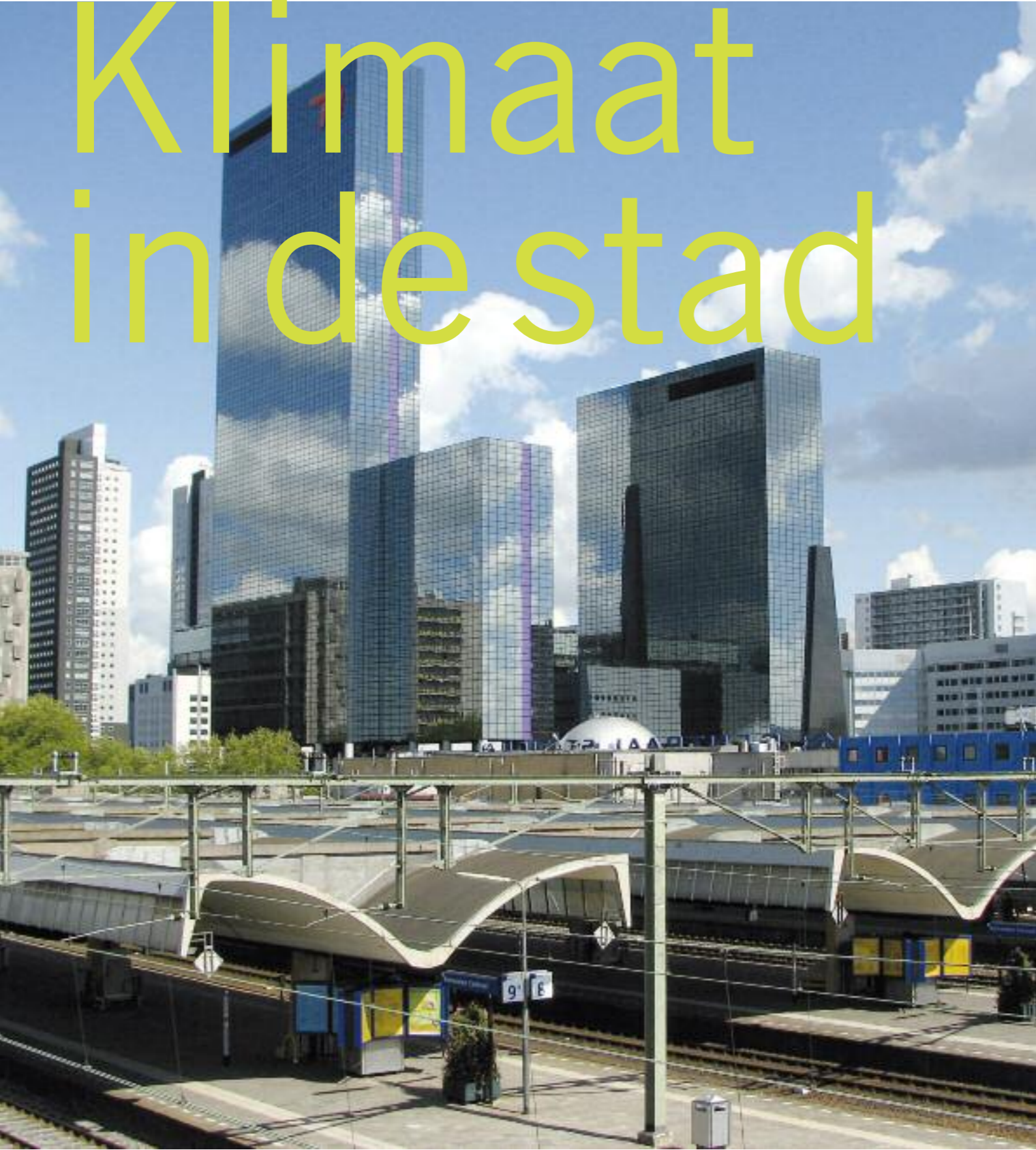


# Klimaat in de stad



Martin Woestenburg

# Klimaat in de stad

Tussentijdse rapportage van het  
dialogoproject *Klimaat in de stad*

# Inhoud

5 Inleiding

Dialogoprojecten *Klimaat in de stad*

Dordrecht/

9 **Wielwijk, sterk en weerbaar**

Utrecht/

15 **Structuurvisie Rijnenburg**

Amsterdam/

21 **Samenwerken aan een  
klimaatvriendelijke stad**

2/3

Overige projecten

Rotterdam/

27 **Rotterdam Climate Initiative**

Haarlemmermeer/

33 **Bouwen met water**

Stadsregio Arnhem Nijmegen/

39 **Future Cities**

46 Colofon



# Inleiding

## Dialogoog is nodig voor klimaat in de stad

Vincent Kuypers,  
projectleider dialoogproject *Klimaat in de stad*  
Alterra, Wageningen UR

**E**r zijn heel veel redenen om bij de aanpak van de klimaatverandering en de gevolgen daarvan te beginnen met de stad. Om te beginnen leeft meer dan de helft van de wereldbevolking in de steden, voor Nederland is dat zelfs 82 procent<sup>1</sup>. De uitstoot van de broeikasgassen die de klimaatverandering veroorzaken is er hoog, terwijl de door de klimaatverandering te verwachten extreme regenbui of hittegolf er grote fysieke, sociale en economische gevolgen hebben. Tijd dus om de dialoog aan te gaan met de gemeente om van klimaatkennis klimaatkunde te maken.

### Stad is verzameling lokale veranderingen en ontwikkelingen

De urgentie om in steden iets aan de klimaatverandering te doen, is hoog. Veel gemeenten in Nederland zijn dan ook al bezig om klimaatprogramma's te ontwikkelen, ambities vast te leggen en projecten te realiseren. Het dialoogproject *Klimaat in de stad* is als onderdeel van het onderzoeksprogramma *Klimaat voor Ruimte* opgezet om te onderzoeken welke klimaatkennis relevant is voor Nederlandse steden, welke kennis ontbreekt en hoe die kennis landt in de stedelijke omgeving. Met diverse gemeenten en organisaties en bedrijven die werken in die stede-

lijke context is de dialoog aangegaan voor dat onderzoek.

De keuze om binnen dit project de dialoog aan te gaan tussen wetenschap, beleid en praktijk is niet toevallig.

De klimaatverandering is in de geschiedenis van de stadsontwikkeling namelijk geen apart probleem, maar een probleem bovenop een hele verzameling – lokale – fysiek geografische veranderingen en sociaal economische ontwikkelingen. De stad is in feite een strakke mal waarin zowel de mitigatie als adaptatie geïntegreerd moeten worden, als de klimaatverandering er al niet voor zorgt dat de mal uiteenbarst. De stad is de zeer specifieke omgeving, waarin allerlei lokale, fysieke, hydrologische, ecologische, stedenbouwkundige, demografische, economische, politieke en sociale ontwikkelingen samenvallen. De klimaatverandering maakt daar hoe dan ook deel van uit. De stad is een integrale leefomgeving waarin zowel de gevolgen van als de maatregelen voor de klimaatverandering praktijk worden.

### Wetenschap, beleid en integrale praktijk

Het is al langer duidelijk dat de werelden van de klimaatwetenschap en het klimaatbeleid niet echt aansluiten op deze integrale praktijk van de stede-

## ‘Binnen de wetenschap is de stad als klimaatstelsel nauwelijks onderzocht’



lijke leefomgeving<sup>2</sup>. Binnen de wetenschap is de stad als klimaatstelsel nauwelijks onderzocht. Er zijn in Nederland zelfs nauwelijks metingen gedaan in de stedelijke omgeving. Zo is pas met dit project begonnen met metingen aan het al in 1818 door een Londense amateurmeteoroloog beschreven *Urban Heat Island Effect*. De gedachte is dat de steden en weinig groene en waterrijke binnensteden een hitte-eiland zijn, waar 's nachts de temperatuur in warme perioden wel tot tien graden Celsius hoger kan zijn. De klimaatwetenschap is ook nogal fundamenteel gericht op meteorologische, fysische en hydrologische aspecten en daarbinnen is weinig aandacht voor de koppeling van sociaal economische ontwikkelingen en klimaatverandering als inbreng voor een integrale klimaatbestendige oplossing. Er bestaat zelfs nog geen overeenstemming over het begrip ‘klimaatbestendig’. Ook het klimaatbeleid staat in zijn algemeenheid relatief ver van de dagelijkse praktijk van de stad, al moet daarbij aangetekend worden dat veel Nederlandse gemeenten zeer druk bezig zijn met de ontwikkeling van klimaatbeleid. Het landelijke klimaatbeleid gaat vooral over mitigatie, het terugbrengen van de uitstoot van broeikasgassen in Nederland als geheel, en de adaptatie van het Nederlandse landschap in termen van kustbescherming, compartimentering, overloopgebieden en waterbergingslocaties. Gemeenten doen mee in de meestal op energiebesparing en duurzame energie gerichte maatregelen om de uitstoot van broeikasgassen te verminderen, maar er is nog veel lokaal onderzoek nodig om te onderzoeken hoe dat het meest effectief vormgegeven kan worden. Datzelfde geldt voor de adaptatieve maatregelen die gemeenten onderzoeken om te zorgen dat de stad in de toekomst klimaatbestendig is.

### Samen zoeken naar geschikte instrumenten

Er zijn wel instrumenten beschikbaar die gemeenten kunnen helpen in hun zoektocht naar de meest effectieve manier om maatregelen voor mitigatie en adaptatie te combineren met stedelijke en sociaal economische ontwikkeling, maar ook die sluiten nauwelijks aan bij de praktijk van de stad. Neem bijvoorbeeld instrumenten als de *Nationale Adaptatiescan* van de ingenieursbureaus BuildDesk en Tauw en de *Klimaatwijzer* van het ministerie van VROM. De adaptatiescan is een instrument waarmee steden, provincies of waterschappen gebiedsgericht in een database kunnen zoeken naar de

bekende effecten van klimaatverandering en de maatregelen daartegen. Hiermee is het *Provinciaal Omgevingsplan* van Provincie Groningen getoetst en zijn delen van gemeente Hoogeveen geanalyseerd. De *Klimaatwijzer* is een instrument waarmee vooral provincies kunnen toetsen of er voldoende adaptatieve maatregelen genomen zijn voor allerlei effecten van de klimaatverandering, zoals de zeespiegelstijging. Provincie Zuid-Holland heeft daar een eerste uitwerking van gemaakt<sup>3</sup>, waaruit vier ‘signaalkaarten’ kwamen die dienen als basis voor de provinciale structuurvisie.

