn er (gecombineerde) ruimtelijke (systeem)maatregelen beschikbaar. De aanleg van parken, waterbergings- en infiltratiegebieden, beschaduwde corridors, 'windsingels' en (stromende) waterpartijen kan zowel bijdragen aan het terugdringen van de hitteopbouw, de opvang van piekbuien als aan de aanvulling van het grondwater – hoewel de aanleg van grote waterpartijen door warmte-uitstraling ook juist tot nachtelijke opwarming kan leiden. PBL 2011 stelt dat dergelijk maatregel-

Afbeelding 13 • Klimaatverandering kan niet alleen leiden tot hittestress, maar ook tot andere gezondheidsrisico's, zoals een toename van de blootstelling aan UV, van luchtwegallergieën en hooikoorts, en van voedsel- en (drink)waterinfecties (PBL 2012, KNMI 2014). Klimaatverandering kan ook bijdragen aan de bredere verspreiding van bijvoorbeeld teken (die de ziekte van Lyme overbrengen) en de eikenprocessierups (die allergische en toxische reacties veroorzaken). Het kaartje laat zien dat het verspreidingsgebied van bijvoorbeeld de eikenprocessierups de afgelopen decennia naar het noorden toe is opgeschoven (bron: PBL 2012).





len robuust en doelmatig zijn, en vooral ingezet kunnen worden bij herstructurering en nieuwbouw⁶.

- **Meekoppelkansen.** Het stedelijk gebied is voortdurend in ontwikkeling. Door nieuwbouw en herstructurering van gebouwen, infrastructuur en riolering klimaatbestendig vorm te geven, kan klimaatadaptatie tegen relatief weinig kosten meegenomen worden.

⁶ Volgens het PBL (2011) zouden het verbeteren van het huidige watersysteem en een verbeterde inrichting van de openbare ruimte een besparing kunnen opleveren van 9 miljard euro ten opzichte van de geraamde 12,5 miljard euro aan investeringskosten als alleen door aanpassing van het rioolstelsel de wateroverlast zou moeten worden opgevangen.

- De belangrijkste bedreiging in het stedelijk gebied is dat bij nieuwbouw (en mindere mate ook herstructurering) geen of onvoldoende rekening wordt gehouden met klimaatverandering. Woningbouw of bedrijfsontwikkeling op de foute plek kan de (extra) ruimte die nodig is voor waterberging beperken of de druk op het watersysteem (elders) vergroten. Dit kan de problemen rond wateroverlast vergroten en tot aanzienlijke schade en/of beheerskosten leiden.

Afbeelding 14 • In de toekomst krijgen we te maken met meer extreme piekbuien. Juist in stedelijke gebied kan dat leiden tot aanzienlijke wateroverlast, zoals hier in Arnhem.



3.5 Recreatie en toerisme

Toerisme en recreatie zijn belangrijke economische (groei)sectoren op de hoge zandgronden. Een breed aanbod van aantrekkelijke en toegankelijke (agrarische) landschappen en natuurgebieden – vaak op een steenworp afstand van stedelijke centra – is daarin een belangrijke troef. Fietsprovincie Drenthe, de Veluwe, de Maasplassen, Wieden en Weerribben en Midden-Brabant behoren tot de landelijke top van toeristische bestemmingen. In de provincie Overijssel was de sector in 2012 bijvoorbeeld goed voor bijna 6% van de werkgelegenheid (tegen 4% in de landbouw en ruim 7% in de bouwsector).

Klimaatverandering biedt volgens PBL (2012 en 2013), Goosen & Van de Sandt (2010) en Water op de hoogte (2012) kansen voor de sector, zeker in economische groeiscenario's. Nederland krijgt letterlijk een aantrekkelijker klimaat voor recreanten en buitenlandse toeristen (hogere temperaturen, meer zomerse (zon)dagen, langer zomerseizoen), ook ten opzichte van bestaande populaire Zuid-Europese vakantiebestemmingen, waar het

in de toekomst 's zomers mogelijk te heet wordt. Daarvoor is het wel nodig om te blijven investeren in aantrekkelijke landschappen, groene stedelijke corridors, natuurgebieden en voorzieningen, ook door de sector zelf. Tegenover de kansen staan ook risico's. Klimaatverandering kan leiden tot een toename van gezondheidsrisico's voor (buiten)recreanten, zoals allergische reacties en teken. Oppervlakte- en zwemwater wordt gevoeliger voor blauwalg en bacteriële besmettingen, waardoor gezondheidsrisico's kunnen ontstaan. Voor de pleziervaart kan in droge periodes hinder bij sluizen ontstaan, omdat die beperkt geschikt worden.

Afbeelding 15 • Klimaatverandering biedt kansen voor recreatie en toerisme.





Deel 2

Bouwstenen voor klimaatadaptatie

Van sectorale kansen en kwetsbaarheden
naar een samenhangende aanpak

1. Inleiding

In deel 1 zijn de kansen en kwetsbaarheden van klimaatverandering voor verschillende sectoren op de hoge zandgronden in kaart gebracht. Die kansen en kwetsbaarheden hangen ruimtelijk en inhoudelijk vaak sterk met elkaar samen. Waterbeheer en ruimtelijke inrichting zijn daarin de belangrijkste verbindende schakels. Het gaat met name om:

1. **Toenemende wateroverlast en natschade.** In alle klimaatscenario's wordt het 's winters (en in voor- en najaar) natter en zijn er 's zomers meer piekbuien. Dit leidt tot extra wateroverlast in stedelijke gebieden en tot extra natschade in de land- en tuinbouw. Dit vraagt in alle scenario's om extra ruimte voor de opvang van water. Verschillende waterschappen houden hier bij de dimensionering van hun waterbergingsprojecten overigens al rekening mee. Ingrijpende problemen met winterse wateroverlast, zoals bij Den Bosch in 1995, zijn pas na 2050 te verwachten.
2. **Toenemende droogte en zoetwatertekorten,** met name in de drogere klimaatscenario's en/of bij een sterk stijgende watervraag. Ook nu al leiden watertekorten in drogere jaren tot aanzienlijke (droogte)schade in de land- en tuinbouw en tot verdroging van natuurgebieden.
3. **Stedelijk leefklimaat onder druk.** In alle klimaatscenario's krijgen steden te maken met een toenemende kans op hittestress en zomersmog, problemen met de oppervlaktewaterkwaliteit en wateroverlast, zowel 's winters als 's zomers. Slimme multifunctionele ruimtelijke inrichtingsmaatregelen kunnen deze problemen vaak in samenhang oplossen. Ze dragen bij aan de versterking van een aantrekkelijk woon- en vestigingsklimaat van de stedelijke centra. In de zoetwaterstrategie van het Deltaplan Hoge Zandgronden (DHZ) en Zoetwatervoorziening Oost Nederland (ZON; zie ook het kader) zijn maatregelen opgenomen om problemen op te lossen; daarnaast moeten ook de meekoppelkansen bij nieuwbouw en herstructurering benut worden.
4. **Ruimtelijke samenhang natuur onvoldoende.** In alle scenario's krijgt de natuur te maken met verschuivende klimaatzones, en in de drogere scenario's ook met toenemende watertekorten. Om de effecten daarvan op te vangen zijn meer robuuste en samenhangende natuurgebieden nodig, waar ruimte is voor natuurlijke processen. Dat vraagt om meer ruimte dan nu in de Ecologische Hoofdstructuur is voorzien. Daarnaast vraagt klimaatverandering ook om bijstelling van de natuurdoelen; die zijn nu te statisch geformuleerd.
5. **Waterkwaliteit onder druk.** Veel beken en waterlopen op de hoge zandgronden voldoen nog niet aan de ecologische kwaliteitsdoelstellingen uit de Kaderrichtlijn Water (KRW). Klimaatverandering leidt ook nu al tot extra belasting van het watersysteem; dat neemt bij verdere klimaatverandering naar verwachting toe. Dat betekent dat het 'gat' tussen de gewenste en de verwachte ecologische toestand van wateren verder zal toenemen en dat er naar verwachting al vóór 2027 extra maatregelen nodig zijn – bovenop de al geplande maatregelen in de huidige generatie stroomgebiedbeheerplannen – om aan de doelstellingen te voldoen. Op dit moment wordt gewerkt aan een nieuwe generatie beheerplannen die eind 2015 gereed moeten zijn.
6. **Verhoogd risico op natuurbranden.** Vooral in droge klimaatscenario's neemt het risico op (onbeheersbare) natuurbranden toe. De belangrijkste risicogebieden liggen op de droge zandgronden. De kans op een grote natuurbrand op de Veluwe wordt geschat op eens in de 25 jaar. Naast het investeren in waarschuwingssystemen, kan het risico op natuurbranden ook verminderd worden door ruimtelijke maatregelen, zoals de aanleg van corridors⁷.

⁷ Klimaatverandering kan voor de hoge zandgronden ook (nieuwe) risico's op het gebied van menselijke en dierlijke gezondheid met zich meebrengen; dit vraagt met name om nauwere internationale samenwerking en goede (internationale) signalerings- en monitoringsystemen, en minder om (ruimtelijke) maatregelen op regionaal niveau. In deel 2 en 3 besteden we daarom geen aandacht aan deze klimaatrisico's. In de Nationale Adaptatie Strategie van 2016 en op Europees niveau zal hieraan wel nadere aandacht worden besteed.



Sociaaleconomische en (daaraan gerelateerde) ruimtelijke ontwikkelingen kunnen deze klimaatopgaven verscherpen, maar bieden ook mogelijkheden voor adaptatie en meekoppeling. In sociaaleconomische groeiscenario's kan de watervraag bijvoorbeeld sterk groeien; daar tegenover staat dat (technologische) ontwikkelingen, zoals precisietechnieken, hergebruik van water en nieuwe samenwerkingsverbanden de watervraag juist kunnen verminderen. Nieuw-

bouw en herstructurering bieden meekoppelkansen voor klimaatbestendige stedenbouw, maar stedelijke uitbreiding kan het watersysteem ook onder druk zetten en elders tot extra wateroverlast leiden; de Watertoets stuurt nog onvoldoende in de locatiekeuze voor nieuwbouwprojecten.

Op de hoge zandgronden is er de afgelopen jaren groeiende aandacht geweest voor klimaatverandering. In het kader van het Deltaprogramma

Adaptatiestrategie zoetwatervoorziening hoge zandgronden

In drogere klimaatscenario's (of als de watervraag door economische groei toeneemt) is de huidige zoetwaterstrategie – waarbij zo veel mogelijk in de watervraag van alle functies wordt voorzien – volgens het Deltaprogramma Zoetwater op de langere termijn niet meer houdbaar. Voor de hoge zandgronden neemt het Deltaprogramma Zoetwater de regionale adaptatiestrategie van DHZ en ZON over (Zoetwatervoorziening hoge zandgronden 2014):

1. **Geen nieuwe grootschalige wateraanvoer vanuit het hoofdwatersysteem.** De bestaande wateraanvoer wordt gehandhaafd en geoptimaliseerd. Zo kunnen aanvoercapaciteit en bediend areaal met nog zo'n 10% groeien. In extreem droge periodes bestaat het risico dat de Maasafvoer te laag wordt voor (extra) wateraanvoer. Bij de Midden-Limburgse en Brabantse kanalen moet daarom worden bekeken of aanvullende maatregelen nodig zijn, of dat tekorten geaccepteerd moeten worden.
2. **Optimaliseren mogelijkheden voor zelfvoorziening,** door (beter) gebruik te maken van het gebiedseigen grond- en oppervlaktewater. Dit geldt vooral voor gebieden waar geen wateraanvoer mogelijk is. Zelfvoorziening geldt als handelingsperspectief niet alleen voor de hoge zandgronden als geheel, maar ook voor deelgebieden en afzonderlijke gebruikers. Een hogere graad van zelfvoorziening wordt bereikt door a) zuinig gebruik en hergebruik van water en b) voorraadvorming in vooral het grondwater. Voorraadvorming op maaiveld (in kunstmatige bassins of in retentiebekkens) is volgens DHZ/ZON vaak te duur en economisch alleen rendabel bij hoogintensieve gebruiksvormen. Voorraadvorming kan plaatsvinden door een deel van het jaarlijkse neerslagoverschot op te slaan dat nu nog in het winterhalfjaar en bij zomerse piekbuien wordt afgevoerd.
3. **Op termijn:** accepteren van en adapteren aan drogere situaties. Op termijn treden vaker periodes op met onvoldoende water. Door de bedrijfsvoering (of natuuroeltypen) (substantieel) aan te passen, kan hierop worden ingespeeld. Soms is het economisch rendabeler om droogteschade te accepteren.

Om deze strategie uit te voeren kiezen DHZ en ZON voor een combinatie van maatregelen:

- **Altijd goed.** (Facilitering van) een brede inzet van overwegend bestaande 'best practices' op bedrijfsniveau (zoals efficiënt beregenen en samengestelde drainage), die ook nu al kosteneffectief zijn;
- **Innovaties.** Innovatie maatregelen gericht op het verbinden van waterstromen, samenwerking en kennisuitwisseling tussen (private) sectoren;
- **Robuust en veerkrachtig watersysteem:** herontwerp van het watersysteem gericht op een nieuwe balans tussen watertekort en wateroverlast, zowel in het landelijke - als het stedelijk gebied. Naast fysieke maatregelen (zoals beekherstel) betreft het ook R.O.-maatregelen, waarbij de meest waterafhankelijke functies bij voorkeur geïmplementeerd zijn op locaties waar ook in droge perioden nog voldoende water beschikbaar is. Het initiatief hiervoor ligt in eerste instantie bij de regionale overheden;
- **Economisch perspectief.** Dit betreft investeringen van private partijen in het watersysteem – zoals de aanleg van een retentiebekken–recreatieplas – die bijdragen aan een duurzaam watersysteem.

Zoetwater hebben waterschappen, provincies, gemeenten en maatschappelijke partrijen in de regio's oost en zuid adaptatiestrategieën ontwikkeld, die vooral bedoeld zijn om in te spelen op de gevolgen van toenemende droogte en zoetwater tekorten (zie kader). Het vergroten van de zelfvoorzienendheid is hierin de belangrijkste hoofdkeuze. Omdat watertekorten in drogere jaren nu ook al tot aanzienlijke (droogte)schade en kosten leiden, is zo'n strategie ook nu al (kosten)effectief en verstandig.

Hoewel er in deze adaptatiestrategieën ook maatregelen zijn opgenomen om wateroverlast en hittestress in het stedelijke gebied aan te pakken, en er op hoofdlijnen afstemming is gezocht met de klimaatopgaven rond toenemende wateroverlast, vraagt het brede spectrum aan klimaatopgaven om een bredere en meer integrale (en ruimtelijke) adaptatiestrategie, waarin alle (ruimtelijke) aspecten van klimaatverandering meegenomen kunnen worden. Dat vraagt uiteindelijk – zoals de strategieën van DHZ en ZON zelf ook stellen – om een 'herontwerp van het watersysteem, waarin een nieuwe balans is gevonden tussen watertekort en wateroverlast, zowel in het landelijke als het stedelijk gebied.'

Zo'n brede benadering biedt extra meekoppelkansen en mogelijkheden voor synergie. Gericht investeren in bijvoorbeeld een groene stedelijke corridor betekent ook extra ruimte voor klimaatrobuuste natuur, extra (ruimte voor) waterberging, minder droogte, een aantrekkelijker woon- en vestigingsklimaat en kansen voor toerisme.

Dit hoofdstuk schetst een beeld voor een toekomstige klimaatrobuuste inrichting van de hoge zandgronden. Omdat de hoge zandgronden te divers zijn om één samenhangend toekomstbeeld te ontwikkelen (zie ook deel 3), reikt dit hoofdstuk vier 'schematische' bouwstenen aan. Het beekdal is daarin de basiseenheid. In het geschetste beeld is de regio op de langere termijn minder kwetsbaar voor klimaatverandering en worden klimaatkansen benut. Het gaat om de volgende bouwstenen:

1. Klimaatrobuust watersysteem: Water als ordenend principe;
2. Ecologische veerkracht: Natuur als kans;
3. Vitale land- en tuinbouw: Naar een nieuw evenwicht;

4. Verbonden stad en land: Klimaatadaptatie als kans voor een aantrekkelijk woon- en vestigingsklimaat.

De bouwstenen zijn niet bedoeld als statisch 'eindbeeld', maar meer als inspiratiebron en denkrichting. Ze kunnen helpen om de handelingsperspectieven voor de komende jaren duidelijker in beeld te brengen: welke stappen moeten gezet worden om de hoge zandgronden klimaatrobuuster te maken? Het gaat daarbij niet alleen om de brede introductie van bedrijfsgerichte maatregelen – die eveneens belangrijk zijn – maar ook om systeemveranderingen en fundamentele keuzes, bijvoorbeeld over de ruimtelijke inrichting van de hoge zandgronden en de manier waarop de grondwatervoorraad duurzaam beheerd kan worden. Die handelingsperspectieven komen in deel 3 aan bod.

2. Klimaatrobuust watersysteem

Water als ordenend principe

Steeds breder wordt erkend dat beeksystemen karakteristiek zijn voor de hoge zandgronden en een sleutelrol kunnen vervullen bij een geïntegreerde regionale klimaatadaptatie (Verdonschot 2010; Vonk et al. 2010, Goosen & Van de Sandt 2010, Strootman 2013, Gidsmodel Natuurlijke Alliantie, Zoetwatervoorziening hoge zandgronden 2014). Het herstel van natuurlijke en stromende beeklopen kan bijdragen aan het opvangen van wateroverlast bij piekafvoeren. De beken vormen een stelsel van natuurlijke verbindingen voor natuur. Als het beekstelsel veel ruimte heeft, is er ruimte voor landschapsvormende processen, zoals meanderen. Zo ontstaan meer geleidelijke overgangen van hoge naar lage dynamiek, waarmee weersextremen beter kunnen worden opgevangen. Ruimte voor natuurlijke processen is belangrijk voor het vergroten van het adaptatievermogen van de natuur (Braakhekke et. al. 2014).

Als beekherstel - dat nu vooral gericht is op waterkwaliteitsdoelen, waterberging en natuur – ook voor droogtebestrijding en voorraadvorming wordt ingezet, betekent dat, dat de beek minder diep moet worden en meer water moet kunnen vasthouden. Dat vraagt mogelijk iets meer ruimte,



maar heeft vooral ook gevolgen voor de omliggende (landbouw)percelen: die worden natter. Beekdalbrede inrichting vraagt daarom (op termijn) ook om aanpassing van het grondgebruik en op sommige plekken aanpassen van de normen voor wateroverlast.

Op de flanken van het beekdalsysteem kan gewerkt worden aan waterconservering; de brongebieden kunnen ingericht worden als zogenaamde klimaatbuffers (zie kader). De klimaatbuffer Weerterbos werkt bijvoorbeeld als een spons. Het gebied dempt neerslagpieken en draagt zo bij aan het voorkomen van wateroverlast benedenstrooms. Later laat het gebied het water weer los, waarmee het bijdraagt aan de zoetwatervoorziening. Het gebied zorgt ook voor extra recreatiemogelijkheden.

De ontwikkeling van zo'n natuurlijker watersysteem kan ook een belangrijke rol spelen in de ontwikkeling van aantrekkelijke recreatieve landschappen en woonmilieus, en een bijdrage leveren aan de oplossing van stedelijke klimaatopgaven. Deze benadering wordt ook wel 'ecosystem-based climate adaptation' genoemd, of 'green adaptation'.

Deels kan deze 'beekdalbrede benadering' gerealiseerd worden door nog geplande grondaankopen voor de EHS of voor beekherstel voor de Kaderrichtlijn Water te benutten (en waar nodig bij te sturen), deels ook door nieuwe gebieden te verwerven. Daarnaast zal ook gezocht moeten worden naar nieuwe arrangementen, bijvoorbeeld op het gebied van collectief agrarisch natuurbeheer, verbrede landbouw en/of multifunctioneel grondgebruik, zoals de combinatie tussen waterberging en -zuivering en biomassateelt (zie voor voorbeelden Ellen et al 2011). Voor de realisatie is samenwerking met de streek van doorslaggevend belang.

Afbeelding 16 • Beeksystemen zijn karakteristiek voor de hoge zandgronden en kunnen een sleutelrol vervullen bij geïntegreerde regionale klimaatadaptatie.



Klimaatbuffers

Sinds 2006 werken verschillende Nederlandse natuurorganisaties samen aan de realisatie van in totaal 28 natuurlijke klimaatbuffers (Natuurlijke klimaatbuffers zj; www.klimaatbuffers.nl). Dit zijn gebieden die zo worden ingericht dat ze de effecten van klimaatverandering kunnen helpen opvangen, zoals neerslagpieken. Dat voorkomt wateroverlast. Het gespaarde water komt later weer vrij, bijvoorbeeld voor het stedelijk gebied of de landbouw. De klimaatbufferaanpak blijkt vaak (maar niet altijd) kostenneutraal te zijn of zelfs goedkoper dan een de traditionele benadering (van wateropvang in lagere delen van het stroomdal; Braakhekke et al 2014).

Internationale samenwerking en afstemming

Veel beeksystemen op de hoge zandgronden vinden hun brongebied in het buitenland (België of Duitsland). Voor het oplossen van klimaatgerelateerde problemen ligt internationale samenwerking dan ook voor de hand; in sommige gevallen kan het (kosten)effectiever om juist maatregelen te nemen in de brongebieden van de beeksystemen (Braakhekke et al 2014). Dergelijke samenwerking vindt al plaats. Ook op het gebied van kennisontwikkeling en -deling wordt op Europese schaal samengewerkt (bijvoorbeeld binnen de projecten WaterCoRe (Interreg IVC), WAVE (Interreg IVB), DROP (Interreg IVB) en het European Innovation Partnership Water. Europese regelgeving (Kaderrichtlijn Water en Overstromingsrichtlijn) werken als 'stok achter de deur'.

3. Ecologische veerkracht

Natuur als kans

Voor klimaatbestendige natuur zijn meer robuuste natuurgebieden nodig, die beter op elkaar zijn aangesloten. Extra ruimte dus, die nu niet is voorzien. Sterker nog: na de recente herijking van de EHS en de bezuinigingen op het natuurbudget lijkt er voorsnog weinig (bestuurlijke) animo om opnieuw extra ruimte te reserveren voor natuur. Maar natuur kan ook een oplossing zijn. Door natuurontwikkeling flexibel toe te passen kan het bijdragen aan een robuuster watersysteem dat oplossingen biedt voor opgaven in het stedelijke en agrarische waterbeheer. Een ander type natuurbeheer kan bijdragen aan klimaatrobuust grondwaterbeheer en drinkwaterwinning (zie bijvoorbeeld Van Hattum et. al. 2014 en Braakhekke et al 2014). Dat vraagt om een omslag in het denken over natuur.

Gebiedsontwikkeling: Aankoop en flexibele herbegrenzing EHS / vrijwillige grondruil

Voor agrariërs is de verkoop van landbouwgrond voor natuurontwikkeling niet altijd een probleem, mits er elders betere gronden beschikbaar komen met een betere verkaveling, grondsoort, ontwatering en ontsluiting – zaken die ook kunnen bijdragen aan een klimaatrobuustere bedrijfsvoering (zie bijvoorbeeld Schaap et al 2014). Dat geldt des te meer als de nieuwe natuurgronden bijdragen aan de oplossing van knelpunten in het regionale watersysteem. Een dergelijke aanpak leidt niet alleen tot grotere en meer aaneengesloten natuurgebieden, maar ook tot een robuuster watersysteem, structuurversterking van de landbouw én tot meer draagvlak. Zo'n aanpak vraagt wel om flexibiliteit, en betekent dat herbegrenzing van de EHS soms nodig is. In het gebied van de Tengelroyse Beek (in het Limburgse natuurgebied Kempen-Broek) wordt al gewerkt met een nieuwe aanpak die is gebaseerd op grondverwerving en (vrijwillige) kavelruil, kavelverbetering en flexibele herbegrenzing van de EHS, die is aangepast op het watersysteem. Daarnaast is er een innovatief fonds voor grondverwerving en natuurcompensatie (zie kader). Deze aanpak is sneller en goedkoper dan traditionele manieren van natuur- en gebiedsontwikkeling. Ook de provincie Brabant gaat met deze aanpak aan de slag. Ook elders oriënte-



ren provincies en waterschappen zich op een meer flexibele aanpak van natuur- en beekdalontwikkeling.

Innovatief fonds natuurcompensatie KempenBroek

Met financiële steun van de provincie Limburg is een innovatief fonds voor grondverwerving opgezet. Gaat elders in de regio – bijvoorbeeld door woningbouw of wegverbreding – natuur verloren, dan moet het betrokken bedrijf of de organisatie dit compenseren door elders te investeren in grondaankopen voor natuur. Dat is wettelijk vastgelegd. Vaak gebeurt dat echter op ongunstige plekken, met een geïsoleerde ligging, ver van de recreant of met lage natuurpotenties. In de klimaatbuffer KempenBroek zijn met voorfinanciering van de provincie Limburg al compensatiegronden aangekocht die voor natuur op de ideale plek liggen. Zodra in de provincie Limburg een bedrijf of organisatie natuur moet compenseren, is er de mogelijkheid om dit in KempenBroek te doen, op de juiste plek. Ook wordt onderzocht of bedrijven die hun CO₂-uitstoot willen compenseren met de aanleg van nieuwe natuur, in de regio kunnen investeren (zie www.ark.eu).

Inrichting en beheer

In bestaande natuurgebieden kan soms veel bereikt worden voor de oplossing van knelpunten in het regionale waterbeheer, vooral op het gebied van actief grondwatermanagement. Denk aan infiltratie van teruggewonnen kwelwater of aangevoerd water of het omzetten van naaldbos in loofbos of nog minder verdampende vegetatietypen (zie ook deel 3 hoofdstuk 4).

Het betekent dat natuurontwikkeling en –beheer nadrukkelijker gekoppeld kan worden aan andere doelen, zoals waterconservering, waterberging, drinkwaterwinning en recreatie. Dat vraagt ook om nieuwe samenwerkingsverbanden.

Ook moet bij de inrichting en het beheer van natuurgebieden rekening worden gehouden met het risico op natuurbranden. Dat risico kan ondermeer worden teruggebracht door de aanleg van corridors of aanpassing van het type natuur.

Het is niet altijd wenselijk om bij de inrichting en het beheer naar deze maatschappelijke kant van natuurbeheer te kijken; in veel gevallen moeten kwetsbare natuurwaarden voorrang krijgen. Maar een dergelijke benadering kan het maatschappelijk draagvlak voor natuur – en de financiering ervan – versterken.

Abbeelding 17 • Natuurontwikkeling kan bijdragen aan een klimaatrobuuste inrichting van de hoge zandgronden, zoals de aanpak met klimaatbuffers laat zien. Klimaatbuffer het Weerterbos houdt regenwater bijvoorbeeld langer vast, waardoor wateroverlast benedenstrooms voorkomen wordt en de grondwatervoorraad wordt aangevuld.



Nieuwe samenwerkingsverbanden: Groene Tafels en Green Deals

De afgelopen jaren zijn nieuwe manieren ontwikkeld om duurzame initiatieven op het gebied van natuur, waterbeheer, energie en duurzaamheid van de grond te tillen, zoals de Green Deals en de Groene Tafels. In Green Deals maakt de (rijks)overheid met maatschappelijke partijen en bedrijven afspraken rond de uitvoering van concrete duurzaamheidsprojecten. Bij de Groene Tafel zoeken (maatschappelijke) partijen naar synergie tussen natuur en andere maatschappelijke doelen, zoals gezondheid, waterveiligheid en economie en maken daar gezamenlijk afspraken over. Begin 2014 bijvoorbeeld spraken drinkwatersector, natuurbeheerders en overheden in de Groene Tafel Natuur & Drinkwater af om meer samen te werken en binnen de huidige budgetten grotere natuurgebieden, een betere bescherming van drinkwaterbronnen en meer recreatiemogelijkheden te realiseren. Inmiddels zijn er zo'n 20 Groene Tafels en zo'n 160 Green Deals gesloten.

4. Vitale land- en tuinbouw

Naar een nieuw evenwicht

Op de hoge zandgronden blijft de land- en tuinbouw ook op de langere termijn een economische factor van betekenis, en zonder twijfel de grootste grondgebruiker. Daarmee blijft de land- en tuinbouw gezichtsbepalend voor het platteland op de hoge zandgronden – en alleen al daarom een belangrijke partner in klimaatadaptatie.

Kansen door technologische ontwikkelingen en nieuwe samenwerkingsverbanden

De afgelopen jaren zijn de klimaatopgaven voor de land- en tuinbouw in kaart gebracht, en zijn adaptatiemaatregelen ontwikkeld en in praktijk getoetst (zie kader). De resultaten zijn hoopgevend. Over het algemeen lijken er voldoende maatregelen om op geleidelijke klimaatverandering in te spelen. Of dat nodig en mogelijk is, hangt sterk af van het type bedrijf, de bedrijfsstrategie (intensivering, schaalvergroting, verbreding) en de ligging

van het bedrijf (op natte of juist droge gronden). Voor agrariërs zelf is niet zozeer 'klimaatadaptatie' een drijfveer voor het nemen van maatregelen, maar veeleer de vraag of een maatregel bijdraagt aan het benutten van nieuwe (markt)kansen, het oplossen van (klimaatgerelateerde) problemen of het verminderen van risico's.

Ontwikkelingen in de landbouw kunnen de klimaatopgaven verscherpen, maar bieden ook mogelijkheden voor adaptatie en meekoppeling. Intensivering van het grondgebruik kan bijvoorbeeld betekenen dat de ontwatering verbeterd moet worden, dat er minder mogelijkheden komen voor waterconservering, dat de waterzekerheid vergroot moet worden of dat de economische schade door wateroverlast of droogte toeneemt. Daar tegenover staat dat intensivering het economisch rendabeler maakt om te investeren in de optimalisatie van het waterbeheer, bijvoorbeeld door de inzet van precisietechnieken en/of de aanleg van een eigen watervoorziening. De beschikbaarheid van voldoende en schoon water zal voor de land- en tuinbouw op de hoge zandgronden steeds meer als internationaal concurrentievoordeel gaan gelden. Water wordt een steeds belangrijker werkkapitaal, dat vraagt om duurzaam beheer.

Technologische ontwikkelingen en nieuwe samenwerkingsverbanden tussen agrariërs, ketenpartijen, waterzuiveraars, industrieën of drinkwaterbedrijven zorgen daarnaast voor nieuwe productiesystemen en -arrangementen waarbij meer oog is voor (regionale) kringlopen, duurzame voedselproductie en een efficiënter (her)gebruik van grondstoffen, energie en water. Ook dergelijke ontwikkelingen tekenen zich nu al af. Er zijn kansen om klimaatadaptatie te combineren met -mitigatie; landbouwbedrijven, ketenpartijen en regio's kunnen zich daarmee profileren. De daarvoor ontwikkelde kennis biedt ook kansen voor kennisexport op het gebied van ondermeer landbouwinnovaties en waterbeheer – terreinen waarop Nederland nu al internationaal uitblinkt.

Water als ordenend principe

De afgelopen decennia heeft de waterbeschikbaarheid en de (natuurlijke) ontwateringssituatie een ondergeschikte rol gespeeld in de agrarische bedrijfsbeslissingen; marktontwikkelingen en bijvoorbeeld bereikbaarheid waren daarin dominant; het waterbeheer werd hierop aangepast (zie bij-



voorbeeld PBL 2011). Een belangrijke toekomstopgave voor de hoge zandgronden is het herontwerp van het watersysteem, gericht op een nieuwe balans tussen watertekort en wateroverlast (zie bijvoorbeeld Zoetwatervoorziening Hoge Zandgronden 2014). 'Naast fysieke maatregelen (zoals beekherstel) betreft het ook maatregelen op het gebied van de ruimtelijke ordening, waarbij de meest waterafhankelijke functies bij voorkeur gepositioneerd zijn op locaties waar ook in droge perioden nog voldoende water beschikbaar is' (Zoetwatervoorziening Hoge Zandgronden 2014). Verdergaand beekherstel, dat ook bijdraagt aan voorraadvorming en droogtebestrijding, vraagt niet alleen om meer ruimte maar betekent vooral ook dat de omliggende (landbouw)percelen aanzienlijk natter worden.

Het gebiedsgericht inzetten op agrarisch grondgebruik dat meer is afgestemd op het watersysteem ('functie volgt peil') betekent op de korte termijn dat in de nattere beekdalen meer intensie-

ve teelten – zoals boom- of aspergeteelt – in de problemen komen. Maar als het langetermijnperspectief helder is, kan door een combinatie van maatregelen – zoals grondaankoop, bedrijfsverplaatsing of kavelruil – bereikt worden dat het beekdal over bijvoorbeeld 30 jaar gebruikt wordt als extensieve weidegrond, dat tegen hogere grondwaterstanden kan en ook bestand is tegen incidentele overstroming. Voor agrariërs zijn dergelijke vormen van gebiedsontwikkeling niet altijd een probleem, mits er elders betere gronden beschikbaar komen met een betere verkaveling, grondsoort, ontwatering en ontsluiting – zaken die ook kunnen bijdragen aan een klimaatrobustere bedrijfsvoering (zie bijvoorbeeld Schaap et al 2014). Voor de agrarische sector als geheel leidt zo'n aanpak tot minder wateroverlast elders en een grotere waterbeschikbaarheid op de hogere gronden.

Een langetermijnperspectief is daarbij cruciaal. Het biedt ondernemers helderheid; zij kunnen

Afbeelding 18 • Met een helder lange termijn perspectief kan de agrarische sector stapsgewijs toegroeien naar een situatie waarin het grondgebruik beter is afgestemd op het watersysteem. In natte beekdalen is grasland bijvoorbeeld geschikter dan boomteelt of akkerbouw. Ook voor de sector zelf kan zo'n aanpak leiden tot een klimaatrobuster landbouwsysteem.



daar hun bedrijfsbeslissingen op aanpassen (zie bijvoorbeeld Schaap et al 2014). Voor bepaalde bedrijven kunnen natte beekdalgronden binnen de bedrijfsstrategie passen; de hervorming van het Gemeenschappelijk Landbouwbeleid vraagt van (sommige) bedrijven om permanent grasland in de bedrijfsvoering op te nemen en/of om 5% van het bedrijf in te richten als ecologisch aandachtgebied. Nattere beekdalgrond kan die functie vervullen (zie ook het kader in hoofdstuk 3 van deel 3). Ook agrarisch natuurbeheer – dat de komende jaren via nieuwe collectieven wordt vormgegeven, zodat meer ruimtelijke samenhang ontstaat – en nieuwe concepten als de 'ondernemende EHS' (waarin agrariërs natuur realiseren zonder dat de landbouwbestemming van de grond wijzigt) kunnen voor sommige bedrijven passen bij hun bedrijfsstrategie.

Afbeelding 19 • De afgelopen jaren hebben veel agrariërs maatregelen genomen om het waterbeheer op bedrijfsniveau te verbeteren, zoals het plaatsen van kleine waterconserveringsstuwen.





Klimaatadaptatie in de land- en tuinbouw in de praktijk

De afgelopen jaren is op verschillende plekken in hoog Nederland door agrariërs – vaak samen met terreinbeheerders, waterschappen en wetenschappers - geëxperimenteerd met maatregelen om in te spelen op klimaatverandering. Binnen pilotprojecten als 'Bufferboeren' (2013; Brabant), Landbouw op Peil (2014; Overijssel), Water vasthouden aan de bron (2013) en Nieuw Limburgs Peil zijn aansprekende resultaten geboekt (zie bijvoorbeeld ook Krufst 2013 en Programmeerteam Zoetwater (2012)). Kennis voor Klimaat ontwikkelde voor de Baakse Beek een factsheetrapport voor adaptatiemaatregelen (Vos et al 2014), en de landbouwsector zelf presenteerde in 2013 het Deltaplan Agrarisch Waterbeheer. Veel maatregelen wijzen in dezelfde richting.