In de stad staan echter niet het klimaat en de klimaatverandering centraal, maar sociaal economische aspecten als het leefklimaat en het vestigingsklimaat. Steden kampen met achterstandswijken, verloedering, gezondheidskwesties als obesitas, onvoldoende recreatiemogelijkheden, fijn stof en verontreinigde lucht en nog veel meer kwesties die direct van invloed zijn op het dagelijkse leven van de stedelingen die in de stad wonen, werken en recreëren. Het veranderende klimaat en de gevolgen daarvan zijn in dat perspectief geen centraal probleem, maar eerder een bijkomend probleem, dat een ander perspectief geeft op de manier waarop bestaande en toekomstige stedelijke ontwikkelingen passen binnen de te nemen maatregelen. Het zoeken naar kansen voor waterberging, het realiseren van duurzame energie, het aanpassen van de beplanting voor schaduwwerking en waterberging, de hele zoektocht naar een klimaatbestendige stad, gaan altijd samen met sociaal economische kwesties.

Het zal duidelijk zijn dat de vragen om kennis over klimaatverandering vanuit stedelijke gemeenten dan ook niet specifiek gericht zijn op klimaatkennis. Het zijn veelal integrale vraagstukken, waarmee gemeenten kampen: van nieuwe ontwerpconcepten voor het combineren van waterberging met woningbouw tot het aanplanten van bomen en struiken voor zowel het oplossen van het binnenstedelijk hitte-effect en het afvangen van fijn stof, van een toetsbaar klimaatbestendig en duurzaam masterplan voor een nieuwbouwwijk tot een complete gemeentelijke strategie om burgers bewust te maken van de aanpassingen die de stad nodig heeft voor een klimaatbestendige toekomst. De aanpak van de klimaatverandering in de stad vergt nieuwe vormen van stedenbouw, het noopt tot het aangaan van nieuwe allianties, en het zet aan tot innovatieve combinaties van functies en stedenbouwkundige maatregelen.

### Dialogoproject *Klimaat in de stad*

Wat leert u in deze brochure over klimaat en de stad? Allereerst dat het nodig is om de kennis die aanwezig is over het klimaat en de klimaatverandering om te zetten in kunde die vereist is om in steden tot integrale oplossingen te komen. Er worden in deze brochure zes praktijkvoorbeelden uitgelicht. Deze laten zien dat de oplossingen voor een klimaatbestendige stad altijd lokaal en specifiek zijn, en dat maatregelen in de stad altijd ingebed moeten zijn in de stedelijke cultuur en de bijbehorende gemeentelijke beleidscultuur. Uit de voorbeelden blijkt ook dat de praktijk nieuwe vragen oproept, vragen die lang niet altijd op het niveau van de stad een antwoord vinden, vragen die om antwoord vragen van rijk, provincie, waterschap of wetenschap. Het dialogoproject *Klimaat in de stad* is in die zin niet alleen een onderzoeksproject dat kijkt hoe kennis gebruikt wordt, maar ook een project dat nieuw onderzoek agendeert. Vanuit de praktijk en de kunde in de stad.

Deze brochure is een eerste publicatie over de resultaten van het dialogoproject *Klimaat in de stad*. De teksten in de brochure geven dan ook geen compleet of wetenschappelijk verantwoord beeld van het onderzoek, maar wel een eerste indicatie van de uitkomsten daarvan. Aan het einde van dit jaar verwachten we een uitgebreid en diepgaand boek te publiceren, waarin de vele manieren waarop de klimaatkennis in de stad wordt toegepast en de ontwikkeling van klimaatkunde opnieuw onder uw aandacht gebracht zullen worden. Dit boek zal wetenschappelijke essays en een meer diepgaande beschrijving van de processen in de diverse voorbeeldprojecten bevatten. Deze brochure laat echter al zien wat de grote achterliggende ideeën zijn. Ter inspiratie.

### Noten

<sup>1</sup> *CIA Factbook* (<https://www.cia.gov/library/publications/the-world-factbook/geos/nl.html>)

<sup>2</sup> Jeroen Rijke, Chris Zevenbergen, William Veerbeek, *State of the Art Klimaat in de stad*, Delft, 23 februari 2009, UNESCO-IHE, in opdracht van *Klimaat voor Ruimte* en *Kennis voor Klimaat*.

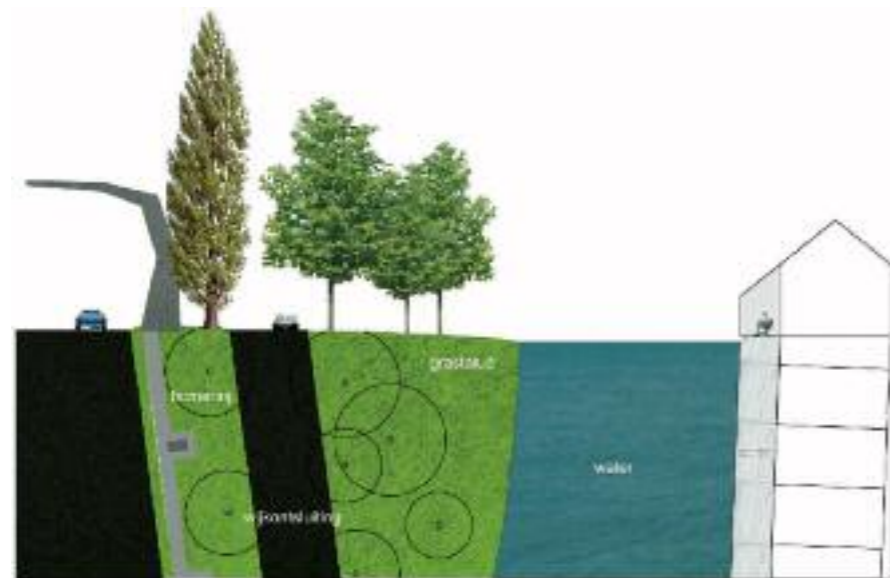
<sup>3</sup> *Klimaatwijzer - Agenda voor een klimaatbestendig provinciaal waterplan en provinciale structuurvisie*, Provincie Zuid-Holland, 9 december 2008.

Dordrecht/

# Wielwijk, sterk en weerbaar



Dordrecht, park in De Wielwijk; rechts het geluidsscherm langs de A16. Het profiel (onder) laat zien hoe deze locatie er na de herstructurering uit zal zien.



Gemeente Dordrecht is met het interactieve proces van reconstructie van De Wielwijk koploper in de aanpak van een ‘aandachtswijk’ die model staat voor veel van dergelijke wijken. De grootschalige aanpak van de fysieke en sociale problemen in die wijken kan in combinatie met klimaatmaatregelen tot kansrijke ontwikkelingen leiden. De urgentie is er voelbaar, en bewoners zien veel in allerlei maatregelen. Maar de financiering van uitvoering en onderzoek loopt niet altijd synchronon.



- |                     |                      |           |                |
|---------------------|----------------------|-----------|----------------|
| Lichtfoto           | Ontsluitingsweg      | Parkint   | Singel         |
| Bestaande bebouwing | Woonstraat           | Zuidelijk | hante dijkvoet |
| Nieuwe bebouwing    | Vrijliggend fietspad | Sportpark | Rietkraag      |

## ‘Burgerparticipatie en kennis moeten synchroon lopen’

< Plan voor de herinrichting van De Wielwijk.



**D**e Wielwijk in Dordrecht heeft sociaal economische problemen en een eenzijdig en verouderd woningbestand. Gemeente Dordrecht wil in de wijk daarom samen met woningcorporatie Woonbron fors investeren in een sociaal en fysiek programma, en ziet dat als kans om tegelijkertijd de klimaatambities voor de langere termijn te verwezenlijken. Dat is de achtergrond voor de stedenbouwkundige visie *Wielwijk sterk en weerbaar* die in 2007 door de gemeenteraad is vastgesteld, en die plannen bevat voor de ontwikkeling van de wijk tot 2025. De visie is vormgegeven in een tweejarig traject, waarbij de wijkbewoners een sterke inbreng hadden.

Een apart probleem waarmee De Wielwijk kampt, is de luchtverontreiniging door een van de meest drukke snelwegen van Nederland, de A16. Een derde van de wijk ligt in de risicozone met geluid van meer dan 55 dB en fijn stofconcentraties van meer dan 52 mg/m<sup>3</sup>. In de stedenbouwkundige visie is daar rekening mee gehouden, door drukke wegen te verleggen en door beplanting te gebruiken om luchtverontreiniging af te vangen.

Voor de visie *Wielwijk sterk en weerbaar* is in twee

zogenaamde brugateliers, gefinancierd door het programma *Leven met water*, onderzocht hoe de fysieke en sociale herstructurering en de problemen met de luchtkwaliteit gecombineerd konden worden met de ambities die gemeente Dordrecht had om de wijk klimaatbestendiger te maken. Dat betekent feitelijk dat er bij beplanting niet alleen wordt gekeken naar wat dat voor leefbaarheid oplevert voor de bewoners, maar ook hoeveel water een boom opneemt, welke schaduwwerking die heeft en hoe beplanting zo geplaatst kan worden dat die fijn stof afvangt. Alterra werd gevraagd om hiervoor wetenschappelijke inbreng te leveren; financiering daarvoor kwam van het programma *Klimaat voor Ruimte*.

Doel van het onderzoek was om te kijken hoe de concentraties stikstofoxide en fijn stof langs de A16 naar beneden konden worden gebracht. Alterra heeft hiervoor een reeks ontwerpprincipes uitgewerkt en deze in presentaties en workshops overgedragen aan de stedenbouwkundigen van de gemeente. Ook zijn de ontwerpprincipes in een serie profielschetsen toegepast, om te toetsen of de bomenrijen inpasbaar zijn in de nieuw bedachte situatie, en of zij daadwerkelijk tot betere lucht kunnen leiden. Vervolgens is in een atelier met bewoners een poging gedaan hun wensen en ideeën voor de openbare ruimte en het recreatieve groen te koppe-

# ‘Een apart probleem waarmee De Wielwijk kampt, is de luchtverontreiniging door een van de meest drukke snelwegen van Nederland, de A16’

GROEN VOOR LICHT		ONTWERPTOOLS VOOR LANGS DE WEG 1	
	effect	in de praktijk	in de praktijk
aanpak van de weg			
aanpak van de bebouwing			
aanpak van de bebouwing			
aanpak van de bebouwing			

GROEN VOOR LICHT		ONTWERPTOOLS VOOR LANGS DE WEG 2	
	effect	in de praktijk	in de praktijk
aanpak van de weg			
aanpak van de bebouwing			
aanpak van de bebouwing			
aanpak van de bebouwing			

GROEN VOOR LICHT		ONTWERPTOOLS VOOR DE STAD	
	effect	in de praktijk	in de praktijk
aanpak van de weg			
aanpak van de bebouwing			
aanpak van de bebouwing			
aanpak van de bebouwing			

GROEN VOOR LICHT		ONTWERPTOOLS VOOR BEPLANTINGSTYPEN	
	effect	in de praktijk	in de praktijk
aanpak van de weg			
aanpak van de bebouwing			
aanpak van de bebouwing			
aanpak van de bebouwing			

Voor De Wielwijk wordt aangegeven welk effect de verschillende beplantingen op het leefklimaat in de wijk hebben.

len aan de bomen als fijn stoffilter. De uitkomsten waren veelbelovend; de bomenrijen zijn zeker inpasbaar in de stedenbouwkundige transformatieprocessen en leveren een meerwaarde op voor de wandelende bewoner.

De inbreng van de wetenschappelijke kennis kwam op een moment dat gemeente Dordrecht en woningbouwcorporatie Woonbron werkten aan een samenwerkingsovereenkomst voor de herstructurering van De Wielwijk. De uitvoering van *Wielwijk sterk en weerbaar* was daardoor nog niet gestart. Het onderzoek van Alterra kon wegens de deadline voor de financiering daarvan niet later georganiseerd worden. Hierdoor was het uiteindelijk niet mogelijk om de onderzoeksresultaten van Alterra direct te vertalen in een ontwerp dat op korte termijn kon worden uitgevoerd, tot frustratie van zowel gemeente, woningbouwcorporatie, onderzoekers als bewoners.

De samenwerkingsovereenkomst voor de herstructurering van De Wielwijk is nu getekend, en in het najaar van 2010 zal het stedenbouwkundig plan voor

het deelgebied langs de A16 gereed zijn. De stedenbouwkundigen van de gemeente zijn in dit proces de sleutelfiguren, want zij zijn degenen die de wensen van bewoners, de fysieke maatregelen en de energiebesparende en klimaatmaatregelen bij elkaar brengen in een ontwerp.

Uit deze interactieve praktijk komen nieuwe vragen op, die vragen om een oplossing op een hoger niveau. Zo bleek na onderzoek het rioolstelsel voor de komende decennia nog klimaatbestendig, maar is het in de toekomst nodig om te onderzoeken hoe de innovatie daarvan gecombineerd kan worden met bijvoorbeeld de productie van bio-energie uit de fosfaten in het rioolwater. Vergelijkbare vragen zijn er bij de energievoorziening, hoe die interactiever ingericht kan worden zodat het systeem beter reageert op energieaanvoer vanuit nieuwe, duurzame bronnen.

Het zijn vragen die niet alleen spelen in Dordrecht, maar ook in de rest van Nederland; die vragen daarom om een antwoord op nationaal niveau.

In De Wielwijk zal de H. M. Trompweg getransformeerd worden tot een park.





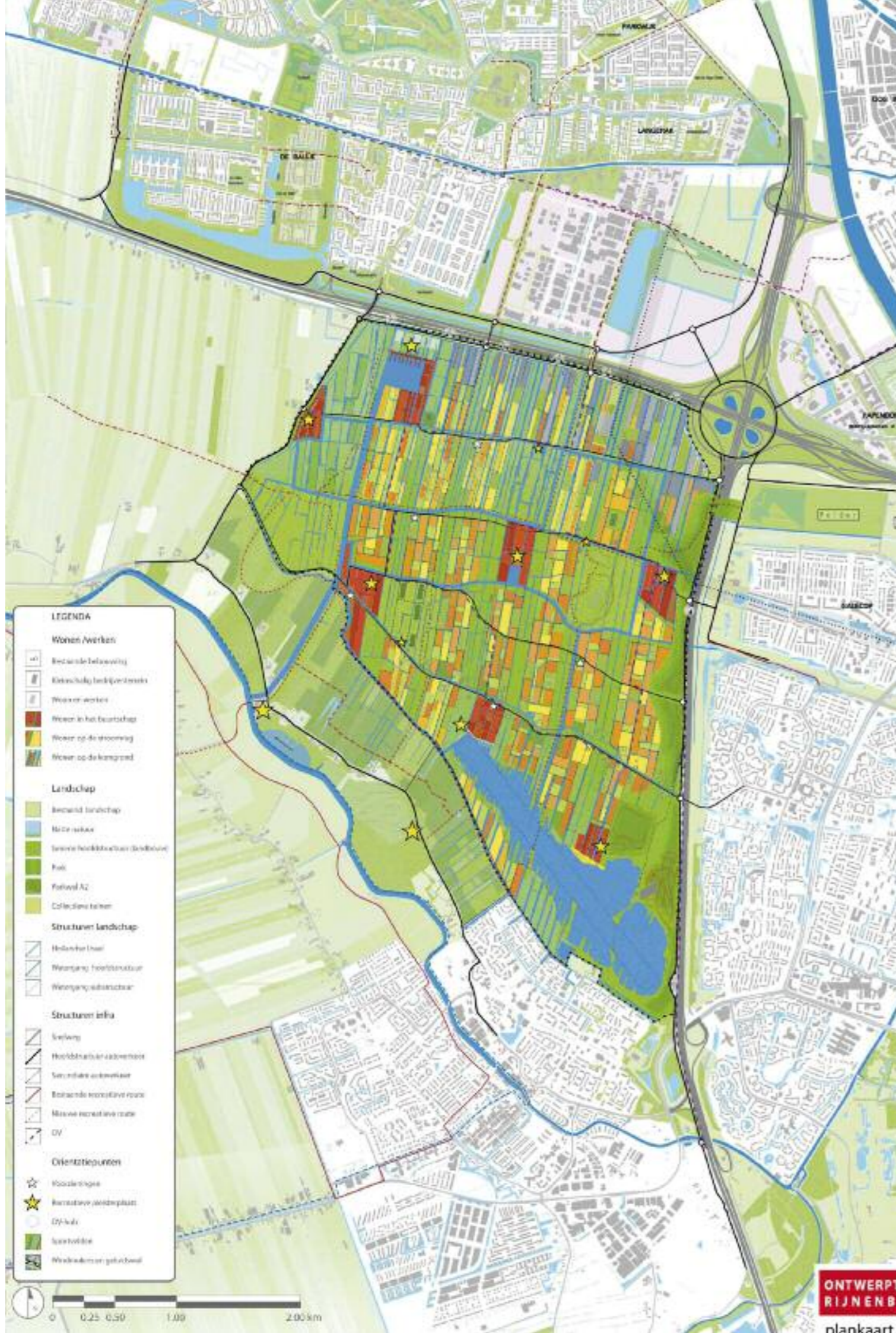
Utrecht/

# Structuurvisie Rijnenburg

14/15

Een deel van de woningbouwopgave van gemeente Utrecht wordt gerealiseerd in het nieuwe woongebied Rijnenburg in de zuidwestelijke oksel van de snelwegen A2 en A12. Voor het masterplan van het gebied is het systeem *Duurzaam Ontwerpen* ontwikkeld om met digitale kaarten te ontwerpen aan de duurzaamheid van de invulling van de ontwikkelopgave. De methode is mogelijk ook een impuls om in de toekomst te monitoren hoe duurzaam alles is uitgevallen.

< Plankaart voor Rijnenburg, waarin zeventuizend woningen en negentig hectare bedrijvigheid zijn gepland.



## Duurzaam ontwerpen en monitoren met digitale kaarten



**R**ijnenburg is het gebied ten zuiden van de A12 en ten westen van de A2 bij Nieuwegein. Het is nu nog een veenweidenpolder, maar zal in de toekomst een bebouwd gebied zijn met zeventuizend woningen en negentig hectare bedrijvigheid. Daarvoor is de *Structuurvisie Rijnenburg* opgesteld, die op 18 februari 2010 door de gemeenteraad van Utrecht werd vastgesteld. De visie is ambitieus vanwege het sterk duurzame karakter van de bouwopgave. In Rijnenburg moet klimaatbestendig en energieneutraal wonen en werken in harmonie gaan met de waterhuishouding en het landschap, onder het motto 'Duurzaam wonen in het landschap'.

### Gebiedsgericht en specifiek

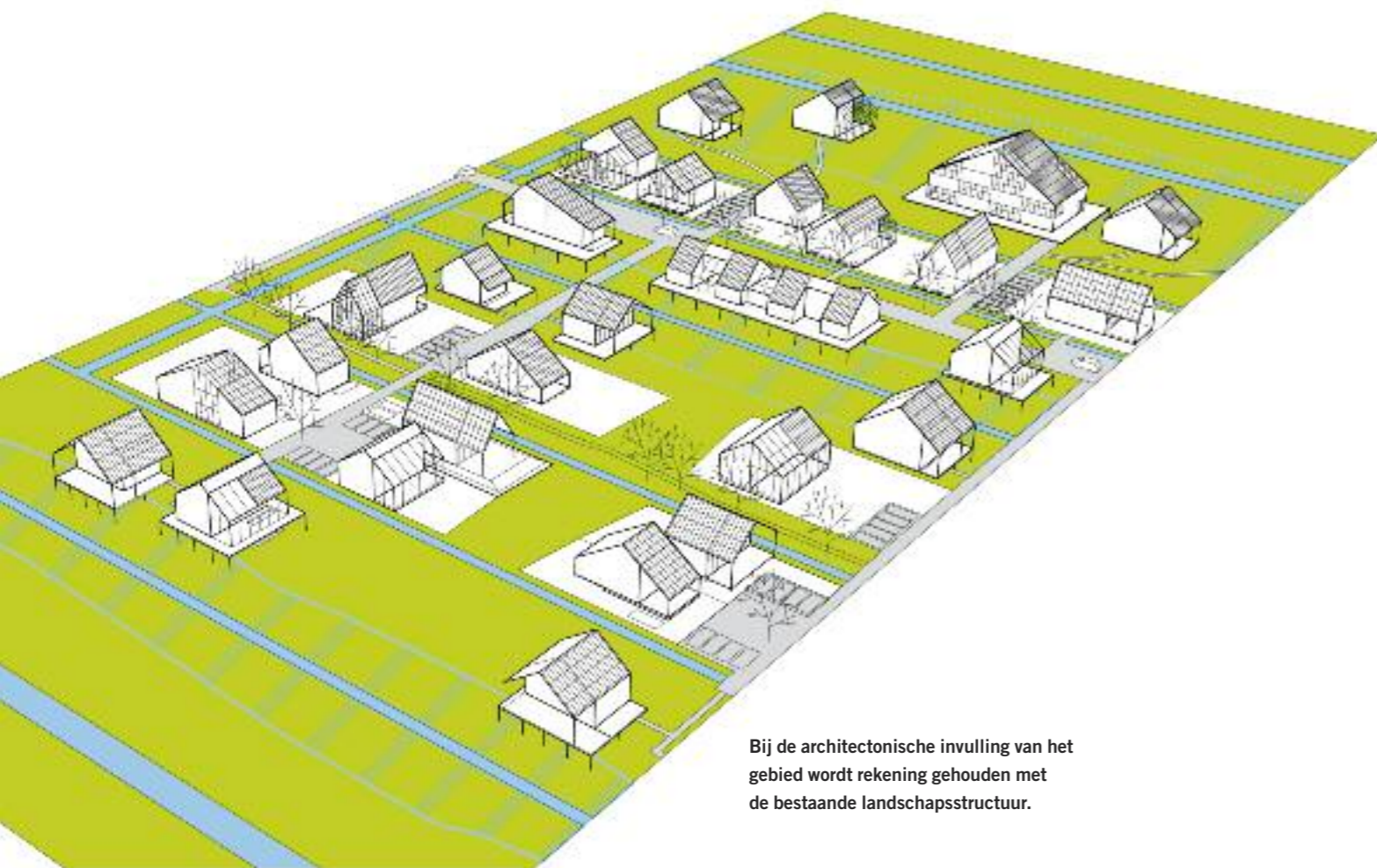
Op een toevallige manier is bij de realisatie van de structuurvisie het systeem *Duurzaam Ontwerpen* ontwikkeld, waardoor er gebiedsgericht en zeer specifiek allerlei kennis in het ontwerpproces ingebracht kan worden. Projectleider Dymph Hoffmans van gemeente Utrecht kende het instrument *DuurzaamheidsProfiel van een Locatie (DPL)*, dat door onderzoeksbureau Ivam is ontwikkeld voor het ministerie van VROM, en ook de manier waarop het bedrijf Mapsup op een digitale tekentafel ontwerpprocessen ondersteunt. Zij bedacht dat