Bodembeheer

Door de bodemstructuur en bodembioïologie te verbeteren, het organisch stofgehalte te verhogen (bijvoorbeeld door groenbemesting) en storende lagen op te heffen kan de bodem meer water vasthouden, wordt lokale natschade voorkomen en kan de beworteling verbeteren, waardoor het gewas meer water op kan nemen. Gezonde bodems kunnen regen beter opnemen en langer vasthouden; gezonde bodems zijn ook belangrijk voor (natuurlijke) plaagbestrijding en een gezonder gewas.

Waterbeheer

De afgelopen decennia zijn verschillende precisietechnieken ontwikkeld waarmee agrariërs het waterbeheer en -gebruik op hun percelen veel nauwkeuriger kunnen beheren, en daarmee verspilling tegen kunnen gaan. Nieuwe sensor- en gps-gestuurde technologieën, maken deze ontwikkelingen mogelijk:

- **Water vasthouden op perceelsniveau** kan ondermeer door het plaatsen van (grondwatergestuurde) stuwtejes in perceelsslotten, het aanleggen van ondiepere maar nauwere drainage (zodat de drainagebasis omhoog kan zonder dat natschade toeneemt), en verschillende vormen van samengestelde of peilgestuurde drainage, waarmee tot op perceelsniveau de grondwaterstand gestuurd kan worden. In het project Fresh Water Options Optimizer (Van Bakel et. al. 2014) is voor heel Nederland in beeld gebracht welke kleinschalige waterbeheersmaatregelen bijdragen aan het vergroten van de beschikbare hoeveelheid zoetwater. Voor de hoge zandgronden zijn slootbodempverhoging, regelbare drainage en actief stuwbepheer kansrijk in gebieden met oppervlaktewater en/of hogere voorjaarsgrondwaterstanden. Daarnaast lijken specifieke vormen van ASR (aquifer storage and recovery) geschikt in gebieden met diepere grondwaterpakketten.
- **Efficiënt beregenen**, zowel door managementtools als de toepassing van zuinige systemen, waarmee zowel (energie) kosten als (grond)water worden gespaard;
- **Tijdelijke berging van piekbuien op landbouwpercelen** ('boerenberging'), waarmee problemen benedenstrooms worden voorkomen; het vastgehouden water kan geleidelijk in het systeem worden opgenomen.
- **Hergebruik van (eigen) afval- of proceswater** voor de watervoorziening (spolwater in de melkveehouderij, gietwater in glastuinbouw). De laatste jaren is er ook steeds meer aandacht voor het hergebruik van stedelijk en industrieel water door landbouwbedrijven, zoals het gebruik van gezuiverd RWZI-water of van proceswater uit de voedingsindustrie.

Bedrijfsmanagement

Ondermeer Vos et al (2014) besteden daarnaast aandacht aan managementkeuzes op bedrijfsniveau om in te spelen op klimaatverandering. Zij onderscheiden:

- **Gewas- en raskeuze**; gewasmanagement. Door andere rassen en/of andere gewassen te kiezen kan op de effecten van klimaatverandering worden ingespeeld, bijvoorbeeld door te kiezen voor alternatieve teeltplannen met droogteresistente gewassen, dubbelteelt, vrucht- en gewaswisseling en/of grondruil. Door managementmaatregelen (eerder of later zaaien, bemesten, oogsten) kan een agrariër ook inspelen op veranderende weersomstandigheden. Technische innovaties, zoals sensortechnologie, kunnen de bedrijfsvoering ondersteunen (bijvoorbeeld bij irrigatie en gewasbescherming).
- **Hittemanagement vee**. Hittestress bij koeien leidt tot een lagere voeropname en daarmee tot een lagere melkproductie. Door op koele momenten te beweiden, de aanplant van bomen, verkoeling in de stal, aanpassing van de voeding en de keuze voor hittetolerante veerassen kunnen de gevolgen van hogere zomertemperaturen deels voorkomen worden.
- **Risicospreiding op bedrijfsniveau door diversificatie**. Als klimaatverandering voor gespecialiseerde bedrijven leidt tot hogere risico's (natschade, droogteschade, ziektes), kan het bedrijf de strategie aanpassen, door in te zetten op een breder teeltplan en/of verbreding van de bedrijfsvoering.

5. Verbonden stad en land Klimaatadaptatie als kans voor een aantrekkelijk woon- en vestigingsklimaat

De traditionele scheiding tussen stad en platteland – zowel mentaal, fysiek als bestuurlijk – wordt steeds minder hard. Buitenlandse kenniswerkers wonen op het Brabantse platteland; met de auto zitten ze binnen een kwartier in het centrum van de stad – en met een muisklik in Bangalore. Grenzen vervagen. Het van oorsprong agrarische platteland is ook het domein van stedelijke recreanten geworden; en binnen de grenzen van de stad verschijnen nieuwe vormen van stadslandbouw en collectief groenbeheer. Urbanisatie is een wereldwijde trend. De verplaatsingsmogelijkheden zijn enorm. Nederland krijgt steeds meer het kenmerk van een mozaïekachtig 'stadteland' – zeker op de hoge zandgronden. Steden zoeken steeds vaker naar regionale samenwerking, zoals de Twentse stedenband, de Brabantse B5-steden en de stedendriehoek Apeldoorn-Deventer-Zutphen. Deze regio's bieden aantrekkelijke landelijke woonmilieus op korte afstand van de stedelijke

centra, een hoog voorzieningenniveau – ook op het gebied van natuur en recreatie – en een uitstekende bereikbaarheid, ook richting het Europese achterland. De opgave voor deze stedelijke regio's is dit werkkapitaal – dat zich uitstrekt tot ver voorbij de fysieke grenzen van de stad – te versterken.

Bestaande water- en natuurprojecten zijn vaak nog gebaseerd op een scherpe fysieke en bestuurlijke scheiding tussen stad en platteland – en dat geldt ook voor veel discussies over een klimaatbestendige inrichting van stedelijke en landelijke gebieden. Waterschappen zijn van oorsprong niet gericht op het stedelijk gebied. De afgelopen jaren is echter steeds duidelijker geworden dat stad en platteland elkaar voor succesvolle klimaatadaptatie nodig hebben en kunnen versterken. Het wordt bijvoorbeeld steeds duidelijker dat de toenemende kans op piekbuien om een samenhangende aanpak vragen voor het regionale watersysteem en de stedelijke riolering. Nu al wordt met verschillende innovatieve technieken en oplossingen geëxperimenteerd:

Abbeelding 20 • Klimaatadaptatie in de stad draagt bij aan een aantrekkelijke woonomgeving.



- Waterkringloop. Steden en bedrijven produceren – ook in droge perioden – afval-, koel- en proceswater en water uit bronbemaling. Vaak gaat dat water verloren doordat het op het oppervlaktewater wordt geloosd. Op verschillende plekken zijn initiatieven om dat water te zuiveren en/of hergebruiken, bijvoorbeeld voor de agrarische watervoorziening;
- **Energie.** Reststoffen uit dit gezuiverde water kunnen gebruikt worden voor de opwekking van energie, samen met andere vormen van duurzame energieproductie, zoals het gebruik van biomassa uit helofytenfilters;
- **Wateropslag.** Gezuiverd stedelijk water kan aan de rand van het stedelijk gebied worden opgeslagen in recreatief aantrekkelijke bekens of groenstructuren;
- **Recreatieve verbindingen.** De aanleg van groene corridors vanuit het buitengebied naar stedelijke kernen – zogenaamde windcorridors – kunnen zorgen voor frisse lucht, benut worden voor de tijdelijke opvang van piekbuien, de aanvulling van het grondwater en voor een (directe) recreatieve verbinding met het buitengebied. Mogelijk kunnen agrariërs een rol spelen bij het beheer van de meer extensieve delen van deze groene corridors, in een stadslandbouwachtige setting.
- **Natuur voor de stad.** De inrichting van natuurgebieden in het brongebied van beken (klimaatbuffers) of maatregelen om water vast te houden en/of te bergen op landbouwpercelen, kunnen bijdragen aan het verminderen van stedelijke wateroverlast. In droge perioden kan er op die manier meer schoon en stromend water voor stedelijk waterbeheer beschikbaar zijn. Kan een stad mede-eigenaar worden van een natuurgebied in een andere gemeente? Kan stedelijke natuurcompensatie worden ingezet voor een robuuster watersysteem waar ook de stad zelf wat aan heeft?

Door stad en platteland niet als gescheiden eenheden te beschouwen, maar juist als samenhangend systeem, kunnen in de toekomst meer van dit soort kansrijke verbanden ontwikkeld worden.

De klimaatbestendige stad: klimaat als 'branding'

Stedelijke regio's kunnen zich (inter)nationaal profileren als 'klimaatbestendige stad'. Steden als Rotterdam, Tilburg of Arnhem doen dat al. De combinatie van klimaatadaptatie en -mitigatie kan zo bijdragen aan de internationale positionering van de stad. Denk aan maatregelen op het gebied van de isolatie van gebouwen, stadslandbouw, het gebruik en de opwekking van duurzame energie (uit afval en afvalwater), of het toepassen van elektrisch vervoer ter bestrijding van luchtverontreiniging en geluidsoverlast (zie bijvoorbeeld Praktijkboek Ruimte voor Klimaat 2011, Rotterdam Climate Change Adaptation Strategy 2013 en www.future-cities.eu/nl/).





Deel 3

Handelingsperspectieven

Agenda voor de toekomst

1. Inleiding

Welke stappen moeten waterschappen, gemeenten, provincies en rijk de komende tien tot vijftien jaar zetten om tot een klimaatrobuuste inrichting van de hoge zandgronden te komen en klimaatadaptatie mogelijk te maken?

In deel 2 zijn de contouren geschetst van een klimaatrobuuste, beekdalbrede inrichting van de hoge zandgronden. Het geschetste beeld is niet bedoeld als statisch eindbeeld, maar als inspiratiebron en denkrichting. Het kan helpen om de handelingsperspectieven voor de komende tien tot vijftien jaar duidelijker in beeld te brengen: welke stappen moeten gezet worden om de hoge zandgronden klimaatrobuuster te maken?

Klimaatadaptatie is in de eerste plaats de optelsom van initiatieven en maatregelen die ondernemers, burgers, maatschappelijke partijen en terreinbeheerders zelf en gezamenlijk nemen om klimaatkansen te benutten of in te spelen op veranderingen. Uit onderzoeken, pilots en praktijkexperimenten van de afgelopen jaren, blijkt dat er veel kansrijke, effectieve en flexibele adaptatiemaatregelen zijn.

Zeker op de langere termijn zijn er echter ook grootschalige investeringen, systeemveranderingen en fundamentele keuzes nodig, bijvoorbeeld over de ruimtelijke inrichting van de hoge zandgronden en de manier waarop de grondwatervoorraad duurzaam beheerd kan worden. Dergelijke veranderingen vragen om zorgvuldige afwegingen en betrokkenheid van de relevante spelers, en daarmee ook om tijd. Daarom is het zaak om nu al te beginnen met de uitwerking van die toekomstige thema's. De invulling van die thema's bepaalt mede de kaders waarbinnen ondernemers en maatschappelijke partijen kunnen werken aan de klimaatrobuuste inrichting van de hoge zandgronden. Bij de uitwerking van die thema's ligt er een belangrijke verantwoordelijkheid voor overheden.

In dit deel worden vijf belangrijke handelingsperspectieven voor de hoge zandgronden uitgewerkt. De interviews en de werkbijeenkomst 'Klimaatadaptatie hoge zandgronden' (die plaatsvond op 16 mei 2014 in Haaksbergen), vormden een be-

langrijke basis voor dit deel. Concreet gaat het om:

1. Regionaal ontwerp: naar een gezamenlijke toekomstvisie
2. Ruimtelijke ordening: functies op de juiste plek
3. Van versnipperd grondwaterbeleid naar gezamenlijk voorraadbeheer
4. Investeren in nieuwe samenwerkingsvormen
5. Onderzoek en beleid

2. Regionaal ontwerp: naar een gezamenlijke toekomstvisie

De afgelopen jaren zijn veel maatregelen ontwikkeld en in praktijk gebracht om in te spelen op klimaatverandering. Uit verschillende studies blijkt dat dat belangrijke kansen biedt. Klimaat als Kans laat bijvoorbeeld op basis van honderd praktijkvoorbeelden zien dat klimaatadaptatie creativiteit, innovatie, en betrokkenheid stimuleert. Klimaatadaptatie vraagt om over de grenzen van het alledaagse heen te kijken, verder vooruit te kijken en nieuwe spelers bij de plannen te betrekken. Het voegt vaak extra kwaliteit toe aan de ruimtelijke ordening. Klimaatadaptatie hoeft bovendien niet duur te zijn, bijvoorbeeld door te zoeken naar slimme meekoppelkansen. Nu investeren in klimaatadaptatie – en letterlijk handelingsruimte open laten – kan dure maatregelen later voorkomen (Pijnappels & Sedee, 2011).

1+1=3; naar een regionaal 'bouwplan'

Klimaatadaptatie bestaat voor een belangrijk deel uit talloze kleinere maatregelen op bedrijfsniveau, in woningen en gebouwen of bij de herinrichting van een woonwijk. Toch is klimaatadaptatie meer dan de optelsom van individuele maatregelen; maatregelen moeten immers niet alleen gericht zijn op het oplossen van een lokaal of individueel probleem, maar ook op het beter laten functioneren van het (water)systeem als geheel. Klimaatadaptatie vraagt met andere woorden ook om ruimtelijke keuzes op regionaal niveau: waar zetten we in op vitale landbouw, waar moeten we de watervoorraad vergroten en de grondwaterstand verhogen, en waar zijn bepaalde technische maatregelen het meest effectief?



In 2013 heeft Strootman Landschapsarchitecten in opdracht van het Deltaplan Hoge Zandgronden (DHZ) een ontwerpende verkenning uitgevoerd naar integrale en duurzame oplossingen voor de zoetwaterproblematiek op de hoge zandgronden. In vier ontwerpsessies is onderzocht hoe klimaatmaatregelen verbonden kunnen worden met regionale gebiedskwaliteiten, ambities en (bestaande) plannen (Strootman 2103). Strootman constateert dat er inmiddels veel effectieve adaptatiemaatregelen voorhanden zijn en zijn geprogrammeerd, maar dat een regionaal ruimtelijk ontwerp – het bouwplan waarin de maatregelen op hun plek vallen – nog ontbreekt. Op basis daarvan adviseert Strootman om de komende jaren op regionaal niveau te werken aan regionale ontwerpen – geen in beton gegoten blauwdrukken, maar visies die richtinggevend zijn bij de ruimtelijke inrichting van het gebied. Strootman beveelt de volgende stappen aan:

- Definieer regio's op basis van landschappelijke kenmerken, watersysteemeenheden en problematiek. Breng gebiedskwaliteiten in beeld. Analyseer de waterproblematiek per regio. Verken de overige ambities van de partijen in het gebied, zodat kan worden gezocht naar synergie. Organiseer betrokkenheid in een regioproces, stel vragen, ga open het gesprek in. Definieer gezamenlijk de opgave. Ga samen op excursie, organiseer werksessies en plenaire terugkoppelingen.
- Ontwikkel meerdere ruimtelijke concepten per regio, vertaal die naar ruimtelijke principes, ga het gesprek aan met partijen in het gebied, en maak een keuze voor het leidende ruimtelijke concept.
- Maak op basis van het leidende ruimtelijke concept en de bijbehorende principes, in nauwe samspraak met regionale partijen een maatregel-pakket op maat, en maak een uitvoeringsagenda, inclusief fasering, taakverdeling en budgetten.

Ontwerpend onderzoek

Op het gebied van waterbeheer en klimaatverandering zijn de afgelopen jaren succesvolle initiatieven ontwikkeld rond regionaal ontwerp en ontwerpend onderzoek. Een ontwerpende aanpak kan helpen om creatief na te denken over de toekomst, nieuwe mogelijkheden te verkennen, toekomstscenario's te verbeelden, opgaven aan kwaliteiten te koppelen en ondernemers, overheden en burgers met elkaar te laten samenwerken

(Strootman 2013, Royal Haskoning 2012). De kracht van de ontwerpende aanpak rond watergerelateerde toekomstopgaven is bijvoorbeeld al duidelijk naar voren gekomen bij het ontwerp voor de inrichting van het stroomdal van de Beerze (een robuuste ecologische verbinding), die ontwerp was van de zevende Eo Wijersprijsvraag (zie bijvoorbeeld Eo Wijers Stichting (2006) en Provincie Noord-Brabant (2007)). Ook in het rivierengebied – zoals bij Waalweelde – en voor het Deelprogramma Kust is de methode van ontwerpend onderzoek succesvol toegepast (zie www.waalweelde.nl en Atelier Kustkwaliteit 2013).

Q-team voor klimaatadaptatie

Binnen het programma Ruimte voor de Rivier heeft een Q-team gefunctioneerd, dat – gevraagd en ongevraagd – kon adviseren over de ruimtelijke kwaliteit bij de planvorming en de uitvoering van de rivierplannen. Die aanpak zorgde ervoor dat 'ruimtelijke kwaliteit' op de agenda bleef, en heeft tot aansprekende resultaten geleid. Braakhekke et al (2014) pleiten ervoor om een vergelijkbaar vliegend team in te zetten om de klimaatkansen voor natuur bij inrichtingsprojecten te verzilveren. De onderzoekers constateren dat er ondanks goede voornemens tijdens planvorming en uitvoering van inrichtingsprojecten vaak 'ontwikkerverliezen' optreden, waardoor de kansen die er waren onvoldoende benut worden en er van de oorspronkelijke ambities steeds minder overblijft. Zo'n vliegend team kan volgens Braakhekke et al (2014) opereren in opdracht van de ministeries van Economische Zaken en Infrastructuur & Milieu. Wellicht kan zo'n 'klimaat'-team een bredere opdracht krijgen, en in zijn algemeenheid adviseren over het identificeren en benutten van ruimtelijke (meekoppel)kansen voor klimaatadaptatie.