beide systemen te combineren zijn tot een digitaal ontwerpsysteem, waarin klimaat en duurzaamheid als kenmerken van het ontwerp gemeten en afgewogen kunnen worden.

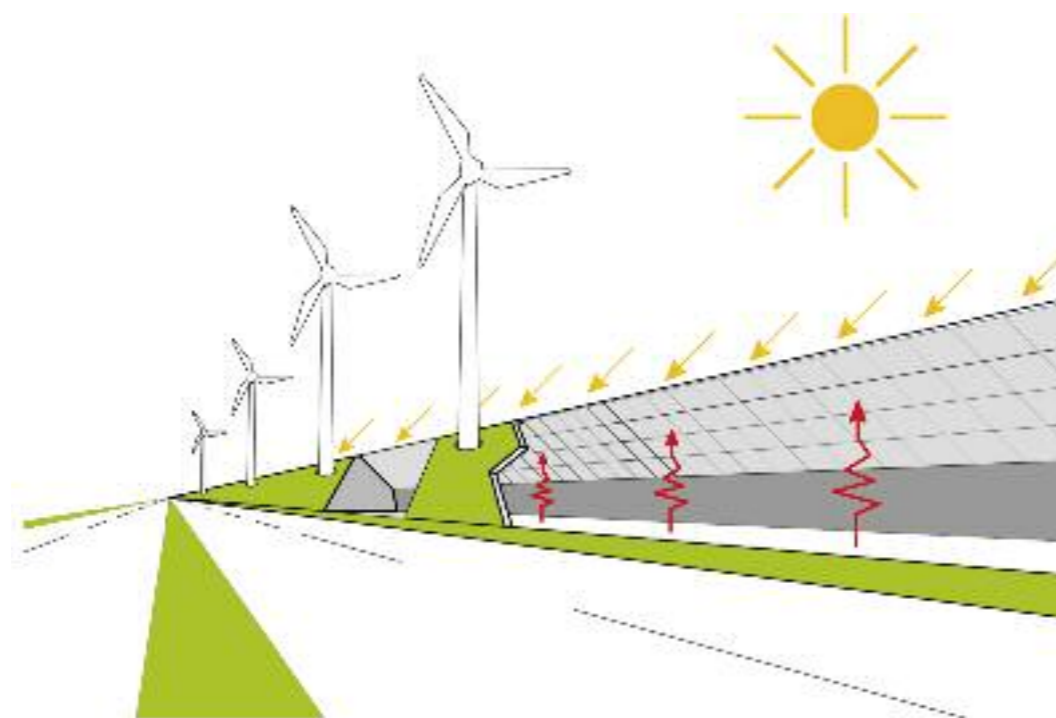
Het systeem *Duurzaam Ontwerpen* maakt het mogelijk te onderzoeken hoe ingrepen in het gebied uitpakken qua energiegebruik, waterberging, luchtkwaliteit, recreatie, enzovoorts. Het Ivam ontwikkelde met het *DuurzaamheidsProfiel van een Locatie (DPL)* een systematiek die de duurzaamheid van een wijk meet. Duurzaamheid is daarbij aan de hand van de internationaal gebruikte drie P's van *Planet, People en Profit* uitgewerkt in 24 aspecten. In het programma kunnen zowel fysieke als statistische of enquêtegegevens ingevoerd worden, die worden geïnterpreteerd in rapportcijfers die lopen van 0 tot 10. Op de MapTable die Mapsup gebruikt, kunnen mensen met speciale pennen tekenen op digitale kaarten. Daarmee veranderen ze de gegevens in de databases die de digitale kaarten voeden met informatie. Zo is op de MapTable te zien welke gevolgen bijvoorbeeld een hoger waterpeil heeft op de recreatie en energievoorziening.

### Bestuurlijke dekking

Het is geen toeval dat de *Structuurvisie Rijnenburg* zo sterk gericht is op duurzaamheid en klimaatbestendigheid. Toen in 2008 de startnotitie werd geschreven, bleek dat de klimaatambities van



Bij de architectonische invulling van het gebied wordt rekening gehouden met de bestaande landschapsstructuur.



Geluidsscherm met energieproductie uit zonnepanelen en windmolens, ontwikkeld door Klimaatwand.

gemeente Utrecht, provincie Utrecht en het hoogheemraadschap Stichtse Rijnlanden sterk overeenkwamen. De gemeente heeft de ambitie om in 2030 CO<sub>2</sub>-neutraal te zijn en zag in Rijnenburg het paradigma om deze ambitie duidelijk te maken. De provincie had net het provinciale klimaatprogramma *Klimaat op orde* gepubliceerd. Het hoogheemraadschap was net als alle waterschappen in Nederland al bezig met de klimaatopgave. Door deze gezamenlijke klimaatambities kreeg het proces rondom Rijnenburg een sterke bestuurlijke dekking. De gemeente, de provincie en het hoogheemraadschap gingen samenwerken in de speciale stuurgroep die werd opgericht om te zorgen dat de klimaatambities ook werkelijk vertaald zouden worden in de bouwplannen. Daarnaast leidde de gemeentelijke stuurgroep het ontwerpproces.

De eerste belangrijke stap om klimaat in het ontwerpproces te integreren, werd in 2008 gezet met het ontwerpatelier *Charette Rijnenburg*. Na een inspiratieavond met onder meer *Cradle to Cradle*-voorman Michael Braungart, en een rondetafel-discussie met deskundigen en vertegenwoordigers van de drie bestuurslagen, kwamen zestig mensen van vijftien organisaties bijeen in een workshop van twee dagen. Daarin formuleerden ze een aantal leidende uitgangspunten voor Rijnenburg: klimaatneutrale energievoorziening, duurzaam waterbeheer, zoveel mogelijk gesloten kringlopen, rekening houden met landschappelijke waarden, een goede relatie tussen stad en land. Via inspiratiebijeenkomsten, werksessies met experts en onderzoeken werden daarna een zestal thema's ontwikkeld die bepalend zijn voor Rijnenburg: duurzaam landschap, gezonde samenleving, *Community Lab*, waterrobuust bouwen, kringlopen sluiten en *Klimaatwand*. Bijzonder zijn *Community Lab* als een ontwikkelings- en innovatieplatform dat samen met private partijen nieuwe producten en ideeën ontwikkelt, en *Klimaatwand* waar de geluidsschermen langs de snelwegen ontwikkeld worden als het zichtbare icoon van klimaatbestendig Rijnenburg.

### Communicerende vaten

In de structuurvisie is de huidige landschapsstructuur onaangetast gelaten. De bestaande agrarische verkaveling en graslanden blijven de omgeving voor diverse woonmilieus met dichtheden van acht tot veertig woningen per hectare. De bestaande sloten worden benut voor waterberging en in het zuiden van het plangebied is een uitbreiding van een bestaande waterplas bedacht voor piekberging en als

buffer voor de benodigde infiltratie van het veen in droge perioden. Deze plas wordt mogelijk gecombineerd met de vanuit de gemeente gewenste wedstrijdreebaan en vormen van waterrecreatie. Direct aan de A12 komt bedrijvigheid en langs de snelwegen wordt een geluidsscherm gecombineerd met energieproductie uit bijvoorbeeld zonnepanelen en windmolens. Zo ontstaat een wijk die niet zozeer een uitbreiding van de stad Utrecht moet zijn, maar eerder een inbreiding in de richting van Het Groene Hart.

Het gecombineerde computersysteem van Ivam en Mapsup heeft een belangrijke bijdrage geleverd aan het ontwerpproces. De mensen die verantwoordelijk waren voor de zes thema's, ontwikkelden in samenwerking met wetenschappers indicatoren en doeleinden voor de specifieke opgaven. Het bleek voor wetenschappers niet makkelijk om harde indicatoren te geven. Ze aarzelden wel eens als ze werd gevraagd om bijvoorbeeld specifiek aan te geven hoeveel kilo CO<sub>2</sub> er bespaard zou worden; ze gaven een reeks in plaats van een getal. Het systeem was geen planningssysteem, maar een communicatiemiddel dat stedenbouwkundigen met indicaties duidelijk maakt welke gevolgen ingrepen hebben voor het klimaat en de duurzaamheid, om hen na te laten denken over die gevolgen. Het werkt als communicerende vaten: meer woningen betekent minder ruimte voor ecologische zones en een minder hoge ambitie ten aanzien van recreatie, meer waterberging betekent een beter behoud van het veen en het slagenlandschap. Op de MapTable zien mensen direct wat er gebeurt als er iets verandert.

### Monitoringsysteem

*Structuurvisie Rijnenburg* is nog een papieren plan. Het streven is om in 2013 in het gebied de bouw te starten en in de vijftien jaar daarna het nieuwe woongebied te ontwikkelen. De bedoeling is dat het systeem *Duurzaam Ontwerpen* ook bij de verdere en meer gedetailleerde uitwerking van de globale ambities uit de structuurvisie een rol blijft spelen. Ambities zullen waar nodig en mogelijk worden vastgelegd, en meegegeven worden naar ontwikkelfases waarin de gemeentelijke regierol minder prominent is. *Duurzaam ontwerpen* kan zo uitgroeien van duurzaam ontwerpsysteem tot monitoringssysteem, waar ook de wetenschap weer van kan profiteren.

Amsterdam/

# Samenwerken aan een klimaatvriendelijke stad

20/21

Bewoners ontwerpen mee aan een klimaatbestendig en klimaatvriendelijk Amsterdam. Via ontwerpstudio's kunnen ze hun woonwensen voor het stedelijk leefklimaat koppelen aan de klimaatkennis van ervaren ontwerpers, zodat er een integrale visie ontstaat voor de ruimtelijke ontwikkeling van een Amsterdam in tijden van klimaatverandering. De bewoners leren zo wat ze zelf kunnen doen, terwijl onderzoekers, ontwerpers en beleidsmakers zicht krijgen op de soms vergaande en altijd integrale opties die er liggen om met de klimaatverandering om te gaan.

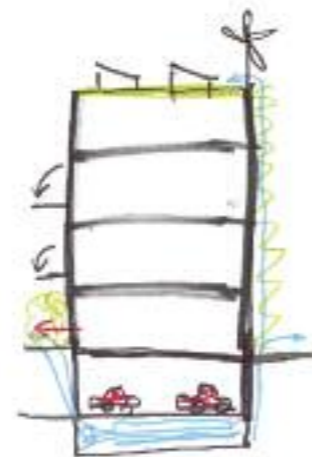


Amsterdam, De Baarsjes, Hoofdweg en Mercatorplein (onder).





In de ontwerpateliers brengen bewoners hun woonwensen naar voren en ontwerpen ze mee aan een klimaatbestendige wijk.



## ‘Ideeën om de stedelijke omgeving aan te passen aan de gevolgen van de klimaatverandering zijn moeilijker te verwezenlijken’



22/23

**N**ederlandse steden krijgen meer last van de klimaatverandering dan andere delen van het land. Mede als gevolg van het beleid om compacte steden te bouwen, kent Nederland naast zijn relatief open landschap een sterk geconcentreerde bebouwing in de steden. In de Amsterdamse wijk De Baarsjes is goed te zien wat de keerzijde daarvan is. Het is een erg stenig stukje Amsterdam, met op het grote, centrale Mercatorplein nauwelijks bomen of ander groen. En er is erg veel verkeer. Straten als de Jan van Galenstraat staan niet voor niets in de top vijf van de Amsterdamse straten met slechte luchtkwaliteit, mede dankzij het vrachtverkeer naar het Food Centre.

Milieucentrum Amsterdam organiseerde in de afgelopen jaren verschillende malen ontwerpateliers met bewoners. Op een dinsdagavond komt een veertigtal bewoners van De Baarsjes bijeen in de bibliotheek. Ontwerpers vertellen hen dat de klimaatverandering gevolgen zal hebben voor alle aspecten die bepalend zijn voor het leefklimaat in De Baarsjes. De bewoners knikken in herkenning als een ontwerper vertelt dat het op warme zomerdagen vooral 's avonds warmer wordt, als de stenen hun warmte af-

geven, en schrikken een beetje als ze horen dat hete zomers als die van 2003 en 2006 steeds normaler zullen worden. Ze weten dat de brandweer tegenwoordig in droge perioden de bomen water komt geven, wat vroeger nooit nodig was.

In het project *Samenwerken aan een klimaatvriendelijk Amsterdam* zorgde Milieucentrum Amsterdam ervoor dat de gemeente samenwerkte met onderzoekers van Alterra en de TU Delft, architectenbureau SLA, bureau B+B, adviesbureau Arcadis, gemeentelijk waterbedrijf Waternet, woningcorporatie Stadgenoot en ontwerpers die ervaren zijn in het zoeken naar klimaatmaatregelen in een stedelijk milieu, aan een reeks concrete beelden, invullingen en uitwerkingen. De ontwerpateliers maken hier deel van uit en vormen de basis voor de ontwikkeling van een nieuwe structuurvisie voor de ruimtelijke ontwikkeling van Amsterdam, waarin ook duidelijk moet worden hoe de stad in de toekomst rekening gaat houden met het klimaatvraagstuk. De structuurvisie zal in 2010 gepresenteerd worden.

Tijdens het ontwerpatelier blijkt dat er een breed scala aan mogelijkheden is. Bewoners ontwerpen enthousiast mee. Ze zien wel wat in het plaatsen van regentonnen op de balkons of klimaatbestendige gebouwen zoals het met tienduizenden planten



Tentoonstelling van de plannen die in de ontwerpateliers zijn ontstaan.

bedekte zwembad Sportplaza Mercator. Anderen komen met politieke oplossingen, zoals het vergroten van de stadsdelen om te zorgen voor een beter afgestemd groenbeleid. Nu wordt over het grote, groene, aan De Baarsjes grenzende Rembrandtpark beslist door het stadsdeel Slotervaart aan de andere kant van het park. En er ontstaan ook toekomstvisioenen over de ring rond de stad, in een tunnel met een park er bovenop, met elektrische wagentjes voor het vervoer richting centrum. De resultaten van deze en andere door Milieucentrum Amsterdam georganiseerde ontwerpateliers werden later in een tentoonstelling aan de Amsterdammers getoond.

Net als in andere steden, probeert gemeente Amsterdam het klimaatvraagstuk aan te pakken. De nadruk ligt hierbij vaak op plannen om op energie te bezuinigen en autogebruik terug te dringen om de uitstoot van broeikasgassen tegen te gaan. Ideeën om de stedelijke omgeving aan te passen aan de gevolgen van de klimaatverandering zijn moeilijker te verwezenlijken. Kennis daarover is moeilijk toegankelijk. Nu nemen de verschillende gemeenten, stadsdelen, bedrijven en burgers daar vaak individueel eigen maatregelen tegen. Maar dat werkt niet. Als de buurman een airco koopt, wordt het binnenshuis prettiger maar warmt de buurt als geheel op. En als stadsdeel Slotervaart besluit bomen te kappen in het Rembrandtpark, dan heeft dat gevolgen voor het klimaat in De Baarsjes. Daarbij komt dat gemeentelijke bestuurders en ambtenaren graag snel en zichtbaar actie willen ondernemen, terwijl

de klimaatwetenschap zich nu nog vooral bezighoudt met voorspellingen en oplossingen voor de langere termijn. Het probleem is dat bij oplossingen voor de adaptatie van de stad aan de gevolgen van de klimaatverandering de effecten vaak onbekend, nooit eenduidig en soms zelfs strijdig zijn. Groen dat in de ene buurt wordt aangelegd om de luchtkwaliteit te verbeteren of via schaduw koelte te realiseren, kan in een andere buurt juist zorgen voor opwarming doordat verkoelende wind wordt tegengehouden, of tot verslechtering van de luchtkwaliteit omdat fijn stof er juist blijft hangen. Het verminderen van het autoverkeer in één straat kan weer problemen creëren elders in de stad. En één klimaatvriendelijk zwembad is niet genoeg. Met het project in Amsterdam wil het Milieucentrum Amsterdam samen met onderzoekers en de gemeente kijken hoe er een integrale visie kan worden ontwikkeld, waarin zowel de wetenschappelijke kennis als de wensen van de bewoners terug zijn te vinden. Zo wordt de bewoners duidelijk dat ze zelf dingen kunnen ondernemen, zoals het plaatsen van een regenton op hun balkon, terwijl tegelijkertijd nieuwe vragen ontstaan voor ontwerpers, onderzoekers en beleidsmakers. Tegelijkertijd vormen de ideeën die de bewoners ontwikkelden tijdens de ontwerpateliers zowel een basis voor de gemeentelijke structuurvisie als een communicatiemiddel om in Amsterdam de discussie over wat de klimaatverandering betekent voor de stad te stimuleren.



‘A10 ondergronds, auto’s in parkeertorens en de wijk autovrij!’





‘Meetinstrumenten op bakfietsen betrekken Rotterdammers bij klimaatbeleid’



In en om de stad Rotterdam werden metingen verricht naar de klimaatcondities.

Rotterdam/

# Rotterdam Climate Initiative

26/27

Meetinstrumenten op bakfietsen en openbare gebouwen moeten uitwijzen of Rotterdam last heeft van hittestress. De wetenschappelijke gegevens uit dit experiment worden niet alleen gebruikt voor vervolgonderzoek, maar ook om de vraag hoe de klimaatverandering Rotterdam zal veranderen onder de aandacht te brengen van de Rotterdammers zelf.



## ‘Het centrum van Rotterdam bleek ’s nachts zeven graden Celsius warmer dan het platteland rondom Rotterdam Airport’

**R**otterdam is de Nederlandse deltastad bij uitstek, met een van ’s werelds grootste havens en enorme oppervlakten water enorm kwetsbaar voor de gevolgen van de klimaatverandering. Het klimaatbureau van de gemeente heeft samen met Havenbedrijf Rotterdam, ondernemersorganisatie Deltalinqs en DCMR Milieudienst Rijnmond het initiatief genomen tot het *Rotterdam Climate Initiative* om de stad klimaatbestendig te maken en de uitstoot van CO<sub>2</sub> te halveren. De experimenten met door klimaatwetenschappers aangedragen oplossingen voor zowel adaptatie als mitigatie moeten Rotterdam kennisstad, proeftuin en voorbeeldstad maken voor deltasteden elders in de wereld. Het *Rotterdam Climate Initiative* is een ambitieus programma, dat draait rond de vijf inhoudelijke hoofdthema’s waterveiligheid, bereikbaarheid, adaptief bouwen, stedelijk watersysteem en stadsklimaat en waarvoor zeven concrete projecten zijn uitgewerkt. Om aan te geven hoe belangrijk de integrale aanpak is van deze projecten, is het Rotterdamse klimaatbureau ondergebracht bij de centrale bestuursseenheid van de gemeente.