Samenwerking

Voor een goed regionaal ontwerp is samenwerking cruciaal. De trekker van een regionaal plan zal vaak een waterschap, gemeente of provincie zijn, maar minstens even belangrijk zijn de eigenaren van de grond, zoals agrariërs, landgoedeigenaren, terreinbeheerders en bewoners. Het Praktijk-

boek voor klimaatbestendig inrichten (Klimaat voor Ruimte, 2011) benadrukt op basis van 22 praktijkvoorbeelden het belang van samenwerking; samenwerking is een must: zet het hele netwerk in, vergroot de betrokkenheid binnen de eigen organisatie, zorg voor draagvlak, en betrek ondernemers en bewoners.

Landgoederen

Juist op de hoge zandgronden komen regio's voor met relatief veel landgoederen, zoals de Graafschap, de Veluwe, Twente, de Meierij, de Baronie van Breda en op de Utrechtse Heuvelrug; het particulier grondbezit van de landgoederen maakt in deze gebieden vaak een substantieel deel uit van het totale areaal. In ruimtelijke inrichtingsplannen en bij klimaatadaptatie is er over het algemeen echter weinig specifieke aandacht voor landgoederen, terwijl juist landgoederen - meer dan agrariërs - belang hebben bij een breed pakket maatregelen, waarin de belangen van natuur, water, landbouw, landschap en economie als het ware van nature in balans zijn. Landgoederen hebben zowel natuur- als landbouwgrond in beheer, vallen onder één beheerder, zijn vaak gelegen nabij stedelijke centra, en herbergen belangrijke landschappelijk, recreatieve en cultuurhistorische waarden. Het Twentse Landgoed Het Lankheet laat bijvoorbeeld zien dat het mogelijk is om piekwaterberging te combineren met natuurlijke waterzuivering, verdrogingsbestrijding, duurzame waterwinning en biomassa-productie - stuk voor stuk antwoorden op toekomstige klimaatopgaven in de regio. De inrichting bouwt voort op historisch agrarisch waterbeheer en heeft een hoge recreatieve waarde, wat bijdraagt aan de economische basis van het landgoed.





Door gezamenlijk een ruimtelijke visie voor de langere termijn te ontwikkelen – waarvan klimaatverandering een onderdeel is – wordt duidelijk waar de (klimaat)opgaven en waar de kansen liggen. Zo'n langetermijnvisie biedt aanknopingspunten om kansen – op het moment dat die zich voordoen – ook daadwerkelijk te identificeren en te benutten. Voor ondernemers en terreineigenaren kan zo'n visie helpen bij het nemen van strategische (bedrijfs)beslissingen. Juist op het concrete regionale en lokale niveau van wijk of streek liggen de

mogelijkheden om klimaatadaptatie te koppelen aan de bestaande ambities en plannen van overheden, ondernemers en maatschappelijke partijen.

Het opstellen van een visie kan helpen om klimaatverandering op de (politieke) agenda te krijgen. Voor veel boeren, burgers en bestuurders is vaak nog onduidelijk wat klimaatverandering op termijn betekent. Door klimaatopgaven en – kansen te verbeelden – waar kunnen we wat ver-

Breng (ruimtelijke) klimaatkansen en -opgaven in beeld

Klimaatverandering is voor veel mensen vaak nog een abstract begrip. In de afgelopen jaren zijn daarom verschillende methoden ontwikkeld om de gevolgen van klimaatverandering voor een concreet gebied tastbaar in beeld te brengen. Veel van die methoden zijn gebaseerd op de KlimaatEffectAtlas (www.klimaat-effectatlas.wur.nl), die binnen de onderzoeksprogramma's Klimaat voor Ruimte en Kennis voor Klimaat is ontwikkeld. De kaarten van de Atlas zijn gebaseerd op wetenschappelijk onderzoek en worden geregeld geactualiseerd. Ze gaan uit van de laagbenadering (ondergrond - netwerken - grondgebruik).

De kaarten worden vaak gebruikt in 'klimaatateliers', waarin gemeenten of waterschappen worden ondersteund om in beeld te brengen wat klimaatverandering voor hun (deel)gebied betekent.



De klimaateffecten worden samengebracht in één overzichtelijke regiokaart, met bijvoorbeeld aandacht voor hitte-eilanden, natuurbranden, wateroverlast en zwemwaterkwaliteit. De regiokaart heeft een globaal en schetsmatig karakter, waardoor de discussies over klimaateffecten en oplossingen op hoofdlijnen gevoerd kunnen worden. Het ontwerpend en ruimtelijk werken helpt bij gezamenlijke visievorming voor de lange termijn, ook voor bestuurders.

wachten? – wordt het concreet en tastbaar. In Kennis voor Klimaat zijn de afgelopen jaren verschillende methoden ontwikkeld, waarmee het functioneren van het watersysteem inzichtelijk kan worden gemaakt (zie kader). Ook zijn er nieuwe instrumenten ontwikkeld om de kosten en baten van klimaatadaptatiemaatregelen in beeld te brengen en/of mogelijke klimaatschades te berekenen bij ongewijzigd beleid. Het gaat daarbij over het algemeen om meer gebruiksvriendelijke en toegankelijke methoden dan de Maatschappelijke Kosten en Baten Analyse (MKBA). Dergelijke instrumenten kunnen ook een rol spelen in bewustwordings-, planvormings- en afwegingsprocessen (Kennis voor Klimaat 2014b). Tot slot kan het inzichtelijk maken van het historische watersysteem – waar liep vroeger bijvoorbeeld de stadsbeek? – inspiratie bieden voor nieuwe klimaatoplossingen en op die manier mensen enthousiast maken.

3. Ruimtelijke ordening: functies op de juiste plek

Zoetwatervoorziening, leefbaarheid in de stad, klimaatrobuuste natuur en het tegengaan van wateroverlast en natschade vragen om een duurzame en veerkrachtige inrichting van het landelijke en het stedelijk gebied. Daar is (extra) ruimte voor nodig en/of een aangepast grondgebruik, dat past bij de beoogde nieuwe hydrologische situatie. Daarom is het essentieel om helder te maken wat de ruimtelijke consequenties van klimaatverandering rond 2050 op gebiedsniveau concreet betekenen, zowel wat betreft de ruimtelijke inrichting als wat betreft de waterhuishoudkundige omstandigheden en de gevolgen die dat heeft voor de ruimtelijke ordening.

Een regionaal ontwerp voor de lange termijn (zie hoofdstuk 2) helpt om stapsgewijs naar een veerkrachtige inrichting toe te werken. Ondernemers krijgen zo de tijd om bij hun strategische bedrijfsbeslissingen rekening te houden met het ruimtelijke toekomstperspectief en om kansen te benutten. Daarnaast zijn ook heldere keuzes en maatregelen in de ruimtelijke ordening nodig. De aanpak en instrumenten die daarvoor in de ruim-

telijke ordening nodig zijn, komen in dit hoofdstuk aan bod. Dat vraagt ook om bestuurlijke moed.

Beekherstel voor voorraadbeheer

Als we beekherstel – dat nu vooral gericht is op waterkwaliteitsdoelen, waterberging en natuur – ook voor droogtebestrijding willen inzetten, betekent dat, dat de beek minder diep moet worden en meer water moet kunnen vasthouden. Dat vraagt mogelijk iets meer ruimte, maar heeft vooral ook gevolgen voor de omliggende (landbouw)percelen: die worden natter. Op de korte termijn zou dat betekenen dat (meer intensieve) landbouwbedrijven – met bijvoorbeeld boomteelt – in de problemen komen. Maar als het langetermijnperspectief helder is, kan door een combinatie van maatregelen – zoals grondaankoop, bedrijfsverplaatsing of kavelruil - bereikt worden dat het beekdal over bijvoorbeeld 30 jaar gebruikt wordt als weidegrond, dat tegen hogere grondwaterstanden kan en ook bestand is tegen incidentele overstroming.

3.1 Benut meekoppelkansen

Uitvoering bestaande (ruimtelijke) opgaven
Het uitvoeren van bestaande ruimtelijke opgaven (natuurontwikkeling, beekherstel, verdrogingsbestrijding) is een belangrijke stap richting een klimaatrobuuste inrichting van de hoge zandgronden. De uitvoering van die plannen lukt niet altijd, omdat het om complexe opgaven gaat – het laaghangende fruit is inmiddels geplukt – of omdat er onvoldoende draagvlak is. In sommige gevallen gaat het om opgaven die van groot belang zijn voor het oplossen van problemen rond (klimaatgerelateerde) droogte en wateroverlast. De wetenschap dat klimaatverandering de problemen urgenter maakt, kan bijdragen aan het besef dat de uitvoering van dergelijke projecten belangrijk is. De uitvoering kan 'klimaatrobuust' worden gemaakt door arealen en inrichting ruimer vorm te geven. Sommige waterschappen houden in hun uitwerking (voor waterberging) nu al rekening met de klimaatscenario's voor 2050. De extra kosten die hiermee gemoed zijn, zijn relatief gering ten opzichte van de totale projectkosten. Daarnaast kan overwogen worden EHS flexibeler te begren-



zen en boeren ook ruimhartiger te vergoeden voor bedrijfsaanpassingen of verplaatsing.

Houd ruimte voor actief grondbeleid

Ondermeer door de bezuinigingen op het EHS-budget hebben de provincies zich de afgelopen jaren gedeeltelijk teruggetrokken uit de grondmarkt. Veel ruilgronden zijn de afgelopen jaren verkocht om de bezuinigingen op het natuurbudget te bekostigen. Veel provincies zijn – mede door de inkrimping / opheffing van de Dienst Landelijk Gebied en het wegvallen van veel gelden uit het Investeringsbudget Landelijk Gebied (ILG) – terughoudender geworden bij inrichtingsprojecten. Die ontwikkelingen hebben ertoe geleid dat het lastiger wordt om gronden te ruilen en op die manier aaneengesloten natuurgebieden, beekherstelprojecten en landbouwkundige structuurversterking te realiseren. Actief grondbeleid, met voldoende ruilgrond (ondergebracht in een grondbank), blijft belangrijk voor het realiseren van water-, natuur- en landbouwdoelen (zie bijvoorbeeld Bakker et al 2014⁸). De provincies zelf zouden die rol op zich kunnen nemen, of een marktpartij (zoals de provincies Limburg en Noord-Brabant nu doen). In stedelijke gebieden kunnen (gemeentelijke) gronden die in het verleden aangekocht waren voor woningbouw en na de financiële crisis zijn afgewaardeerd, ook ingezet worden voor water- en natuurdoelen (vaak worden deze gronden terugverkocht aan de landbouw). Zo'n aanpak helpt steden om klimaatrobuust te ontwikkelen.

⁸ Bakker et al (2014) laten op basis van modelberekeningen voor de Baakse Beek zien dat het in economische groeiscenario's door toenemende gronddruk steeds moeilijker wordt om landbouwgrond aan te kopen voor natuurontwikkeling – een tendens die door klimaatverandering wordt versterkt. Uit de berekeningen blijkt dat het betalen van een hogere grondprijs voor natuurontwikkeling een effectieve maatregel is, zonder dat dat tot marktverstoring leidt. Om dergelijke grondaankopen effectief in te zetten blijft volgens de auteurs een grondbank en intermediaire organisatie nodig.

Meekoppelkansen

Tot 2027 zijn er in het landelijk gebied (ruimtelijke) projecten gepland voor het realiseren van de EHS en Natura-2000, en voor beekherstel, verdrogingsbestrijding. Alleen al voor de uitvoering van de stroomgebiedbeheerplannen voor de Kaderichtlijn Water gaan veel waterlopen de komende jaren 'op de schop'. Ook bij stedelijke (her)ontwikkeling en infrastructuur zijn er mogelijkheden om (extra) waterberging, voorraadvorming, robuuste natuur en een aantrekkelijk leefklimaat aan elkaar te koppelen – denk bijvoorbeeld aan groot onderhoud aan en/of vervanging van riolering en initiatieven voor ondergronds bouwen.

Een heldere ruimtelijke lange termijnvisie (zie boven) kan helpen die kansen in beeld te brengen. Het benutten van die kansen vraagt ook om een andere kijk op investeringen. Vaak is de blik (eenzijdig) gericht op de kosten; met meer aandacht voor de meekoppeling van baten is meer mogelijk. Het vinden van meekoppelkansen stelt ook eisen aan de samenwerking tussen en vooral binnen organisaties. Sectoren als stedenbouw en riolering moeten bijvoorbeeld goed op de hoogte zijn van elkaars activiteiten. Dit vraagt in het algemeen een meer integrale aanpak, waarbij grenzen tussen sectoren en organisaties vervagen.

3.2 Bied ruimte voor gebiedsaanpak

Als duidelijk is welke (ruimtelijke) (water)opgaven er in een gebied spelen, en op welke termijn de doelen gerealiseerd moeten zijn, kunnen overheden de betrokkenen in het gebied ruimte geven om met eigen voorstellen te komen om die doelen te realiseren. Dat kan door een combinatie van technische maatregelen op bedrijfsniveau, een andere bedrijfsstrategie (bijvoorbeeld meer gericht op particulier en/of agrarisch natuurbeheer), vrijwilliger kavelruil of de aankoop/verkoop van gronden (zie verder ook hoofdstuk 5).

In de Planologische Kernbeslissing Ruimte voor de Rivier is gewerkt met een zogenaamd 'inwisselbesluit', dat een gebied de mogelijkheid geeft om met eigen alternatieve voorstellen te komen om de gestelde (veiligheids)doelen te bereiken, mits de doelen gehaald worden. De Overdiepe Polder is daar een goed voorbeeld van. In plaats van de beoogde natuurontwikkeling hebben bewoners gekozen voor het behoud van de landbouwstructuur in combinatie met hoogwatermaatregelen

(boerderijen op terpen) en de acceptatie van incidentele waterberging. Die aanpak stimuleert de eigen verantwoordelijkheid en creativiteit van de betrokkenen, en zorgt ervoor dat ingrepen beter aansluiten op de toekomstplannen van ondernemers. Ondernemers krijgen de mogelijkheid een eigen strategie te ontwikkelen en bedrijfskeuzes te maken. Het vergroot het draagvlak voor en de uitvoerbaarheid van de plannen.

In sommige gebieden in hoog Nederland – zoals beekdalen of waterbergingsgebieden – zou een vergelijkbare aanpak effectief kunnen zijn.

Landbouworganisaties als ZLTO zien aanknopingspunten voor zo'n aanpak. Op bedrijfsniveau kunnen boeren veel maatregelen nemen die zowel gunstig zijn voor het bedrijf als voor het collectieve watersysteem. Daarnaast zijn er maatregelen die goed zijn voor het watersysteem én voor de agrarische sector over 30 jaar, maar nu voor individuele agrariërs nadelig, zoals het reserveren van ruimte voor waterberging. Vergoeding daarvoor hoeft niet altijd financieel te zijn, maar kan ook liggen op het vlak van extra ontwikkelingsruimte, zoals het toestaan van teeltondersteunende voorzieningen.

3.3 Ruimtelijke ordening: functies op de juiste plek

Cruciaal voor een klimaatrobuust en veerkrachtig watersysteem is dat het grondgebruik in verschillende gebieden meer wordt afgestemd op het watersysteem: van 'water volgt functie' naar 'functie volgt water'. Nu is het grondgebruik in veel gevallen onvoldoende afgestemd op het watersysteem. Economische afwegingen en bijvoorbeeld bereikbaarheid zijn vooralsnog belangrijker in de locatiekeuze en bedrijfsontwikkeling dan het watersysteem (PBL 2012). Droogtegevoelige teelten vinden daardoor plaats in droge gebieden; gewassen die hoge eisen stellen aan de ontwatering, vinden plaats in beekdalen. Klimaatverandering, met grotere kansen op droogte, meer zomerse piekbuien en nattere winters, accentueert die problematiek. Ook ontwikkelingen in de landbouw zelf kunnen de problematiek verscherpen. Intensivering van de land- en tuinbouw beperkt de mogelijkheden voor (verdergaande) waterconservering en (tijdelijke) waterberging op perceelsniveau. Intensieve teelten stellen hoger eisen aan de ontwatering en de zoetwatervoorziening.



Hervorming Gemeenschappelijk Landbouwbeleid: kansen voor natuur en water?

Vanaf 2015 wordt het Europese Gemeenschappelijk Landbouwbeleid (GLB) stapsgewijs hervormd. Tot 2015 ontvangen akkerbouwers en melkvee- en kalverhouders via het productiegerelateerde subsidies (zogenaamde 'directe inkomenssteun'), die soms tot 50% van het totale bedrijfsinkomen uitmaken. De varkenshouderij, glastuinbouw, boomteelt etc. ontvangen geen subsidie. Vanaf 2015 krijgen alle bedrijven in principe hetzelfde basisbedrag, een bedrag per hectare. Dat betekent dat bedrijven met veel grond relatief veel subsidie kunnen (blijven) ontvangen, terwijl bedrijven met relatief weinig grond er op achteruit gaan. Verwacht wordt dat groot-schalige akkerbouwbedrijven op hetzelfde subsidieniveau blijven, terwijl intensieve melkveebedrijven op de hoge zandgronden er (fors) op achteruit gaan. Die bedrijven gaan op zoek naar andere inkomstenbronnen en strategieën, zoals schaalvergroting, productieverhoging en/of intensivering (zie bijvoorbeeld Jongeneel et al 2012 en Moûrik & Vleemingh 2013).

Aan het verkrijgen van de hectaretoeslagen zijn vanaf 2015 vergroeningsvoorwaarden verbonden, zoals de instandhouding van blijvend grasland en de inrichting en het beheer van 5% ecologisch aandachtsgebied. Die aandachtsgebieden bieden volgens bijvoorbeeld Braakhekke et al (2014) de kans om via een gecoördineerde aanpak tot grotere aaneengesloten arealen te komen, die ingezet kunnen worden voor agrarisch natuur- en landschapsbeheer. Dat kan gecombineerd worden met doelen op het gebied van klimaatadaptatie en waterbeheer, bijvoorbeeld in beekdalen.

Volgens Van Doorn (pers. med. 2014) gelden voor die vergroeningsvoorwaarden in de praktijk echter verschillende uitzonderingsregels, waardoor er op de hoge zandgronden waarschijnlijk relatief weinig bedrijven zijn die aan extra vergroeningseisen moeten voldoen (bedrijven met permanent grasland of kleiner dan 15 ha zijn bijvoorbeeld vrijgesteld; zie ook Van Doorn et al 2013).



Kader Agent Based Modeling

Binnen het thema Klimaatbestendig Platteland van Kennis voor Klimaat is voor het Achterhoekse pilotgebied de Baakse Beek in kaart gebracht wat klimaatverandering rond 2050 voor het (agrarisch) grondgebruik betekent. Met de nieuw ontwikkelde techniek 'Agent Based Modeling' zijn de bedrijfseconomische beslissingen van agrariërs voor een periode van 30 jaar gemodelleerd. Dat is gebeurd op basis van historische gegevens over bedrijfsontwikkeling én op basis van gesprekken met agrariërs. Met die 'regels' is vervolgens berekend wat er in verschillende klimaatscenario's met het grondgebruik gebeurt. Daarbij worden voor een periode van dertig jaar binnen een bepaald klimaatscenario in verschillende sessie opeenvolgende jaren doorgerekend. In de ene sessie kan er bijvoorbeeld in het begin al een extreem droog jaar zijn, terwijl de droge jaren in een andere sessie pas later optreden. Bij hetzelfde klimaatscenario kunnen zo toch verschillende uitkomsten optreden. Als de uitkomsten van alle sessies binnen een klimaatscenario naast elkaar worden gelegd, ontstaat een goed beeld van de bandbreedte van effecten van klimaatverandering. Met ABM wordt zo duidelijk welke landbouwpercelen te maken krijgen met nat- en/of droogteschade en hoe het landgebruik zich ontwikkelt. Zo wordt ook duidelijk waar knelpunten ontstaan – of juist verdwijnen – en waar actieve ondersteuning of grondaankoop vanuit de overheid nodig is. Vanuit het oogpunt van natuur geeft het model aan waar natuuraankoop het meest effectief is en waar agrarisch natuurbeheer een optie kan zijn. Op basis daarvan kan worden bepaald of overheidsbeleid voor klimaatadaptatie nodig is, en zo ja, waar en hoe dat het meest effectief kan gebeuren (Kennis voor Klimaat 2014a).

Voorkomen ongewenste ontwikkelingen: voorzieningenniveau

Binnen het Deltaprogramma is het concept 'voorzieningenniveau' ontwikkeld. Daarmee kunnen rijk, provincies en waterschappen duidelijk maken tot waar hun verantwoordelijkheden en inspanningen op het gebied van zoetwaterbeheer gaan, en welke restricties daarbij horen. De overheid kan – zeker bij klimaatverandering – immers niet alles doelmatig en duurzaam (blijven) faciliteren. Voor gebruikers is het belangrijk om te weten waar ze wel of niet op kunnen rekenen. Dit biedt hen de mogelijkheid om hierop te kunnen inspelen. De afspraken hebben een niet-vrijblijvend karakter (Deltaprogramma Zoetwater 2013).

Het concept voorzieningenniveau kan ook ingezet worden om afspraken te maken over ontwatering en natschade. De huidige situatie kan daarbij als referentie voor de toekomst worden gehanteerd. Ondernemers zijn vrij om desondanks hun bedrijf naar eigen inzicht te ontwikkelen, maar het risico op (extra) nat- of droogteschade is dan voor de agrariër. De komende jaren worden de kaders voor het voorzieningenniveau verder uitgewerkt.

Daarnaast kunnen (ook nu al) via de ruimtelijke ordening bepaalde ruimtelijke ontwikkelingen voorkomen worden, zoals bebouwing in beekdalen.

Het verbieden van bestaande vormen van grondgebruik in bijvoorbeeld beekdalen, of het substantieel verhogen van de grondwaterstanden of inundatierisico's is alleen mogelijk als de betreffende bedrijven uitgeplaatst worden of als de schade afgekocht wordt. Over het algemeen gaat het dan om de ontwikkeling van waterbergings- of natuurgebieden, vaak binnen een breder project van gebiedsontwikkeling. Als de nieuwe situatie op die manier is bereikt, moet dat in bestemmingsplan en het voorzieningenniveau worden vastgelegd.

3.4 Ruimtelijke reservering voor de lange termijn

Veel waterschappen werken voor de uitvoering van hun de werkzaamheden in het kader van het Nationaal Bestuursakkoord Water (NBW) – vooral gericht op het voorkomen van wateroverlast – al met een doorkijk naar het klimaat van 2050. Desondanks kan er door een stapeling van effecten (hogere rivierafvoeren, opstuwing door zeespiegelstijging en wateroverlast in het regionale sys-



teem), door nieuwe inzichten of door ruimtelijke ontwikkelingen extra ruimte voor waterberging nodig blijken te zijn. Dat zal vooral een rol spelen in risicogebieden, vaak stedelijke gebieden in hellend gebied (zoals Enschede) en/of op de overgang van hoog naar laag Nederland (zoals Meppel of Den Bosch).

Het is verstandig om na te gaan of en waar dergelijke problemen na 2050 kunnen optreden, en wat dat betekent voor de behoefte aan extra waterberging. In de ruimtelijke toekomstvisies van de provincies kunnen dergelijke gebieden aangegeven worden en kan worden bepaald dat daar bij voorkeur geen bebouwing moet plaatsvinden; het binnen enkele decennia weer ongedaan maken van grote ruimtelijke investeringen is financieel immers onverantwoord. Het betekent overigens niet, dat dergelijke gebieden economisch 'op slot' moeten; het inzetten van tijdelijke functies met relatief lage investeringen (voor recreatie, voedselproductie, verplaatsbare woon- of bedrijfsruim-

ten) kan wél mogelijk blijven en kan benut worden voor een meer flexibele omgang met ruimte en ruimtelijke ordening.

Afbeelding 21 • Door gebieden in te richten als waterbergingsgebied, kunnen extreme neerslagpieken worden opgevangen.



4. Van versnipperd grondwaterbeleid naar gezamenlijk voorraadbeheer

4.1 Problematiek en urgentie

Het huidige beleid voor het beheer van grondwater is enerzijds gebaseerd op peilbeheer (het gewenste grond- en oppervlaktewaterregime - GGOR) en anderzijds op regulering van (grond)wateronttrekking. Voor grote grondwateronttrekkingen (zoals drink- en industriewaterwinning)

verleent de provincie vergunningen, in combinatie met een provinciale grondwaterheffing. Voor kleinere onttrekkingen – vooral voor beregening – zijn sinds kort de waterschappen verantwoordelijk, binnen de kaders van het provinciale waterbeleid. Over het algemeen wordt gewerkt met ontheffingen en algemene regels voor het al of niet mogen beregenen van bepaalde gewassen op bepaalde momenten. De invulling daarvan verschilt per provincie. In (hydrologische) bufferzones rond Natura2000-gebieden gelden over het algemeen aanvullende beperkingen voor beregening.

a. Water vasthouden en/of infiltreren ('waterlevering')

Door inrichtingsmaatregelen in natuur- en landbouwgebieden, zoals het plaatsen van stuwen in waterlopen, het verondiepen en verbreden van waterlopen en/of peilgestuurde en/of ondiepe drainage, wordt minder water oppervlakkig afgevoerd en kan neerslag langer worden vastgehouden. Ook het verondiepen van de beekdalen is een belangrijke maatregelen om het water zo lang mogelijk in het systeem te houden. Zo wordt het grondwater gevoed. Ook kunnen ruimtelijke maatregelen getroffen worden, zoals het aanleggen van buffergebieden of spaarbekkens, bijvoorbeeld in combinatie met recreatieplassen.

b. Verminderen verdamping natuurgebieden

Uit berekeningen voor ondermeer de Veluwe en de Amsterdamse Waterleidingduinen blijkt dat de voeding van het grondwatersysteem in infiltratiegebieden in de eerste plaats afhankelijk is van de vegetatieverdamping (zie bijvoorbeeld Witte et. al. 2012 en Nieuwe Veluwe 2013). Dennenbos heeft de hoogste verdamping; stuifzand de laagste. Korstmosrijke vegetaties hebben een verdamping die daar dicht in de buurt komt. Nu al wordt gewerkt aan het omzetten van naaldbos in (minder verdampend) loofbos of heide. Witte laat zien dat het opruimen van Amerikaanse vogelkers en het stimuleren van korstmosrijke vegetaties in de Amsterdamse waterleidingduinen vanuit drinkwaterwinning kosteneffectief is.

c. (Her)infiltratie gebiedseigen water (Managed Aquifer Recharge)

Aan de randen van infiltratiesystemen – zoals bij sprengen – komt (zeker in natte periodes) kwelwater naar boven, dat nu nog wordt afgevoerd naar zee. Dit kwalitatief hoogwaardige water kan weer terug worden gebracht in het systeem door het te (her)infiltreren. Drinkwaterbedrijf Vitens past deze techniek toe rond haar drinkwaterwinning in Epe (Blauwe Bron). De winbare hoeveelheid drinkwater neemt toe, terwijl de kwelafhankelijke natuur aan de randen van zo'n infiltratiesysteem behouden blijft (Programmateam Zoetwater, 2012).

d. Zuivering, hergebruik en infiltratie

Veel 'gebruikt' (afval)water wordt nu nog geloosd op het oppervlaktewater en afgevoerd uit het systeem. Denk aan koel-, spoel- en proceswater uit de industrie en de kapitaalsintensievere teelten, (gezuiverd) rioolwater uit stedelijke gebieden, overtollig regenwater en water uit bronbemalingen. Dit water kan, mits voldoende gezuiverd, weer hergebruikt worden, bijvoorbeeld voor de watervoorziening in de land- en tuinbouw en/of voor peilbeheer en/of infiltratie in natuurgebieden. Voor het Brabantse natuurgebied de Stippelberg wordt momenteel onderzocht of het overschot aan regenwater dat in het najaar en de winter vanaf de nabijgelegen vliegbasis De Peel via het oppervlaktewater wordt afgevoerd, in de toekomst in het natuurgebied kan worden ingelaten en geïnfiltrerd. Zo wordt de grondwatervoorraad in het hooggelegen natuurgebied aangevuld. In de loop van het voorjaar en de zomer komt dat water beschikbaar voor landbouw en natuur.



Grondwateronttrekking voor beregening valt onder de heffingsvrije voet – er hoeft dus niet betaald te worden voor grondwateronttrekking. Ook hoeft de onttrokken hoeveelheid niet gemeten te worden. Dit beleid is onvoldoende toegesneden op de uitdagingen die klimaatverandering met zich meebrengt:

- Het huidige beleid biedt naar verwachting op termijn onvoldoende bescherming van de grondwatervoorraad, omdat het grondwatergebruik onvoldoende is gerelateerd aan de aanwezige voorraad (Beregeningsbeleid Brabant, 2014);
- Voor goed voorraadbeheer is managementinformatie nodig. Er is onvoldoende zicht op de hoeveelheid grondwater die voor beregening wordt onttrokken én op het trendmatig verloop van de grondwatervoorraad;
- Er is geen structureel (grond)waterbeleid waarmee grondwateronttrekkers worden gestimuleerd (of verplicht) hun grondwateronttrekking (deels) te compenseren;
- Er zijn (vooral voor de landbouwsector) geen economische prikkels om de onttrokken hoeveelheid water te minimaliseren en/of zo zuinig mogelijk met het onttrokken water om te gaan;
- In technisch opzicht is (veel) winst te halen in het (actief) beheer van de strategische grondwatervoorraden. Op verschillende plekken vinden pilots plaats (zie overzichtsfiguur). Maar in de praktijk gaat is er nog te weinig aandacht voor actief grondwatermanagement. Daardoor worden kansen gemist (Witte en Paalman 2014, pers. med.);
- Koplopers die hun proceswater willen infiltreren in de bodem lopen aan tegen een versnip-

e. Efficiënt watergebruik

Door technische maatregelen en precisietechnieken (zoals GPS-, radar- en sensortechnieken) kan zowel in de landbouw als in de industrie nog veel winst behaald worden in het watergebruik; denk bijvoorbeeld aan zuinig beregenen, precisie-ontwatering of nieuwe koeltechnieken.

f. Optimaliseren van grondwaterwinlocaties

De locaties voor waterwinning zijn vaak historisch bepaald, en liggen niet altijd op de plek die ecohydrologisch gezien optimaal is. Vanwege een beperkte wincapaciteit of uit milieutechnische overwegingen zullen drinkwaterbedrijven en bedrijfsleven de komende 50 jaar mogelijk investeren in de ontwikkeling van nieuwe locaties en/of de uitbreiding van bestaande winlocaties. Deze investeringsmomenten kunnen benut worden om de winning te verduurzamen en klimaatbestendiger te maken. Dat geldt ook voor industriële onttrekkingen en voor onttrekkingen in de land- en tuinbouw. Nu heeft iedere agrariër de mogelijkheid om te beregenen uit ondiepe bodemlagen. Gezamenlijke beregening uit een diepere winput, die ecohydrologisch gezien gunstiger is gelegen, kan verdroging mogelijk beperken. Aan een gezamenlijke beregeningsvergunning kunnen ook effectievere compensatiemaatregelen verbonden worden. Om verzekerd te zijn van voldoende zoetwater is bijvoorbeeld voor Agriport A7, dat gelegen is in de kop van Noord-Holland, als geheel met de provincie Noord-Holland een Masterplan Grondwater overeengekomen, waarvoor één gezamenlijke vergunning is verleend. Dit maakt, binnen strikte spelregels, grondwateronttrekking door tuinders mogelijk, als aanvulling op regenwater (Voorbeeldenboek Deelprogramma zoetwater 2012)

g. Kringlopen en samenwerking

Al sinds de jaren '90 werken agrariërs met drinkwaterbedrijven samen om met gerichte bedrijfsmaatregelen de waterkwaliteit in grondwaterbeschermingsgebieden op peil te houden. Steeds vaker is er ook aandacht voor waterkwantiteit, zoals in het Brabantse project 'Boer, Bier, Water'. Bierbrouwer Bavaria is gebaat bij voldoende en schoon grondwater – dat immers een van de belangrijkste ingrediënten is van bier – terwijl de boeren in het gebied gebaat zijn bij voldoende water voor hun gewassen, zeker in droge periodes. In het project nemen boeren maatregelen om water te infiltreren en de uitspoeling van meststoffen en bestrijdingsmiddelen zo veel mogelijk tegen te gaan; in ruil daarvoor kunnen zij het gezuiverde proceswater uit de brouwerij inzetten voor beregening en peilgestuurde infiltratie (www.boerbierwater.nl).

pering van grondwater- en bodemtaken tussen de diverse overheden.

De komende jaren wordt op verschillende plekken gewerkt aan de invulling van het (grond)waterbeleid, ondermeer via de Structuurvisie Ondergrond (STRONG), de Drinkwaternota, de provinciale waterplannen en de Nationale Adaptatiestrategie 2017. In deze beleidstrajecten kan de basis worden gelegd voor een toekomstgericht en klimaatbestendig (grond)waterbeheer, waarin strategisch voorraadbeheer een centrale positie krijgt. Een sleutelrol is hierbij weggelegd voor provincies, omdat zij de regie voeren over het provinciale water-, natuur- en ruimtelijke beleid. Daarnaast spelen ook het rijk (coördinatie en kaderstelling), waterschappen (peilbeheer en uitvoering beregeningsbeleid) en maatschappelijke organisaties een belangrijke rol.

Het huidige grondwaterbeleid voldoet vooralsnog. Maar de komende decennia loopt de huidige aanpak tegen grenzen aan. Dat vraagt om tijdige bezinning op een nieuwe koers. Maar nog belangrijker is het dat een nieuwe beleidskoers een strategie gericht op voorraadbeheer kan ondersteunen, bijvoorbeeld via financiële prikkels en nieuwe arrangementen.

4.2 Bouwstenen voor een beleid gericht op strategisch voorraadbeheer

a. 'Framing': van watervoorziening naar voorraadbeheer

Schoon en voldoende (grond)water is niet alleen een collectief goed – dat belangrijk is voor de drinkwatervoorziening, onze gezondheid, de kwaliteit van de leefomgeving en het functioneren van ecologische processen – maar ook een essentieel economisch productiemiddel, ondermeer voor de land- en tuinbouw en de industrie. Internationaal gezien wordt een goede watervoorziening een steeds belangrijker concurrentievoordeel.

In het verleden is de problematiek van droogte en (grond)waterbeheer geformuleerd als 'verdroging van natuur'; de laatste jaren wordt het vooral gezien als klimaatprobleem of zoetwaterproblematiek. Waar het in hoog Nederland echter om gaat, is verstandig voorraadbeheer en het vinden van de juiste balans tussen nat en droog. Dat is ook een

wezenlijk andere opgave dan voor laag Nederland, waarin wateraanvoer en waterkwaliteit een veel prominentere plek innemen en de term 'zoetwatervoorziening' beter past. Voor hoog Nederland is een 'nieuwe taal' nodig voor het waterbeheer, waarin het besef centraal staat dat het om strategisch voorraadbeheer gaat. Schoon en voldoende grondwater zou niet zozeer gezien moeten worden als probleem, maar veel meer als het 'blauwe goud' van de toekomst.

Zo'n andere benadering – van technisch milieu-probleem naar een waardevol collectief en economisch goed – kan ook bijdragen aan bewustwording en stimulering van het publieke debat over onze omgang met (grond)water. In haar advies over het Nederlandse (zoet)waterbeheer constateert de OECD dat het publiek bewustzijn en debat over waterbeheer grotendeels ontbreekt (OECD 2013).

b. (Ruimtelijke) bescherming strategische grondwatervoorraden

Het wordt steeds 'drukker' in de ondergrond, met mogelijke consequenties voor (de kwaliteit van) het grondwater. Denk aan warmtekoude-opslag, ondergronds bouwen, de opslag van CO₂ of de winning van schaliegas. Ook bovengrondse ontwikkelingen zijn van invloed op het grondwater. Momenteel werkt het rijk samen met andere overheden aan de Structuurvisie Ondergrond, met het doel de ondergrondse ontwikkelingen ruimtelijk op elkaar af te stemmen. Grondwater zou daar als strategische voorraad een belangrijke plek in moeten krijgen, juist ook vanuit het besef dat die watervoorraad door klimaatverandering onder druk kan komen te staan.