Een klein onderdeel van dit grote programma is fun-

damentele wetenschap. Onder de paraplu van het onderzoeksprogramma *Kennis voor Klimaat* is in 2009 begonnen met metingen naar hittestress. De vraag is of Rotterdam last heeft van het *Urban Heat Island Effect*; het idee is dat het stadscentrum ’s zomers enkele graden warmer is dan het buitengebied en dat dat stress oplevert voor de inwoners. Om dat te onderzoeken zijn op vier plekken zichtbare vaste meetstations – een verzameling van meetinstrumenten – aangebracht op openbare gebouwen en werd in de zomer van 2009 met een mobiel meetstation op een bakfiets op andere plekken in de stad gemeten. De fiets kan makkelijk door de dichte bebouwing manoeuvreren, en is voorzien van een snelle thermometer, een vochtmeter, een sensor voor windrichting en -snelheid, sensoren voor de bepaling van de hoeveelheid invallend zonlicht, en sensoren voor de uitwisseling van warmtestraling. De resultaten vormen de basis voor een vervolgonderzoek naar de vraag of, en zo ja welke aanpassingen van het stedelijk leefmilieu nodig zijn. Uiteindelijk wordt het meetnet in Rotterdam een onderdeel van een groter meetnet in Zuid-Holland, waar onderzocht zal worden hoe het stadsklimaat zich verhoudt tot de omgeving.

De eerste metingen met de bakfiets werden gedaan op een hete dag in augustus. Het duurt nog tot





Project GreenPark; Architectenburo Kühne & Co ontwierp een groene gevel voor een parkeergarage in het kader van het *Rotterdam Climate Initiative*, dat hiervoor een subsidie verstrekte. Opdrachtgever/initiatiefnemer: West-Star Management BV.

‘Uiteindelijk zal het interactieve proces moeten leiden tot gebiedsgerichte, Rotterdamse oplossingen’

2011 voordat er een wetenschappelijke uitspraak gedaan kan worden met andere metingen. Uit de eerste metingen blijkt wel dat er grote verschillen zijn tussen binnenstedelijke milieus en het buitengebied, maar ook tussen bebouwde en begroeide omgeving. Het centrum van Rotterdam bleek 's nachts zeven graden Celsius warmer dan het platteland rondom Rotterdam Airport. Overdag was het centrum slechts twee graden warmer dan het vliegveld, maar opmerkelijk genoeg was de temperatuur in het stadspark De Twee Heuvels 2,4 graden lager. Er was binnen het stadscentrum dus een temperatuurverschil van 4,4 graden. Deze eerste metingen kwamen overigens overeen met metingen in de Stadsregio Arnhem Nijmegen.

Voor gemeente Rotterdam zijn deze metingen de nulmeting van het mogelijke *Urban Heat Island Effect*, maar tegelijkertijd het begin van een

communicatie- en participatietraject. De opvallende manier waarop het onderzoek heeft vorm gekregen, met de bakfietsen en de meetstations, maakt onderdeel uit van het breed ingezette offensief van de gemeente om Rotterdam als klimaatstad op de kaart te zetten. Zo is een tram uitgerust met meetsensoren, waardoor het reizende publiek als het ware kan meemaken hoe het *Urban Heat Island Effect* werkt. En vervolgens moet ook via aanvullend onderzoek duidelijk worden welke stress de verhitte oplevert op de stedelingen. Daarvoor is samenwerking met andere projecten buiten Rotterdam nodig, want statistisch is Rotterdam te klein. Maar uiteindelijk zal het interactieve proces moeten leiden tot gebiedsgerichte, Rotterdamse oplossingen voor de stad Rotterdam zelf en de Rotterdammers. Die laatste zullen, als het aan de gemeente ligt, tegen die tijd heel goed weten wat het klimaat met een stad doet, en wat een stad daar weer aan kan doen.



Het *Rotterdam Climate Initiative* stimuleert Rotterdammers om hun steentje bij te dragen aan meer groen in de stad.

Haarlemmermeer/

# Bouwen met water



32/33

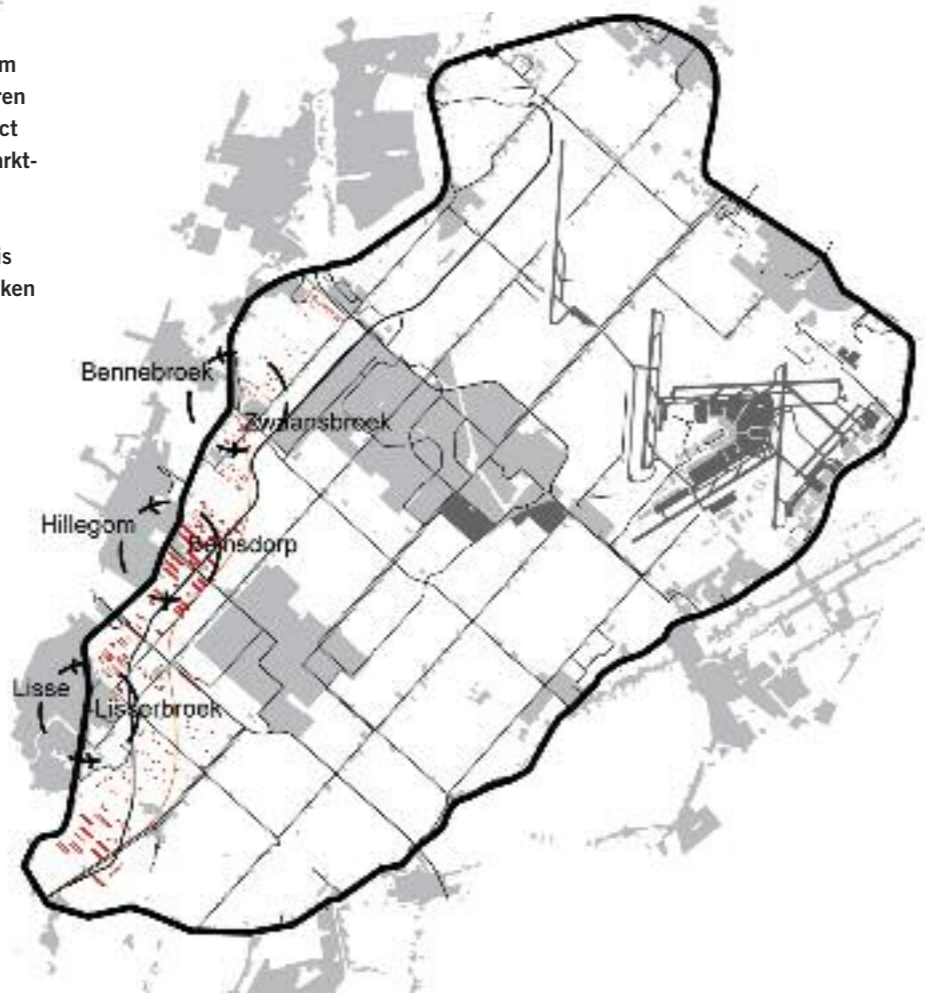
Om lege en laag gelegen polders als de Haarlemmermeer klaar te maken voor de toekomstige verstedelijking en de gevolgen van de klimaatverandering, is een nieuwe vorm van stedenbouw nodig. *Bouwen met Water* is een dynamische waterstedenbouw die woningbouw combineert met waterberging. Door te bouwen met water als fundament ontstaat een waterlandschap met fluctuerende waterpeilen en waterplassen voor waterberging en waterrijke woonmilieus dat klimaatbestendig is en ruimte laat voor ontwikkeling.

Haarlemmermeer, plan waarin woningbouw wordt gecombineerd met waterberging.

## ‘Water is fundament voor nieuwe waterstedenbouw’



In de Haarlemmermeer ligt de ingewikkelde opgave om woningbouw in het toch al drukke gebied te combineren met waterberging en natuurontwikkeling. In het project *Bouwen met Water* worden samen met overheden, marktpartijen en kennisinstellingen in de Westflank van de Haarlemmermeer nieuwe concepten ontwikkeld voor waterstedenbouw, waarbij water en niet grond de basis vormt voor vernieuwende, klimaatbestendige woonwijken (ontwerp: Oosterhuis Architecten, 2009).



Er zijn voor de Haarlemmermeer meer plannen dan er ruimte is. Er zijn plannen voor tienduizenden woningen, infrastructuur en honderden hectares groen en recreatie. Er is bovendien meer ruimte nodig om de gevolgen van de klimaatverandering op te vangen. Nu al wordt er gezocht naar ruimte om drie miljoen kubieke meter water te bergen. Met alle plannen opgeteld is de Haarlemmermeer zo'n vierhonderd hectare te klein. En dan hebben we het nog niet over de gevolgen van de klimaatverandering. Een droge zomer als in 2003 wordt medio 2050 bijna normaal, en het zoutgehalte in de kwel is dan zo'n dertig procent hoger dan nu.

### Bedreigende 'Waterwolf'

Om te zorgen dat al die plannen toch passen in de Haarlemmermeer, is het ontwerp- en ontwikkelingsconcept *Bouwen met Water* ontwikkeld door een consortium van projectontwikkelaar Dura Vermeer, architectenbureau SLA, hoogheemraadschap De Stichtse Rijnlanden en onderzoeksinstituut Alterra. Achterliggend idee achter dit concept is dat de gebruikers van de Haarlemmermeer al eeuwen als polderaars leven met de problemen die water veroorzaakt, en dat de klimaatverandering een

nieuwe urgentie levert om juist vanuit het water naar de ruimtelijke ontwikkelingen in de polder te kijken. Met *Bouwen met Water* grijpen de ontwerpers terug op het water als een bedreigende 'Waterwolf', die telkens nieuwe vormen aanneemt. Nu al zorgt het zoute kwelwater ervoor dat de polder vaak moet worden doorgespoeld om akkerbouw mogelijk te maken, wat in erg droge zomers als in 2003 erg moeilijk is. Bij het graven van nieuwe vaarten wordt de bodem soms omhoog gestuwd door de kweldruk van de waterkolom van zes meter water, omdat de Haarlemmermeer zo diep onder de zeespiegel ligt. En in seizoenen met hevige regenval is het erg lastig om het overtollige water te bergen of af te voeren. Met de nieuwe plannen en de klimaatverandering zullen die problemen in de toekomst alleen maar urgenter worden.

### Dynamische waterstedenbouw

*Bouwen met Water* betekent letterlijk bouwen met water, een nieuwe en dynamische vorm van 'waterstedenbouw' waarbij het water als fundament dient voor de nieuwe functies die in de Haarlemmermeer moeten komen. Kerngedachte is eerst zorgen voor het watersysteem en dan pas huizen bouwen. Bouwen in de polder gaat zo op een natuurlijke manier samen met het realiseren van een meer zelfvoorzienend watersysteem dat zijn eigen broek ophoudt.