'Blauwe graanschuur'

Drinkwaterbedrijf Vitens pleit ervoor om grote strategische zoetwatervoorraden zoals de Veluwe, de Utrechtse Heuvelrug en delen van Salland te beschermen tegen ingrijpende maatregelen. De grondwaterreserves in deze gebieden vormen volgens Vitens de 'blauwe graanschuur' voor de drinkwatervoorziening van de toekomst en kunnen nodig zijn om grote veranderingen in de drinkwatervoorziening op te vangen, zoals calamiteiten of de gevolgen van klimaatverandering (persbericht Vitens 23 april 2014). Volgens onderzoek van het RIVM en Deltares kan in extreem droge perioden de waterkwaliteit in de grote rivieren zo laag worden dat het langere tijd ongeschikt wordt voor drinkwaterbereiding (Wuijts, S. et al. 2013). Daardoor kan de drinkwatervoorziening in laag Nederland mogelijk in gevaar komen. Waterlevering vanuit de 'blauwe graanschuur' van hoog Nederland kan dan een adaptatiestrategie zijn.

c. Prikkel voor zuinig watergebruik en hergebruik: bemetering en beprijzing

Op Europees niveau is veel aandacht voor efficiënt watergebruik. De Blauwdruk voor het behoud van de Europese wateren (2012) geeft aan dat de lidstaten een prijsbeleid moet invoeren dat prikkels biedt voor efficiënt watergebruik. In het onlangs verschenen OECD-rapport (2013) wordt Nederland geadviseerd om in de eerste plaats te werken aan bemetering, ook van agrarische onttrekkingen. Dat geeft inzicht in de onttrokken hoeveelheid water en kan het omgaan met tekorten effectiever maken. Daarnaast adviseert de OESO economische prikkels in te voeren om te veel, te weinig en te vervuild water aan te pakken (principe gebruiker/vervuiler betaalt). Dergelijke prikkels stimuleren innovatie en private investeringen en belonen voorlopers. In veel westerse landen wordt al gewerkt met bemetering en beprijzing.

In Nederland zijn de eerste stappen gezet. In Brabant en Limburg komen agrariërs sinds kort in aanmerking voor meer flexibele beregeningsregels, als zij aantoonbare maatregelen treffen voor waterconservering en/of zuinig watergebruik (vastgelegd in een zogenaamd bedrijfswaterplan).

De provincie Brabant wil daarnaast met zijn waterpartners onderzoeken of een beprijzingsstelsel ingevoerd kan worden, dat mogelijk gekoppeld wordt aan een experimentenregeling voor koplopers en/of stimuleringsmaatregelen voor zones rond natuurgebieden (Beregeningsbeleid Brabant, 2014). Voor zowel de landbouwsector als drinkwaterbedrijven is het belangrijk dat eventuele beprijzing geen verkapt belastingheffing is, maar wordt gebruikt voor het stimuleren van waterinnovaties⁹.

Bemetering

De afgelopen vijftien jaar hebben landbouworganisaties, waterschappen en provincies op de hoge zandgronden in onderlinge samenwerking maatregelen genomen om zuinig te beregenen en om water vast te houden, met name om verdroging van natuurgebieden te voorkomen. Dit heeft belangrijke resultaten opgeleverd, zoals de ontwikkeling van nieuwe technieken (precisielandbouw, peilgestuurde drainage etc.), het besef dat er op perceels- en bedrijfsniveau in het waterbeheer veel winst te behalen valt én concrete waterresultaten. De essentie van een project als 'bereggenen op maat' – die in moderne varianten nog steeds bestaat – is dat boeren door precisietechnieken zuiniger beregenen en efficiënter omgaan met water. Deze aanpak vormt een alternatief voor (tijdelijke) beregeningsverboden. Hoewel de aanpak kan rekenen op breed draagvlak en op veel bedrijven heeft geleid tot efficiënter watergebruik, is het beregenbaar areaal in bijvoorbeeld Limburg en Brabant door marktontwikkelingen tussen 2003 en 2010 met zo'n 10 tot 15% gestegen, en wordt ook daadwerkelijk gemiddeld meer areaal beregend (CBS 2011). Gegevens over de onttrokken hoeveelheid grondwater ontbreken echter, zodat onduidelijk is wat 'bereggenen op maat' per saldo heeft opgeleverd.

⁹ In het project *De Rode Fiets*, dat plaatsvond binnen het Deltaplan Hoge Zandgronden, zijn waardevolle ideeën ontwikkeld voor slimme (financiële) prikkels om de eigen verantwoordelijke van watergebruikers te stimuleren, ondermeer naar analogie van de belbundelsystematiek in de telefoniesector en de voordeeltarieven / spitsstroken in het (openbaar) vervoer (Niggebrugge et al 2012).

Kader Waterzekerheidsbeleid buitenland

In het kader van het Deelprogramma Zoetwater heeft de Waterdienst van Rijkswaterstaat in 2010 het waterzekerheidsbeleid in zes westerse landen onderzocht (Frankrijk, Spanje, Engeland, Australië en twee Amerikaanse staten; Oosterberg & Arnold 2010). Vanwege de fysieke omstandigheden was die vergelijking vooral relevant voor de watervoorziening in hoog Nederland. In de buitenlandse cases is veel aandacht voor duurzame onttrekking van grondwater en tijdelijke berging in grondwater - vormen van waterontwikkeling die voor hoog Nederland interessant kunnen zijn. Ook wordt in het buitenland ervaring opgebouwd met het hergebruik van huishoudelijk afvalwater voor de watervoorziening van landbouw of openbaar groen.

Om efficiënt watergebruik vorm te geven wordt in het buitenland vaak gekozen voor bemetering en beprijzing van de onttrekking van landbouwwater. Dit kan de groei van het waterverbruik beteugelen, maar vereist wel een flinke investering voor de invoering van watermeters. In Engeland wordt vergunningverlening voor nieuwe onttrekkingen beoordeeld in het licht van de maatregelen voor waterbesparing die door de vergunningaanvrager worden genomen.

Ook kan de overheid sturen in de watertoedeling (wie krijgt hoeveel water). Dat kan door een plafond te stellen aan de onttrekking, en door de introductie van een watermarkt. De ervaring in Engeland, Frankrijk en Australië leert dat het tijdig aanscherpen van de vergunningverlening voor wateronttrekkingen veel problemen kan voorkómen. Een veelvoorkomend probleem is over-vergunning ('sleeper licences'): het niveau van de vergunde onttrekkingen is hoger dan het niveau van de feitelijke onttrekkingen. Daarnaast werd aan de vergunningen doorgaans geen eindtermijn gesteld. Bij een afname in de waterbeschikbaarheid of een toename van de watervraag leidt dit tot een ongeremde groei in de onttrekkingen. Het achteraf terugschroeven van overmatige onttrekkingen is een langdurig, kostbaar en soms pijnlijk proces. Engeland is in 2003 gestart met nieuw beleid om de vergunningverlening op orde te krijgen. Centraal hierbij staat het niveau van duurzame waterbeschikbaarheid voor onttrekkingen; dit is het niveau van onttrekkingen waarbij grondwatervoorraden niet worden uitgeput en water-voor-natuur wordt veiliggesteld. Door het vergunningplichtig maken van niet-gereguleerde onttrekkingen en het terugdringen van over-vergunning wordt het huidige niveau van vergunningverlening in lijn gebracht met het niveau van duurzame waterbeschikbaarheid voor onttrekkingen. De vergunningen krijgen een looptijd van 5 – 10 jaar en kunnen naar beneden worden bijgesteld indien het niveau van duurzame waterbeschikbaarheid door bijvoorbeeld klimaatverandering afneemt.

In Californië en Australië functioneren volwassen watermarkten voor eenmalige overdrachten van waterhoeveelheden en voor permanente overdrachten van onttrekkingsvergunningen. Recent probeert ook Engeland een markt voor vergunningen te introduceren. In Frankrijk is geen watermarkt en in Spanje wordt alleen tijdens droogtecrises een tijdelijke waterbank ingesteld. Watermarkten zijn dus vooral een Angelsaksisch verschijnsel. Een watermarkt heeft het voordeel dat het watergebruik "vanzelf" verschuift naar de economisch meest renderende gebruikers. De overheid hoeft deze moeilijke keuzen niet te maken. Een watermarkt leent zich vooral voor het reguleren van onttrekkingen door economische gebruikers – landbouw, drinkwater en industrie. Het introduceren van een watermarkt is niet eenvoudig te organiseren, kent een lange leerperiode en vereist een goede bescherming van niet-economische gebruikers.



d. Allocatie en waterverdelingsarrangementen

Strategisch voorraadbeheer gaat niet alleen over de vraag hoe bestaande gebruikers zuiniger met water om kunnen gaan, maar ook over de vraag of het huidige voorzieningenniveau gehandhaafd kan blijven, of schaars water (op termijn) herverdeeld moet worden – en wie daarover beslist – en of er bijvoorbeeld ruimte is voor nieuwe spelers die nu nog geen onttrekkingsvergunning hebben. Binnen het Deltaprogramma is het concept 'voorzieningenniveau' ontwikkeld. Daarmee kunnen rijk, provincies en waterschappen duidelijk maken tot waar hun verantwoordelijkheden en inspanningen op het gebied van zoetwaterbeheer gaan, en welke restricties daarbij horen. De overheid kan – zeker bij klimaatverandering – immers niet alles doelmatig en duurzaam (blijven) faciliteren. Voor gebruikers is het belangrijk om te weten waar ze wel of niet op kunnen rekenen. Dit biedt hen de mogelijkheid om hierop te kunnen inspelen. De afspraken hebben een niet-vrijblijvend karakter. De komende jaren worden de kaders voor het voorzieningenniveau verder uitgewerkt. (Deltaprogramma Zoetwater 2013).

De vraag over de verdeling van schaars (grond) water is niet alleen een technisch en juridisch debat over efficiëntie, maar in essentie een publiek debat over de billijkheid en rechtvaardigheid van het gebruik van een schaars collectief goed. Om dat debat goed te voeren adviseert de OECD ondermeer om de kostenverdeling van het (grond) waterbeheer (tussen huishoudens, boeren, industrie en overheden) transparanter te maken.

In veel westerse landen wordt al gewerkt met bemetering, beprijzing en waterverdelingsarrangementen, zoals quoterings- en watermarkten (zie kader). De ervaringen die daarmee zijn opgedaan kunnen worden gebruikt voor de formulering van een eigen Nederlands aanpak.

5. Investeren in nieuwe samenwerkingsvormen

Klimaatadaptatie vindt in belangrijke mate plaats doordat individuele ondernemers, terreineigenaren en bewoners (klimaat)kansen benutten en inspelen op (klimaat)veranderingen. Tegelijkertijd is samenwerking daarbij van steeds groter belang. Bij de inrichting van een retentiegebied of de optimalisering van waterverdeling vindt er immers bijna altijd afstemming en samenwerking plaats tussen bedrijven, burgers, waterschappen, gemeenten, provincies en rijk. Geen enkele partij is in staat maatregelen alleen te nemen. De afgelopen jaren zijn er op verschillende plekken op de hoge zandgronden nieuwe (collectieve) klimaatinitiatieven en arrangementen ontstaan. Dergelijke initiatieven zijn kansrijk, maar vragen wel om een nieuwe manier van werken, zowel van ondernemers als overheden. Gezien hun coördinerende rol in het waterbeheer, kunnen waterschappen hierin een leidende rol spelen.

Coöperaties en collectieven: kansen voor nieuwe samenwerkingsverbanden

In het agrarisch natuur- en waterbeheer zijn de afgelopen jaren nieuwe collectieve initiatieven ontstaan, zoals de Bufferboeren, Landbouw Op Peil, en Boer, Bier & Water. In het Overijsselse project Landbouw Op Peil krijgen agrariërs bijvoorbeeld de vrijheid om het waterpeil – binnen bepaalde grenzen – zelf te sturen. Doordat ze zelf direct invloed hebben op het waterbeheer, blijken agrariërs een hoger grondwaterpeil te accepteren dan aanvankelijk was voorzien, omdat ze de risico's op natschade zelf kunnen sturen.

De opkomst van lokale en regionale coöperaties en collectieven is een belangrijke maatschappelijke trend, zowel in steden als op het platteland. In de agrarische sector past het zoeken naar dergelijke verbanden in een lange traditie van coöperaties. Omgekeerd zien waterschappen, gemeenten en terreinbeheerders mogelijkheden om bepaalde beheerstaken – zoals het natuurbeheer in een Ecologische Verbindingszone of delen van het waterbeheer – via arrangementen en op basis van zakelijke afspraken over te dragen aan burgergroepen of agrariërs. Drinkwaterbedrijven en bijvoorbeeld een bierbrouwer als Bavaria zijn op

zoek naar nieuwe arrangementen om hun (grond) waterbronnen te beschermen en te beheren, enerzijds door meer samen te werken met natuurorganisaties, en anderzijds door op een nieuwe manier samen te werken met agrariërs en andere partijen.

Termeer en Verheijen (2014) concluderen op basis van dergelijke voorbeelden dat de inzet op coöperatieve samenwerkingsverbanden voor adaptief en klimaatbestendig waterbeheer kansrijk is. Juist op het gebied van water – dat zich niet aan perceelsgrenzen houdt – ligt gebiedsgerichte samenwerking voor de hand: de effectiviteit van maatregelen wordt aanzienlijk groter. Voor een drinkwaterbedrijf of bierbrouwer is samenwerking met agrariërs vooral interessant als het grootste deel van de agrariërs in het wingebed meewerkt. Dat geldt ook voor bijvoorbeeld verdrogingsbestrijding rond natuurgebieden of waterberging in een beekdal.

Dergelijke nieuwe (gebieds)arrangementen tussen (collectieven van) agrariërs enerzijds en

marktpartijen en overheden anderzijds, vragen om nieuwe manieren van werken, zowel van ondernemers als overheden. Voor ondernemers is zelforganisatie onmisbaar. Van overheden vraagt het een heroriëntatie op rollen, taken en verantwoordelijkheden. Termeer en Verheijen (2014) formuleren zeven handelingsperspectieven voor effectieve samenwerking.

1. **Start met gezamenlijk leren en het creëren van een vertrouwensbasis.** Samenwerking start bij het (er)kennen van elkaars belangen, doelen, waarden, kennis en ideeën. Zonder vertrouwen is samenwerking niet mogelijk.
2. **Investeer in een gedeeld beeld van wederzijdse afhankelijkheden.** De wederzijdse afhankelijkheden zijn vaak complex, doordat water als centrale hulpbron voor de diverse gebruikers verschillende belangen of waarden vertegenwoordigt. Wederzijdse raakvlakken kunnen ook buiten het directe thema van waterbeheer liggen, bijvoorbeeld op het vlak van imagoverbetering.

Afbeelding 22 • Nieuwe samenwerkingsarrangementen, kennisuitwisseling en het gezamenlijk leren van praktijkexperimenten zijn belangrijke nieuwe stappen op weg naar klimaatrobust waterbeheer.





3. **Organiseer het delen van informatie.** Leerprocessen zijn cruciaal voor adaptief watermanagement. Daarin is inzicht nodig in de relatie tussen maatregelen en resultaten. Monitoring is een gedeelde verantwoordelijkheid van overheid en collectief.
4. **Creëer een balans tussen vasthouden en loslaten.** Adaptiviteit vraagt om een meer zelfstandige, proactieve rol van ondernemers in het waterbeheer. Tegelijk moet de samenwerking plaatsvinden in een context waarin veel partijen formele verantwoordelijkheden hebben en veel regels van toepassing zijn. Eenzijdig redeneren vanuit regelgeving biedt te weinig kansen. Durf te experimenteren en eventueel bij te sturen.
5. **Gebiedscontracten als basis voor coöperatieve samenwerkingsvormen.** De ervaring met agrarische collectieven leert dat een intentieverklaring tussen koepelorganisaties op een hoger niveau het samenwerkingsproces op lagere niveaus kan versnellen.
6. **Creëer een minimale organisatie.** Afspraken met een collectief zijn alleen mogelijk wanneer dat collectief enige interne organisatie kent. De organisatie moet kunnen spreken namens de leden en hun leden ook op de gemaakte afspraken kunnen aanspreken.
7. **Kies het schaalniveau waarop ondernemers zich met elkaar verbonden voelen.** Dat kan vanuit bestaande netwerken zijn, vanuit de historie of vanuit een gedeeld belang.

Coöperatieve samenwerking is een belangrijke stap op weg naar een klimaatrobuust watersysteem. Met nieuwe (precisie)technieken en real-time technische maatregelen kan veel bereikt worden. Desondanks constateren Termeer en Verheijen dat op de langere termijn ook meer ingrijpende maatregelen nodig kunnen zijn voor een klimaatbestendige watervoorziening op gebiedsniveau. Denk aan verdergaande aanpassing van het landgebruik door bedrijfsverplaatsingen. Dit vergt volgens op zijn minst aanvullende governance-arrangementen (zie ook §3.2 van deel 3).

Van bedrijfsniveau naar gebiedsniveau

Landbouworganisatie ZLTO ziet mogelijkheden om op vrijwillige basis met een gebiedsbrede aanpak te starten in zogenaamde infiltratiegebieden, met diepe grondwaterstanden. In dergelijke gebieden kan het (stuw)peil zonder veel problemen omhoog, ook in het voorjaar. Idee is dat in zo'n pilotgebied in principe alle agrariërs meedoen. Het stuwpeil blijft omhoog totdat een of meer agrariër problemen ervaren. Het waterschap kan het peil dan verlagen. Mogelijk kunnen agrariërs zelfs een deel van de uitvoerende taken van het waterschap overnemen, maar het waterschap blijft eindverantwoordelijk. Gezamenlijk kan worden bekeken of de aanpak werkt. Het is raadzaam om in de droogste gebieden te starten, waar de grootste winst te behalen valt. Als vangnet voor eventuele natschade zou een schaderegeling ingericht kunnen worden. Dat verlaagt de drempel om mee te doen.