## ‘Er ontstaat een waterlandschap waarop mensen al wonend, werkend en recreërend meebewegen op de ritmes van de seizoenen en het klimaat’



In het plan *Bouwen met Water* wordt in de architectuur rekening gehouden met fluctuerende waterstanden (ontwerp: Oosterhuis Architecten, 2009).

De eerste stap is zorgen dat de waterstand in de Haarlemmermeer gaat fluctueren; het water gaat op en neer met de seizoenen en het klimaat en het systeem krijgen zo dynamiek. De tweede en grootste stap naar een zelfvoorzienend watersysteem is de aanleg van een nieuwe plas van tweehonderd hectare op de slecht doorlatende veengrond in de Westflank van de Haarlemmermeer. Om te voorkomen dat de grond door de kweldruk openbarst bij het graven van zo'n plas, zal die bovenop het maaiveld komen.

Er ontstaat een waterlandschap waarop mensen al wonend, werkend en recreërend meebewegen op de ritmes van de seizoenen en het klimaat. Voorbereid op de onbestendige toekomst. Nieuwe, natte natuur ontwikkelt zich op het fluctuerende fundament van het water tot een aantrekkelijk leefklimaat. Naast de plas komen nieuwe waterwoonmilieus en met de nieuwe plas kan in natte tijden schoon en zoet regenwater worden geogst, waardoor er geen voedselrijk boezemwater uit de Ringvaart meer nodig is en in zoete tijden zelfs zoet water over is voor het bos dat aan de noordzijde van de Westflank is voorzien.

### Financieel haalbaar experiment

Het consortium heeft in 2010 een marktconsultatie gedaan om in de Westflank van de Haarlemmermeer een experiment met *Bouwen met Water* te realiseren. De ideeën van *Bouwen met Water* zijn volgens het consortium financieel kansrijk. De schaarse ruimte in de Haarlemmermeer wordt optimaal gebruikt door waterberging te combineren met natuurontwikkeling en woningbouw. Het fluctuerende

waterpeil zorgt dat er minder grond nodig is voor waterberging, en door de grotere aaneengesloten wateroppervlaktes is er minder geld nodig voor aanleg en beheer van de oevers. De dynamische waterstedebouw van *Bouwen met Water* zorgt ervoor dat er in de Haarlemmermeer ruimte genoeg is om alle opgaven te realiseren.

Binnen het experiment met *Bouwen met Water* is veel aandacht voor het ontwikkelingsproces van de Westflank van de Haarlemmermeer. Het zal een zoektocht zijn naar nieuwe kennis en allianties.

In de integrale aanpak zullen alle deelnemende partijen vanuit hun eigen belang leren omgaan met de onzekerheden die kenmerkend zijn voor het zoeken naar oplossingen voor maatschappelijke problemen. Bewoners, de 'polderaars', vormen een belangrijke partij in de allianties die het consortium zoekt. Zij zullen leven in het waterlandschap, maar als ze weten dat ze invloed kunnen uitoefenen op het water in hun achtertuin, dan willen ze wel meedoen. Dat is de gedachte.

### Leren leven met water

Het experiment in de Westflank van de Haarlemmermeer is een voorbeeld voor veel andere gebieden in Nederland. Overal in Nederland zijn laag gelegen gebieden te vinden waar nog ruimte is voor bebouwing, maar waar het bouwen lastig was en in de toekomst alleen maar lastiger zal worden. Het concept van *Bouwen met Water* biedt bouwstenen om ook daar te zoeken naar nieuwe waterlandschappen waar mensen leren leven met water als fundament voor een klimaatbestendige toekomst.



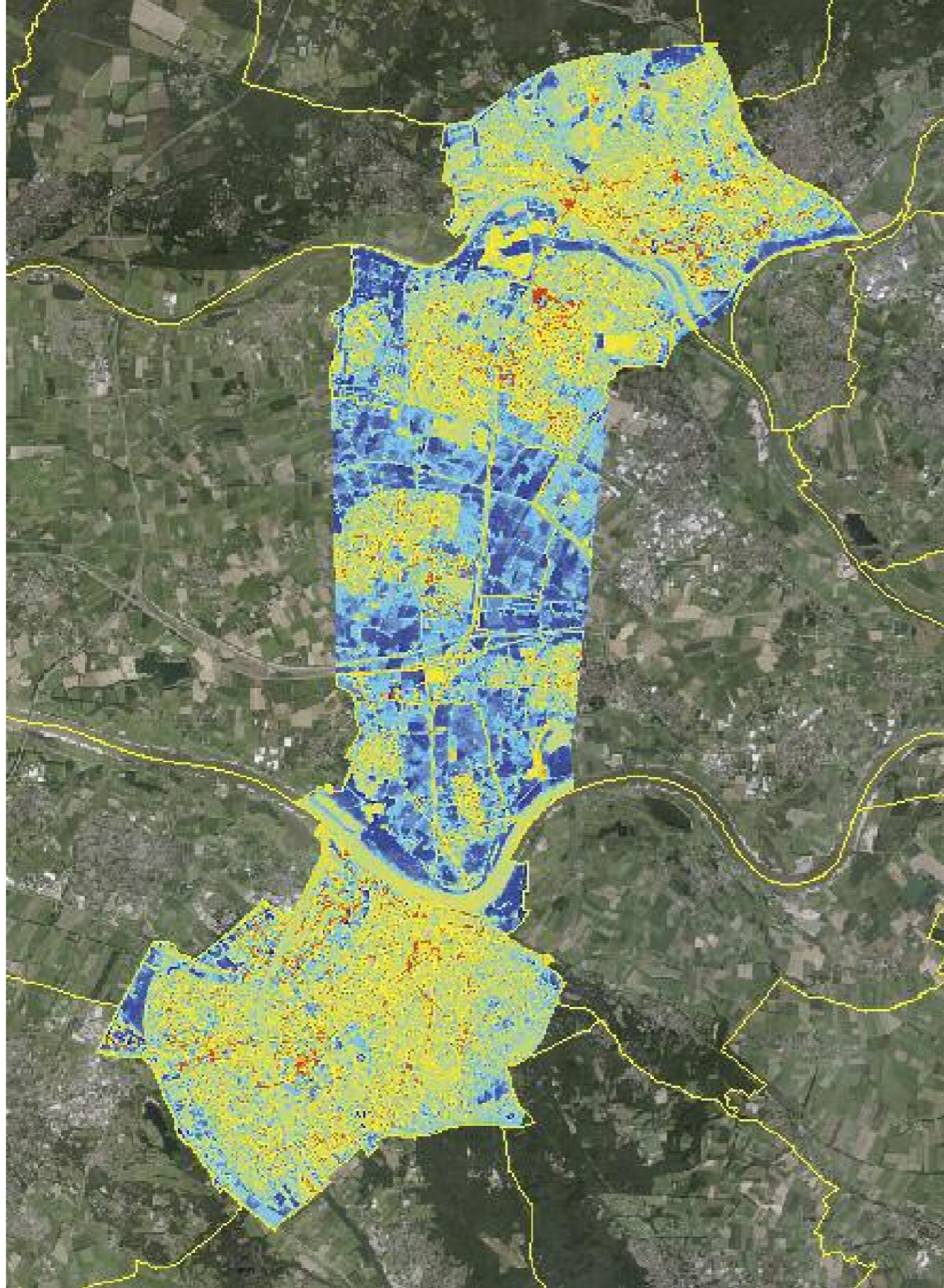
Ook op andere plaatsen in Nederland worden plannen gemaakt voor woningen op het water zoals hier het plan voor het Steigereiland (IJburg, Amsterdam) ontwerp Architectenbureau Marlies Rohmer.

# Stadsregio Arnhem Nijmegen/ Future Cities



38/39

Nederlandse steden zijn niet goed voorbereid op de effecten en gevolgen van extreem warme zomers, terwijl die in de toekomst steeds normaler zullen worden. In de Stadsregio Arnhem Nijmegen wordt met metingen, warmtebeelden vanuit vliegtuigen en een klimaatkaart letterlijk in kaart gebracht welke gebieden het meest te lijden zullen hebben onder de gevolgen van de klimaatverandering. De analyses van de effecten van het stedelijk hitte-eiland moeten de basis vormen voor de stedenbouwkundige aanpak van de regio, de steden en de dorpen.



Dit warmtebeeld van de Stadsregio Arnhem Nijmegen laat duidelijk zien waar de hitteconcentraties zich voordoen.





Net als in Rotterdam werden in Nijmegen en Arnhem met een bakfiets metingen verricht naar het stadsklimaat.

## ‘Steden als Arnhem en Nijmegen zijn nog niet voldoende aangepast aan warme zomers als die uit 2006’



In 2006 werd de sinds 1928 georganiseerde Nijmeegse Vierdaagse voor het eerst afgelast. Reden: het extreem warme weer. Wandelaars hadden last van hitte en uitdrogingsverschijnselen, en vooral op de Oosterhoutse Dijk vielen er veel slachtoffers. Er vielen twee doden. Toch zal ook de organisatie van de Vierdaagse moeten leven met het feit dat een warme zomer zoals die van 2006 in de toekomst eerder regel dan uitzondering zal zijn.

### Regionale opgave

De problemen met de Vierdaagse laten zien hoe belangrijk het is dat er rekening wordt gehouden met de gevolgen van de klimaatverandering. De Stadsregio Arnhem Nijmegen is een van de grootste stedelijke gebieden van Nederland, en de twintig lokale gemeenten werken in de Stadsregio samen om kwesties als mobiliteit – bijvoorbeeld het doortrekken van de A15 – en verstedelijking – er moeten tot 2020 zo'n 26.000 woningen gebouwd worden – op te pakken als een regionale opgave. Ook de aanpak van de gevolgen van de klimaatverandering is zo'n regionale opgave.

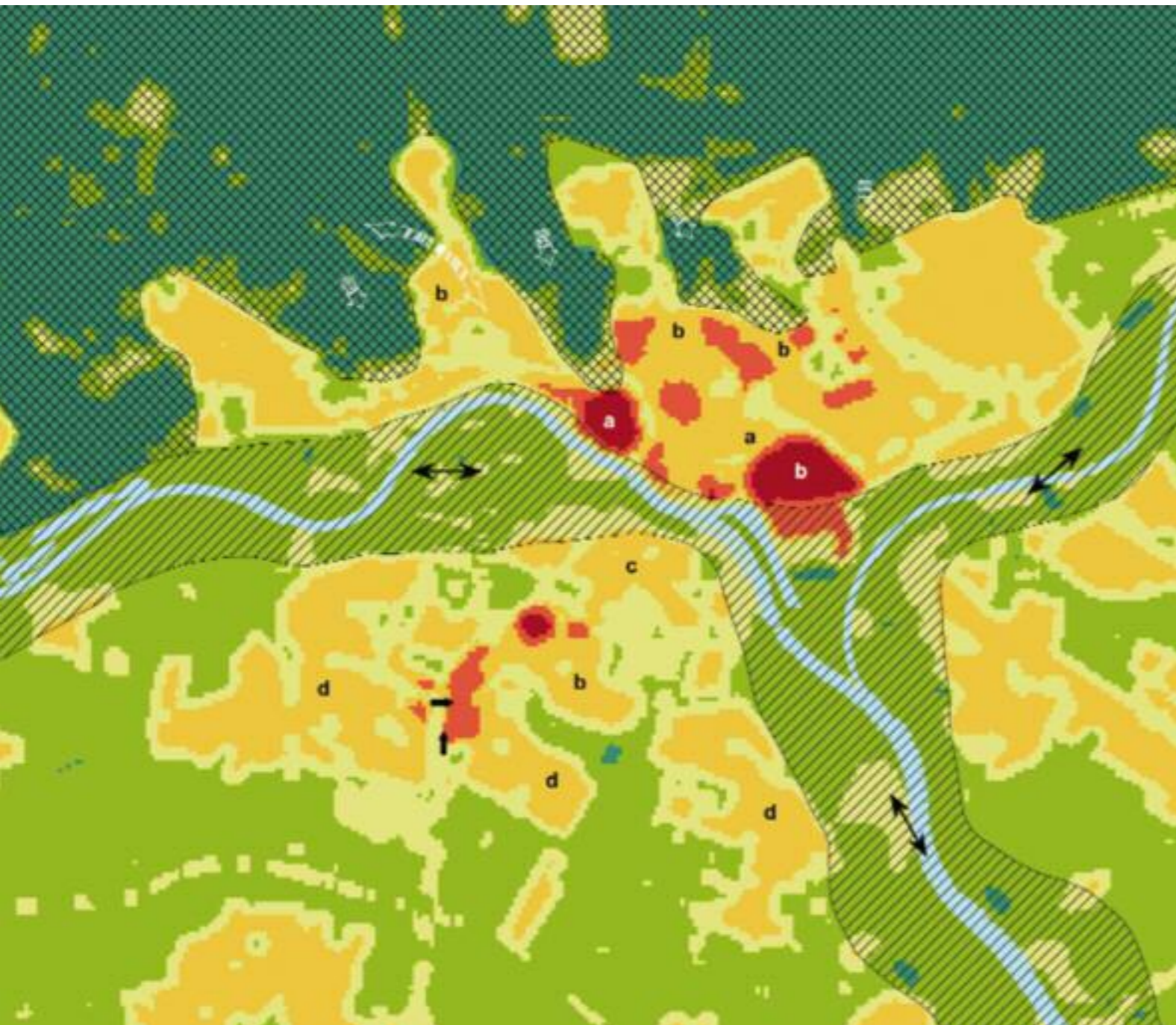
De Stadsregio werkt in het Europese Interreg-project *Future Cities* samen met de gemeente Tiel, het Engelse Hastings, de West-Vlaamse Intercommunale, de Duitse waterschappen Lippeverband en

Emschergenossenschaft en het Franse Rouen-Seine-Aménagement om kennis en ervaring te bundelen en te vertalen naar pragmatische en praktische oplossingen. Want in warme zomers zijn de problemen in steden als Arnhem en Nijmegen voelbaar. Zo is de hitte in het met een glazen dak overkoepelde winkelcentrum Presikhaaf soms al ondraaglijk, en worden stadsbomen voorzien van buizen in de grond om die te bevoelen.

### Gezondheidsproblemen

Steden als Arnhem en Nijmegen zijn nog niet voldoende aangepast aan warme zomers als die uit 2006. Door de dichte, stenige bebouwing vormt zich in de stad een *Urban Heat Island* – een stedelijk hitte-eiland. De warmte van overdag wordt in het steen en asfalt opgeslagen om 's nachts weer vrij te komen, waardoor het in een stadscentrum wel zeven graden Celsius warmer kan zijn dan rondom de stad. Dat leidt tot hittestress en tot toename van gezondheidsproblemen als uitdroging, vermoeidheid, concentratie- en ademhalingsproblemen, slaapproblemen en allergieën. De grote vraag waarvoor de Stadsregio en de internationale partners in *Future Cities* staan, is hoe de stedelijke structuur zo kan worden ingericht dat de problemen als gevolg van het stedelijk hitte-eiland kunnen worden aangepakt en hoe de dempende, verkoeling brengende groen-





Klimaatkaart van Arnhem, waarin de warmte- en ventilatiebalans van de stad en het buitengebied zichtbaar wordt gemaakt.



structuur beter kan worden benut. Ook de positieve effecten van het hitte-effect worden bekeken; het is immers prettig dat je in een warme stad minder hoeft te stoken in de winter.

Voor *Future Cities* zijn diverse onderzoeken gedaan. Zo zijn, net als in Rotterdam, met een bakfiets vol meetapparatuur op diverse plekken in de regio wind, temperatuur, luchtvochtigheid en andere parameters gemeten om te bepalen of er een effect is te meten van het stedelijk hitte-eiland. Daaruit bleek de temperatuur in het stadscentrum zeven graden Celsius hoger dan rondom de steden, wat een bevestiging betekende van metingen in Rotterdam. Om te onderzoeken waar op een warme dag het stedelijk hitte-eiland de meeste effecten had, zijn vanuit een vliegtuig warmtebeelden gemaakt. Deze hittestaan laat duidelijk zien dat wegen en bebouwing veel warmte vasthouden, terwijl gebieden met groen en water juist koel blijven.

### Klimaatkaart

Ook zijn er vijf factoren in beeld gebracht die het effect bepalen van het stedelijk hitte-eiland: de wind, de stedelijke morfologie, de materialisatie, het grondgebruik en de hoogteverschillen. Verkoelende wind uit de regio kan vaak het verwarmde stadscentrum niet bereiken. De stedelijke structuur, het volume en de hoogte van gebouwen, de verdeling van onbebouwd en bebouwd en de bebouwingsdichtheid bepalen hoe ver koelere lucht de stad binnendringt en warme lucht wordt afgevoerd.

De materialen van gebouwen en infrastructuur maken samen de 'ruwheid' van een gebied, en bepalen daarmee de mate van uitwisseling van warmte en koelte. Asfalt kan veel warmte opslaan, bleek uit de warmtebeelden. Grondgebruik is ook belangrijk. Doordat planten water verdampen en bomen schaduw leveren, werken groengebieden verkoelend. Daarnaast is de topografie vooral voor steden als Arnhem en Nijmegen van belang, want de hoogteverschillen die hier voorkomen leveren een bijdrage aan de aanvoer van koele lucht.

Van de vijf factoren zijn vervolgens op basis van bestaande gegevens kaartbeelden gemaakt. Door die te combineren ontstaat een geografisch informatiesysteem dat de gegevens op grids van honderd bij honderd meter omrekent tot de *Urban Climate Analysis Map*. Dat is een klimaatkaart waarop zichtbaar is welke gebieden van de stad het meeste risico lopen op warmteopbouw en moeite hebben om 's avonds af te koelen en welke gebieden koele lucht kunnen produceren die de stad overdag en 's nachts

kunnen afkoelen. Op de klimaatkaart is de warmte- en ventilatiebalans zichtbaar van de steden en het buitengebied. De stad Arnhem wordt zo ingedeeld in zones die sterk verkoelend zijn of juist sterk opwarmen. De Veluwe is bijvoorbeeld een zone die koele lucht produceert in de richting van Arnhem, terwijl bedrijfsterrains met overwegend platte daken en hoge gebouwen juist gebieden zijn met een hoog risico voor opwarming.

### Gereedschapskist

Met de metingen vanaf de bakfiets, de hittestaan en de klimaatkaart zijn de eerste stappen gezet. De analyses zijn nog niet volledig. Er zijn bijvoorbeeld nog verschillen tussen de hittestaan en de klimaatkaart. Het stadion Gelredome is bijvoorbeeld in de hittestaan rood maar op de klimaatkaart groen; waarschijnlijk warmt het stadion overdag sterk op maar neemt het nauwelijks warmte op door het materiaalgebruik. Nader onderzoek moet uitwijzen waar zulke verschillen vandaan komen en hoe die te verklaren zijn.

Door de integratie van de verschillende onderzoeken moet een integrale visie ontstaan op de gevolgen van de klimaatverandering voor het stedelijk leefmilieu in de Stadsregio Arnhem Nijmegen. De volgende stap is om op basis daarvan maatregelen te formuleren. De klimaatkaart vormt bijvoorbeeld de basis voor de nieuwe structuurvisie van gemeente Arnhem, als signaleringskaart met gerichte aanbevelingen om bijvoorbeeld verkoelende luchtstromen zo min mogelijk te hinderen, gebieden niet te verdichten of extra groen aan te leggen. Dit zal moeten leiden tot een concreet actieprogramma, dat vervolgens op lagere schaalniveaus tot praktische en pragmatische projecten leidt. De ervaring en kennis uit die projecten worden uiteindelijk gebundeld in een gereedschapskist voor de aanpak van de klimaatverandering, en die kan ook worden ingezet in andere steden en regio's.

## Colofon

Deze brochure is een tussentijdse rapportage van het dialoogproject *Klimaat in de stad*, project A17 uit het programma *Klimaat voor Ruimte*. Hierin werken Alterra (Wageningen UR) en de Technische Universiteit Delft samen met gemeenten aan de implementatie van maatregelen in die sterk verstedelijkte regio's in Nederland die naar verwachting zullen doorgroeien in de nabije toekomst (*Nota Ruimte Sleutelprojecten*). Er zijn contacten gelegd met de Stadsregio Arnhem Nijmegen, Groningen, Amsterdam, Rotterdam, Utrecht, Dordrecht, Haarlemmermeer en Maastricht.

In opdracht van Vincent Kuypers, projectleider dialoogproject *Klimaat in de stad*, Alterra, Wageningen UR

Tekst/  
Woestenburg tekst en uitleg, Martin Woestenburg  
Opmaak/  
Office for Design, Loek Kemming, Noudi Spönhoff  
Productie/  
Drukkerij Loor, Varsseveld

Mei 2010