Provinciaal leiderschap

Van oudsher speelt de provincie een belangrijke rol op het gebied van water, natuur, milieu en ruimtelijke ordening – beleidsterreinen die van belang zijn voor klimaatadaptatie. De rol van de provincie is de afgelopen jaren veranderd, en nieuwe samenwerkingsverbanden vragen om een andere rol. Was de provincie voorheen vaak regisseur en trekker, tegenwoordig wil de provincie vooral zorgen dat burgers, ondernemers en andere partijen goed in positie komen om maatschappelijke doelen te realiseren. De provincie faciliteert, verbindt en is soms initiator of partij.

Besluitvorming over en uitvoering van maatregelen voor klimaatadaptatie vindt plaats in complexe netwerken; geen enkele partij is in staat maatregelen alleen te nemen. Klimaatadaptatie vraagt bovendien vaak om innovatieve werkwijzen en oplossingen. Dat vraagt volgens Van Lamoen en Meijerink (2014) om leiderschap. De provincie kan daarin vanwege haar positie en beleidsverantwoordelijkheid een belangrijke rol spelen, niet op eendimensionale ouderwetse hiërarchische manier, maar vooral door verschillende leiderschapsrollen te herkennen en andere partijen te steunen in het ontwikkelen en uitbouwen van hun leider-

schap op het gebied van innovatie en adaptatie. Alleen als er onvoldoende dynamiek en innovatie in de samenleving is, kan de provincie eigenaarschap tonen en zorg dragen voor continuïteit in planvorming en uitvoering, met name door partijen en bij elkaar te brengen. Daarvoor is het nodig dat de provincie zich bewust is van haar eigen leiderschapsrollen en die van andere partijen, en bereid is daarop te reflecteren.

Afbeelding 23 • Ook in nieuwe samenwerkingsverbanden tussen stad, platteland, natuur en recreatie liggen kansen voor klimaatadaptatie.





Nieuwe (financiële) beleidsinstrumenten voor klimaatadaptatie

Veel bestaande (financiële) beleidsinstrumenten gaan uit van een aanbodgestuurd standaardpakket. Bij agrarisch natuurbeheer verleent de overheid boeren bijvoorbeeld subsidie om het verlies aan biodiversiteit tegen te gaan. Vaak zijn dergelijke regelingen relatief duur, weinig effectief en bieden ze geen garantie voor succes. Binnen Kennis voor Klimaat hebben Dijk, Van Soest & Ansink (2012) andere (financiële) beleidsinstrumenten onderzocht, die een meer efficiënte, eerlijke en flexibele uitvoering van klimaatdiensten door private partijen mogelijk maken. Uit het onderzoek bleek dat het effectiever is om boeren bij agrarisch natuurbeheer zelf verantwoordelijkheid te geven, bijvoorbeeld via een veiling van land. Uit economische experimenten bleek dat het inzetten van standaardsubsidies per hectare vaak inefficiënt is: niet ieder stuk grond is immers evenveel waard. Voor een boer is het een minder groot offer om een braakliggend stuk grond vrij te geven voor natuurbeheer, dan een gunstig gelegen perceel, of een perceel dat veel opbrengt. In de Verenigde Staten en Schotland is veel ervaring opgedaan met een zogeheten 'omgekeerde veiling': de overheid – of het waterschap – nodigt boeren uit om hun land te koop of te huur aan te bieden voor natuurbeheer (of een andere klimaatdienst) en daarbij zelf de prijs te bepalen. Het beste bod wint. In experimenten (met studenten, beleidsmedewerkers en kenniswerkers) is dit systeem nagebootst. De eerste veiling bleek gunstig voor de staatskas: de 'boeren' vroegen minder voor hun land dan gedacht. Tegelijkertijd trad het zogenoemde 'endowment effect' op: iets wat een boer al bezit (het land) is voor zijn gevoel meer waard dan iets wat hij krijgt aangeboden (de vergoeding). Dat effect drijft de prijs bij een veiling juist op. Bij opeenvolgende herhalingen van de veiling bleek dit psychologische effect kleiner te worden. Dijk et al zien kansen voor een dergelijke aanpak, vooral wanneer contracten of aankopen voor kortere tijd worden aangegaan. Zij adviseren in de praktijk met deze aanpak te experimenteren.

Naar flexibele arrangementen

Arrangementen op het gebied van klimaatadaptatie en bijvoorbeeld waterbeheer vragen om flexibiliteit. Er zijn immers nog veel onzekerheden over de precieze richting van en de mate waarin klimaatverandering optreedt. Ook de sociaaleconomische omstandigheden en perspectieven kunnen wijzigen.

Op basis van de analyse van verschillende adaptatie-initiatieven concludeerden Ellen et al (2014) dat partijen zowel bij de planvorming als de uitvoering vaak de neiging hebben om dergelijke onzekerheden zo veel mogelijk te beperken en harde afspraken te maken. Het gevolg is dat de onderzochte arrangementen vaak weinig flexibel zijn, en juist weinig ruimte bieden voor adaptatie en bijsturing.

Klimaatadaptatie wordt volgens Ellen et al vaak nog gezien als een set fysieke maatregelen, die opgeleverd kunnen worden en dan klaar zijn. Maar de praktijk is dat klimaatadaptatie een doorgaand proces is. Na het maken van het plan of het plaatsen van de stuwtjes begint het pas. Klimaatadaptatie heeft voor een belangrijk deel te maken met het gedrag van private partijen. De stuwtjes moeten bijvoorbeeld blijvend bediend worden voor een duurzaam resultaat.

Om enerzijds heldere afspraken te maken en anderzijds ruimte te houden voor bijsturing en het inspelen op nieuwe ontwikkelingen, adviseren Ellen et al (2014) om in adaptief management een centrale plek in te ruimen voor zogenaamde reflectieve en participatieve monitoring. Vaak wordt met monitoring bedoeld op het 'hamsteren' van technische data; met reflectieve en participatieve monitoring wordt bedoeld op een type monitoring waarbij zowel beleidsmakers, wetenschappers als gebruikers – zoals agrariërs – betrokken zijn. De resultaten daarvan kunnen gebruikt worden om te reflecteren op resultaten en op knelpunten in zowel het fysieke als sociale systeem. Werkt alles nog zoals we willen? Worden onze doelen gehaald? Hoe kan het beter? Op basis van de uitkomsten daarvan, kunnen gemaakte afspraken worden bijgesteld.

6. Onderzoek en beleid

6.1 Onderzoek

Binnen Kennis voor Klimaat – en ook daarbuiten – is de afgelopen jaren veel kennis ontwikkeld, getoetst en in praktijk gebracht om de effecten van klimaatverandering in beeld te brengen en maatregelen te ontwikkelen waarmee op die veranderingen ingespeeld kan worden (zie voor een tussentijds overzicht van de praktische doorwerking van Kennis voor Klimaat bijvoorbeeld De Pater & Pijnappels 2012).

Kennisontwikkeling en innovaties blijven ook in de toekomst belangrijk voor klimaatadaptatie op de hoge zandgronden. De overheid blijft daarin een belangrijke rol spelen. Naast verdieping van technisch-wetenschappelijke vragen, zal er de komende jaren toenemende aandacht zijn voor de implementatie van klimaatadaptatiestrategieën. Nu het Deltaprogramma en verschillende regio's een (zoetwater)strategie hebben geformuleerd, verschuift de aandacht van agendasetting en beleidsontwikkeling naar daadwerkelijke implementatie van adaptatiemaatregelen. Daarbij zijn voor de hoge zandgronden ondermeer de volgende onderzoeksvragen aan de orde:

- **Ruimtelijk ontwerp.** Klimaatadaptatie zal in veel gevallen geïmplementeerd worden als onderdeel van gebiedsontwikkeling; een belangrijke onderzoeksvraag is hoe partijen in gebiedsprocessen tot een klimaatbestendige landschappelijke inrichting kunnen komen;
- **Verdere uitwerking nieuwe kaders,** zoals de uitwerking van het concept 'voorzieningsniveau' en mogelijk nieuwe kaders voor het waterniveau;
- **Implementatie en financiering.** Hoe kunnen obstakels voor een succesvolle implementatie worden weggenomen en hoe kan de implementatie worden versneld? Daarbij speelt ook de financiering van klimaatmaatregelen een belangrijke rol. Overheidsbudgetten blijven vermoedelijk ook de komende jaren onder druk staan;
- **Samenwerking en kennisuitwisseling.** De afgelopen jaren zijn nieuwe samenwerkingsverbanden ontstaan tussen waterbeheerders, overheden en ondernemers, waarbij ook verschuivingen optreden in de traditionele rollen en taken. Kennisuitwisseling is daarbij van groot belang; samenwerking tussen overheid, ondernemers en onderwijs is daarbij een betrekkelijk onontgonnen terrein;

Afbeelding 24 • Voor een effectief en innovatief klimaatadaptatiebeleid op de hoge zandgronden blijft samenwerking tussen beleidsmakers, wetenschappers en betrokkenen van groot belang.





- **Monitoring en evaluatie.** Voor een effectieve adaptatiestrategie is het belangrijk om zicht te hebben op de effecten van de genomen maatregelen. Hebben de regionale adaptatiestrategieën en bedrijfsmaatregelen voldoende resultaat? Het gaat daarbij niet alleen om 'technische' monitoring, maar ook – en vooral – om procesmonitoring, gezamenlijk leren en bijsturen.

6.2 Beleid

De komende jaren worden op belangrijke beleids terreinen, zoals het (nationale en Europese) natuurbeleid, het Europese landbouwbeleid (GLB), de nationale structuurvisie ondergrond, het drinkwaterbeleid en het (provinciale) waterbeleid, keuzes gemaakt voor de middellange termijn. Ook vindt er de komende jaren voor bijvoorbeeld de Kaderrichtlijn Water een actualisatie plaats van de stroomgebiedbeheerplannen. Dergelijke beleidsactualisaties bieden kansen om klimaatadaptatie mee te nemen. Deze kansen worden nog niet altijd herkend en benut.

Klimaatverandering kan ook betekenen dat bestaande beleidskaders op termijn niet meer gehandhaafd kunnen worden. Een duidelijk voorbeeld daarvan is het natuurbeleid, dat nu nog sterk gericht is op het realiseren van bepaalde natuurdoeltypen in een bepaald gebied. Klimaatverandering vraagt om een flexibeler beleid dat meer gericht is op natuurlijke processen en minder op doelsoorten. In algemene zin vraagt klimaatadaptief beleid om meer samenhang, een verbinding tussen korte en lange termijn en tussen publieke en private partijen.

In verschillende thematische beleidsanalyses en in de studie Aanpassen met beleid - bouwstenen voor een integrale visie op klimaatadaptatie (PBL 2013) zijn beleidsopgaven en -kansen voor klimaatadaptatie geïdentificeerd. Het is de bedoeling dat dit in de Nationale Adaptatie Strategie van 2016 verder wordt uitgewerkt. Ook voor klimaatadaptatie op de hoge zandgronden is het van groot belang dat de beleidsmatige meekoppelkansen en verankering in deze trajecten wordt benut.

Binnen Kennis voor Klimaat en in de regionale planvormingsprocessen van DHZ en ZON hebben wetenschappers, beleidsmakers en betrokkenen de afgelopen jaren vaak samengewerkt. Dat heeft ervoor gezorgd dat veel nieuwe (praktijk)kennis benut kon worden voor beleidsontwikkeling. Voor een effectief en innovierend klimaatadaptatiebeleid op de hoge zandgronden blijft die samenwerking tussen beleidsmakers, wetenschappers en betrokken ook in de toekomst van groot belang.





Literatuur en bronnen

- Atelier Kustkwaliteit. 2013. Veiligheid en kwaliteit van de Nederlandse kust: op weg naar 2100. Resultaten van 2 jaar ontwerpend onderzoek aan de NL kust door Atelier Kustkwaliteit. In samenwerking met Deelprogramma Kust Deltaprogramma, Den Haag.
- Bakel, J. van, P. de Louw, L. Stuyt, L. Tolk, J. Velstra & M. Hoogvliet. 2014. Fresh Water Options Optimizer – Fase 1. Methode voor het bepalen van de potentie voor het toepassen van lokale zoetwateroplossingen. De Bakelse Stroom, Deltares, WUR, Acacia Water. Stowa rapportnummer 2014-16, KvK rapportnummer KvK118/2014. Utrecht.
- Bakker, M., S. J. Alam, J. van Dijk, M. Rounsevell, T. Spek & A. van den Brink. 2014. The feasibility of implementing an ecological network in The Netherlands under conditions of global change. In prep.
- Bleumink, H. 2007. De geschiedenis van de reconstructie. Achtergrondrapport van de evaluatie reconstructie zandgebieden. Alterra / Overland, Wageningen.
- Blom-Zandstra, G. & H. Goosen. 2010. Klimaatverandering: kansen voor de landbouw. WUR, PRI, rapport 345. Wageningen, 2010
- Braakhekke, W.G., F. Berendse & M. de Jong. 2014. Klimaatverandering en natuur. Een verkenning van risico's, kansen en aangrijpingspunten voor klimaatadaptatiebeleid. Conceptversie mei 2014. Bureau Stroming en Wageningen UR. In opdracht van Kennis voor Klimaat, Utrecht.
- Bufferboeren. 2013. Werken aan maatregelen voor een droogtetolerante landbouw.
- Brochure. CBS. 2011. Kwart landbouwgrond kan berekend worden. CBS, Den Haag.
- Deltaplan Agrarisch Waterbeheer. 2013. Brochure. LTO-Nederland, Ministeries van Infrastructuur en Milieu en Economische Zaken, waterschappen, provincies en drinkwatersector (www.agrarisch-waterbeheer.nl).
- Deltaprogramma | Deelprogramma Zoetwater. 2011. Synthese van de landelijke en regionale knelpuntenanalyses. Fase 1. Den Haag.
- Deltaprogramma | Nieuwbouw en Herstructurering. 2013. Bijlage A1 Deltaprogramma 2014
- Deltaprogramma | Zoetwater. 2013. Bijlage A2 Deltaprogramma 2014.
- Deltaprogramma | Zoetwater. 2013. Kansrijke strategieën voor zoetwater. Water voor economie en leefbaarheid, ook in de toekomst. Bestuurlijke Rapportage fase 3 – deel 1. Den Haag.

- Deltaprogramma | Zoetwater. 2014. Deltabeslissing Zoetwater. Water voor economie en leefbaarheid, ook in de toekomst. Den Haag, september 2014.
- Dijk, J., P. van Soest & E. Ansink. 2012. The endowment effect and strategic behaviour in repeated procurement auctions. Can government optimize conservation spending over time? Mimeo.
- Doorn, A. van, W. Vullings, B. Breman, B. Elbersen, H. Korevaar, M. Meijer, H. Naeff, G.J. Noij, T. Kuhlman & N. Polman. 2013. Nationale invulling vergroening GLB vanuit het perspectief van biodiversiteit. Alterra Wageningen UR, Wageningen.
- Ellen, G.J., S. Hommes, A. M. Kalweit, F. van Lamoen, L. Maring, E-J Melisie, M. Paalman, K. Peerdeman, S.A.M. van Rooij & E.G. Steingröver. 2011. Multifunctioneel landgebruik als adaptatiestrategie. Puzzelen met ondernemers en beleidsmakers. KvK rapportnummer: KvK/036/2011, Utrecht.
- Ellen, G.J., B. Breman, J. Dijk, R.J.M. Franssen, A.M. Keessen, W. Kuindersma, F. van Lamoen, M.W. van Buuren, C.J.W.G. van Leeuwen & D. van Soest. 2014. De implementatie van adaptatie. Barrières en mogelijkheden voor flexibele governance-arrangementen. HSDR 3.5: Adaptive Implementation Arrangements. Kennis voor Klimaat, Utrecht.
- Eo Wijers Stichting. 2006. ...tegen de stroom in en met de stroom mee... Juryrapport IJmeer | Beerze Reusel. De eerste fase van de zevende prijsvraag van de Eo Wijers Stichting. Utrecht.
- Europese Commissie. 2012. Blauwdruk voor het behoud van de Europese wateren. Commissiedocument COM (2012)673. Brussel.
- Goosen, H & K. van de Sandt. 2010. Klimaatadaptatie in het landelijk gebied. Verkenning naar wegen voor een klimaatbestendig Nederland. Klimaat Voor Ruimte, Kennis voor Klimaat, Utrecht.
- Hattum, T. van, C. Kwakernaak, T.P. van Tol, J. Roelsma, M.E.A. Broekmeyer, A.M. Schmidt, E.M. Hartgers & S.L. Nysingh. 2014. Water en Natuur: Een mooi koppel! Onderzoek naar de succesfactoren, belemmeringen en kansen voor het meekoppelen van water- en natuuropgaven. Alterra Wageningen UR / Ministerie van Economische Zaken, Wageningen, juni 2014.
- Hoogvliet, M.C. 2010. Knikpunten in het waterbeheer van het Maasstroomgebied a.g.v. klimaatverandering. Beleidssamenvatting. In opdracht van Provincie Noord-Brabant, Rijkswaterstaat, Waterschap Aa en Maas, Waterschap De Dommel. Deltares, rapport nr. 1201873-000.



- Inspectie Openbare Orde en Veiligheid. 2011. Natuurbranden. Onderzoek naar de voorbereidingen in de veiligheidsregio's. Ministerie van Veiligheid en Justitie, Den Haag.
- Jobse, G.J., M. van den Brink, L. Masselink, N. Lely-Nieuwenhuis & V. Grond. 2013. Food Valley. Natuurlijke Alliantie. In opdracht van Waterschap Vallei en Veluwe. Arcadis / HydroLogic, WUR/Alterra, GrondRR.
- Jongeneel, R., K. de Bont, J. Jager, A. van Doorn, H. Naeff & R. Smidt. 2012. GLB-hervorming 2014. Effecten van toeslagvarianten voor de Nederlandse landbouw. LEI-rapport 2012-014 / Alterra. LEI Wageningen UR, Den Haag.
- Kennis voor Klimaat. 2013. Verslag workshop Megatrends. 2 april 2013, Den Haag. Kennis voor Klimaat, HSDR, Utrecht.
- Kennis voor Klimaat 2014a. Thema 3. Klimaatbestendig maken van het platteland. Nieuwsbrief Nummer 6, april 2014. Kennis voor Klimaat, Utrecht.
- Kennis voor Klimaat. 2014b. Verslag bijeenkomst 'De kosten en baten van klimaatadaptatiemaatregelen berekenen'. WTC, Rotterdam, 5 februari 2014. Kennis voor Klimaat, Utrecht
- Klijn, F. et. al. 2012. Zoetwatervoorziening in Nederland. Aangescherpte landelijke knelpuntenanalyse 21^e eeuw. 2^e gecorrigeerde druk. Rapport nr.1205970-000. Deltares.
- KNMI. 2006. KNMI'06-klimaatsscenario's voor de 21^e eeuw. Vier scenario's voor Nederland. KNMI, De Bilt.
- KNMI. 2014. KNMI'14-klimaatsscenario's voor Nederland; Leidraad voor professionals in klimaatadaptatie, KNMI, De Bilt.
- Kosten, S. 2011. Een frisse blik op warmer water. Over de invloed van klimaatverandering op de aquatische ecologie en hoe je de negatieve effecten kunt tegengaan. Stowa, Utrecht.
- Kosten, S., E. Kardinaal, E. Faassen, J. Netten & M. Lüring. 2011. Klimaat & waterkwaliteit. Klimaatinvloed op waterkwaliteit en het voorkomen van cyanobacteriële toxines. Wageningen Universiteit, KWR Watercycle Research Institute, Nelen & Schuurmans, NIOO-KNAW. In opdracht van Kennis voor Klimaat, Utrecht.
- Kros, J., M.M. Bakker, P. Reidsma, A. Kanellopoulos, S. Jamal Alam & W. de Vries. 2014. Impacts of agricultural changes in response to climate and socio economic change on nitrogen deposition in nature reserves. (In prep.; versie 8 april 2014). Wageningen UR / University of Edinburgh.
- Kruft, A. (red.). 2013. "Wel goed water geven!" Praktische toepassingen voor voldoende water op hoge zandgronden. Deltaplan Hoge Zandgronden en Zoetwatervoorziening Oost Nederland. Wing, Wageningen.
- Kuijper, M. J.M, D.M.D. Hendriks, R.J.J. van Dongen, S. Hommes, J. Waaijbergen & B. Worm. 2012. Sturen op Basisafvoer. Een analyse van zomerafvoeren in het beheergebied van waterschap Regge en Dinkel en hoe daar in de toekomst mee om te gaan. Deltares.
- Lamoen, F. van. 2012. Hotspot Dry Rural Areas. Midterm review report. Rapport nr. 71/2012. Kennis voor Klimaat / Provincie Noord-Brabant.
- Lamoen, F. van & S. Meijerink. 2014. Leiderschap door provincies. In: "Praktijkboek Governance van klimaatadaptatie: handelingsperspectieven". Kennis voor Klimaat, Utrecht.
- Landbouw op Peil. 2014. Optimalisatie bodem en water. Praktische tips voor omgang met bodem en water in de agrarische bedrijfsvoering. Projectgroep Landbouw op Peil.
- Manifest Klimaatbestendige Stad. 2013. Manifest Klimaatbestendige Stad. Nú bouwen aan de stad van de toekomst. 3 oktober 2013. Coalities Klimaatbestendige Stad, op verzoek van de Stuurgroep Deelprogramma Nieuwbouw en Herstructurering van het Deltaprogramma.
- Ministerie van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties. 2009. Nationale Risicobeoordeling Beveiligingsrapportage 2008. Den Haag.
- Ministerie van Economische Zaken. 2014. Natuurlijk Verder. Rijksnatuurvisie 2014. Den Haag.
- Ministerie van Infrastructuur en Milieu. 2012. Structuurvisie Infrastructuur en Ruimte. Nederland concurrerend, bereikbaar, leefbaar en veilig. Den Haag.
- Moûrik, M. van & I. Vleemingh. 2013. GLB voor dummes. Kansen voor het landschap? In Landwerk #5, november 2013.
- Nationaal Bestuursakkoord Water. 2003.

Natuurlijke klimaatbuffers. Zj. Adaptatie aan klimaatverandering, wetlands als waarborg. Stroming in opdracht van Natuurmonumenten, Vogelbescherming, Staatsbosbeheer, ARK Natuurontwikkeling en Waddenvereniging.

Nieuwe Veluwe. 2013. 'Samen ervoor zorgen dat de Veluwe niet verder verdroogt'. Interview met Flip Witte. In: Nieuwe Veluwe, nr. 4, 2013.

Niggebrugge, K., D. Boland & L. Heitbrink. 2012. Zet in op prijsmechanismen voor de aanpak van droogte en wateroverlast 'Stel eigen verantwoordelijkheid van de watergebruiker centraal'. Artikel naar aanleiding van initiatief Rode Fiets; Deltaplan Hoge Zandgronden, provincie Brabant, Den Bosch.

OECD. 2013. Water Governance in the Netherlands: Fit for the Future? Organisation for Economic Co-operation and Development. Draft Report, 24-Oct-2013 / GOV/TDPC (2013) 10.

Oosterberg, W. & G. Arnold. 2010. Buitenlandverkenning waterzekerheidsbeleid. Rijkswaterstaat – Waterdienst.

Pater, F. de & M. Pijnappels. 2012. Bedenk, ontwikkel en gebruik. Kennis voor Klimaat in de praktijk. Kennis voor Klimaat, Utrecht.

Pijnappels, M.H.J. & A.G.J. Sedee. 2011. Klimaat als kans. Adaptatie aan klimaatverandering in de ruimtelijke ordening. Programmabureau Kennis voor Klimaat, Utrecht.

Planbureau voor de Leefomgeving. 2011. Een delta in beweging. Bouwstenen voor een klimaatbestendige ontwikkeling van Nederland. Den Haag, Planbureau voor de Leefomgeving.

Planbureau voor de Leefomgeving. 2012. Effecten van klimaatverandering in Nederland: 2012. Den Haag, Planbureau voor de Leefomgeving.

Planbureau voor de Leefomgeving. 2013. Aanpassen met beleid. Bouwstenen voor een integrale visie op klimaatadaptatie. (W. Ligtvoet, L. van Bree & R. van Dorland). Planbureau voor de Leefomgeving / KNMI, Den Haag.

Pols, L., F. Daalhuizen, A. Segeren & C. van der Veeken. 2005. Waar de landbouw verdwijnt. Het Nederlandse cultuurland in beweging. NAi Uitgevers, Rotterdam / Ruimtelijk Planbureau, Den Haag.

Pötz, H. & P. Bleuzé. 2012. Groenblauwe netwerken voor duurzame en dynamische steden.

Prins, P. (red). 2011. Boeren op weg naar klimaatbestendige productie. Resultaten van het project klimaat en landbouw in Noord-Nederland. Klimaat voor Ruimte.

Programmateam Zoetwater. 2011. Synthese van de landelijke en regionale knelpuntenanalyses. Fase 1. Deltaprogramma | Deelprogramma Zoetwater. Den Haag.

Programmateam Zoetwater. 2012. Bewegingen in water. Voorbeelden van verbeterd zoetwaterbeheer. Deltaprogramma | Deelprogramma Zoetwater, Ministerie van Infrastructuur en Milieu & Ministerie van Economische Zaken, Landbouw en Innovatie, Den Haag.

Provincie Brabant. 2007. In stroomversnelling! Juryrapport Beerze Reusel. De tweede fase van de zevende prijsvraag van de Eo Wijers Stichting. Den Bosch.

Provincie Brabant. 2014. Intentieovereenkomst beregenen uit grondwater. De waterpartners van Brabant. Den Bosch, 31 januari 2014.

Reidsma, P. 2012. Wat verandert er voor de landbouw? Presentatie tijdens stakeholderbijeenkomst CARE, 18 december 2012.

Rotterdam Climate Change Adaptation Strategy. 2013. Rotterdam.Climate.Initiative. Climate Proof. Rotterdam.

Royal Haskoning. 2012. Klimaat als kans. 5x ORAS. Kennis voor Klimaat, Utrecht. Rapport nr. 88/2012.

Klimaat voor ruimte. 2011. Praktijkboek voor klimaatbestendig inrichten. Cases – Lessen – Instrumenten. Klimaat voor Ruimte, december 2011.

Schaap, B., H. Agricola, P. Reidsma, A. Verhagen & P. Prins. 2014. Klimaatrisico's- en kansen voor de landbouw. Wageningen, Plant Research International, Wageningen UR. Kennis voor Klimaat, Utrecht / Wageningen.

Strootman, B. 2013. Inspirerend maatwerk. Ontwerpende verkenning naar integrale, duurzame oplossingen voor de zoetwaterproblematiek op de Hoge Zandgronden van Zuid-Nederland. Waterschap Aa en Maas, Provincie Noord-Brabant, Provincie Limburg. Strootman Landschapsarchitecten bv. Amsterdam.

Maat, ter. et al.. 2014. Effecten van maatregelen voor de zoetwatervoorziening in Nederland in de 21e eeuw. Deltaprogramma – Deelprogramma Zoetwater – fase 4, Deltares-rapport 1209141-001, Delft, 2014. Geciteerd in Schaap et. al 2014.

Verdonschot, P. 2010. Het brede beekdal als klimaatbestendige buffer in de veranderende leefomgeving. Flexibele toepassing van het 5B-concept in Peel en Maasvallei.



Verhagen, F.Th., A.J.J. Kanen-Verlinden, F.C.J. van Herpen, R.F.M. Buskens, A. Wielinga, J. van Sijl & B.J. van der Wal. 2012. Analyse van de effecten en gevolgen van klimaatverandering op het watersysteem en functies. Regionale knelpuntenanalyse Zuid-Nederland fase 2. Royal Haskoning / Deltaplan Hoge Zandgronden, Den Bosch.

Termeer, K. & L. Verheijen. 2014. Coöperatieve samenwerking voor klimaatbestendige watersystemen. In "Praktijkboek Governance van klimaatadaptatie: handelingsperspectieven". Kennis voor Klimaat, Utrecht.

Verklaring van Hoog & Droog. 2012. Aangenomen bij acclamatie, woensdag 6 juni bij Burgers Zoo te Arnhem. Resultaten Symposium Hoog en Droog. Over de andere kant van de Delta. Arnhem.

Vitens, persbericht 23 april 2014.

Vos, C., C. Grashof, S. Stremke & D. Oudes (red.). 2014. Factsheet rapport adaptatiemaatregelen. Onderzoeksproject CARE. Thema 3: Klimaatbestendig maken van het platteland. Kennis voor Klimaat, Utrecht.

Vonk, M., C.C. Vos en D.C.J. van de Hoek, 2010. Adaptatiestrategie voor een klimaatbestendige natuur. Planbureau voor de Leefomgeving. Den Haag/Bilthoven.

Water op de hoogte. 2012. Water, economie en leefomgeving in Hoog Nederland. Regionaal Bestuurlijk Overleg Rijn Oost & Stuurgroep Deltaplan Hoge Zandgronden Hoog Nederland, juni 2012

Water vasthouden aan de bron. 2013. Praktijkonderzoek om wateroverlast te verminderen door bovenstrooms water vast te houden. Slotnieuwsbrief, juni 2013. Provincie Brabant, Waterschap Aa en Maas, Waterschap de Dommel, Waterschap Brabantse Delta, Brabants Landschap, Brabantse Milieu Federatie, Federatie Particulier Grondbezit, Staatsbosbeheer, Vereniging Natuurmonumenten, Zuidelijke Land- en Tuinbouworganisatie.

Weijden, W. van der. 2011. De kwetsbaarheid van het Europese landbouw- en voedselsysteem voor calamiteiten en geopolitiek (2011-2020). Rapport en advies aan de Staatssecretaris van Economische Zaken, Landbouw en Innovatie. Platform Landbouw, Innovatie en Samenleving, Culemborg / Wageningen.

Wetenschappelijke Raad voor het Regeringsbeleid. 1992. Grond voor keuzen. Vier perspectieven voor de landelijke gebieden in de Europese Gemeenschap. WRR-rapport 42, Den Haag.

Witte, F. 2013. Powerpointpresentatie CARE anual meeting 29 oktober 2013, Weert. Probe2: A climate versatile vegetation model. KRW Watercycle Research Institute, Utrecht.

Witte, F. J. Runhaar, R. van Ek, D. C. J. van der Hoek, R. P. Bartholomeus, O. Batelaan, P. M. van Bodegom, M. J. Wassen & S. E. A. T. M. van der Zee. 2012. An ecohydrological sketch of climate change impacts on water and natural ecosystems for the Netherlands: bridging the gap between science and society. In: Hydrology and Earth System Sciences, 1 nov. 2012.

Witte, F., R. Bartholomeus, B. Voortman, H. van der Hagen & S. van der Zee. 2012. Droge duinvegetatie zeer zuinig met water. In: Landschap nummer 3, 2012.

Wuijts, S. et al. 2013. Impact klimaat op oppervlaktewater als bron voor drinkwater. Van knelpunten naar maatregelen. RIVM rapport 609716007/2013

Zoetwatervoorziening Hoge Zandgronden. 2014. Strategie en uitvoeringsprogramma voor de regio's oost en zuid. Sparen, aanvoeren, accepteren en adapteren. Stuurgroep DHZ / Stuurgroep ZON. Den Bosch / Zwolle.



Bijlage



Bijlage 1

Interviews en bijeenkomsten

Aan de totstandkoming van deze publicatie hebben de volgende mensen bijgedragen.

Interviews

Voor het schrijven van dit document zijn gesprekken gevoerd met onderzoekers, beleidsmakers en vertegenwoordigers van maatschappelijke partijen:

- Anne van Doorn, Alterra, Wageningen UR
- Bas Worm, waterschap Vechtstromen
- Bert Satijn, Water Governance Centre
- Dick Boland, waterschap De Dommel
- Flip Witte, KWR Watercycle Research Institute
- Gerald Jan Ellen, Deltares
- Hasse Goosen, Alterra, Wageningen UR
- Jan Kreling, provincie Overijssel (coördinator ZON)
- Johan Elshof, ZLTO
- Maarten Verkerk, waterschap Maas en Aa (projectgroep DHZ)
- Marcel Paalman, KWR Watercycle Research Institute
- Mark van Veen, provincie Overijssel
- Pytrick Reidsma, Wageningen UR
- Teun Spek, provincie Gelderland
- Wim Braakhekke, Bureau Stroming

Daarnaast is gebruik gemaakt van kennis en inzichten die zijn opgedaan tijdens de Anual meeting van het KvK-programma CARE (op 28 en 29 oktober 2013 in Weert) en tijdens de praktijkconferentie Governance van Klimaatadaptatie (op 13 maart 2014 in Rotterdam).

Werkbijeenkomst

Tussenresultaten van deze studie zijn besproken en aangescherpt tijdens de werkbijeenkomst 'Klimaatadaptatie hoge zandgronden'. Aan de bijeenkomst, die plaatsvond op vrijdag 16 mei 2014 op 'waterlandgoed' Het Lankheet in Haaksbergen, namen de volgende personen deel:

- Frank Groothuijse, Universiteit Utrecht
- Hans Bressers, Universiteit van Twente
- Hendrik Jan Teekens, Gemeente Enschede
- Jac Hendriks, Staatsbosbeheer Tilburg
- Jaco van der Gaast, Acacia Water
- Luc Jehee, Provincie Overijssel

- Maarten Verkerk, Waterschap Aa en Maas
- Marcel Paalman, KWR Watercycle Research Institute
- Martha Bakker, Wageningen UR
- Peter Driessen, Kennis voor Klimaat
- Petra Lindhout, Universiteit Utrecht
- Pytrick Reidsma, Wageningen UR
- Rienk Kuiper, Planbureau voor de Leefomgeving
- Teun Spek, provincie Gelderland
- Wouter Schouten, stagiair Waterschap Aa en Maas

Frank Groothuijse, Hans Bressers, Luc Jehee, Petra Lindhout en Rienk Kuiper traden op als 'coreferent' en leverden een belangrijke inhoudelijke bijdrage aan de bijeenkomst.

Afstemming

Bij het schrijven van dit document is op ambtelijk niveau inhoudelijke afstemming gezocht met de regionale plannen van het Deltaplan Hoge Zandgronden (DHZ) en Zoetwatervoorziening Oost Nederland (ZON). De contouren van de studie zijn ambtelijk besproken tijdens het DHZ-overleg op 18 maart 2014 en het ZON-overleg op 8 april 2014. Daarnaast heeft inhoudelijke afstemming plaatsgevonden met andere Hotspots van Kennis voor Klimaat (Intervisiebijeenkomst 6 januari 2014) en zijn de hoofdlijnen op 21 mei 2014 besproken tijdens de Programmaraad van Kennis voor Klimaat. Maarten Verkerk, van waterschap Maas en Aa, leverde waardevol commentaar op een eerdere versie van dit document.

Projectteam Kennis voor Klimaat

Namens Kennis voor Klimaat hebben Monique Slegers, Frank van Lamoen (provincie Brabant), Pier Vellinga en Peter Driessen deze studie begeleid. Zij leverden waardevol commentaar op eerdere versies van dit document.

Voor de uiteindelijke tekst is de auteur verantwoordelijk.



Contact
Programmabureau Kennis voor Klimaat
p/a Universiteit Utrecht
Postbus 85337
3508 AH Utrecht
T +31 30 253 9961
E office@kennisvoorklimaat.nl

www.kennisvoorklimaat.nl

