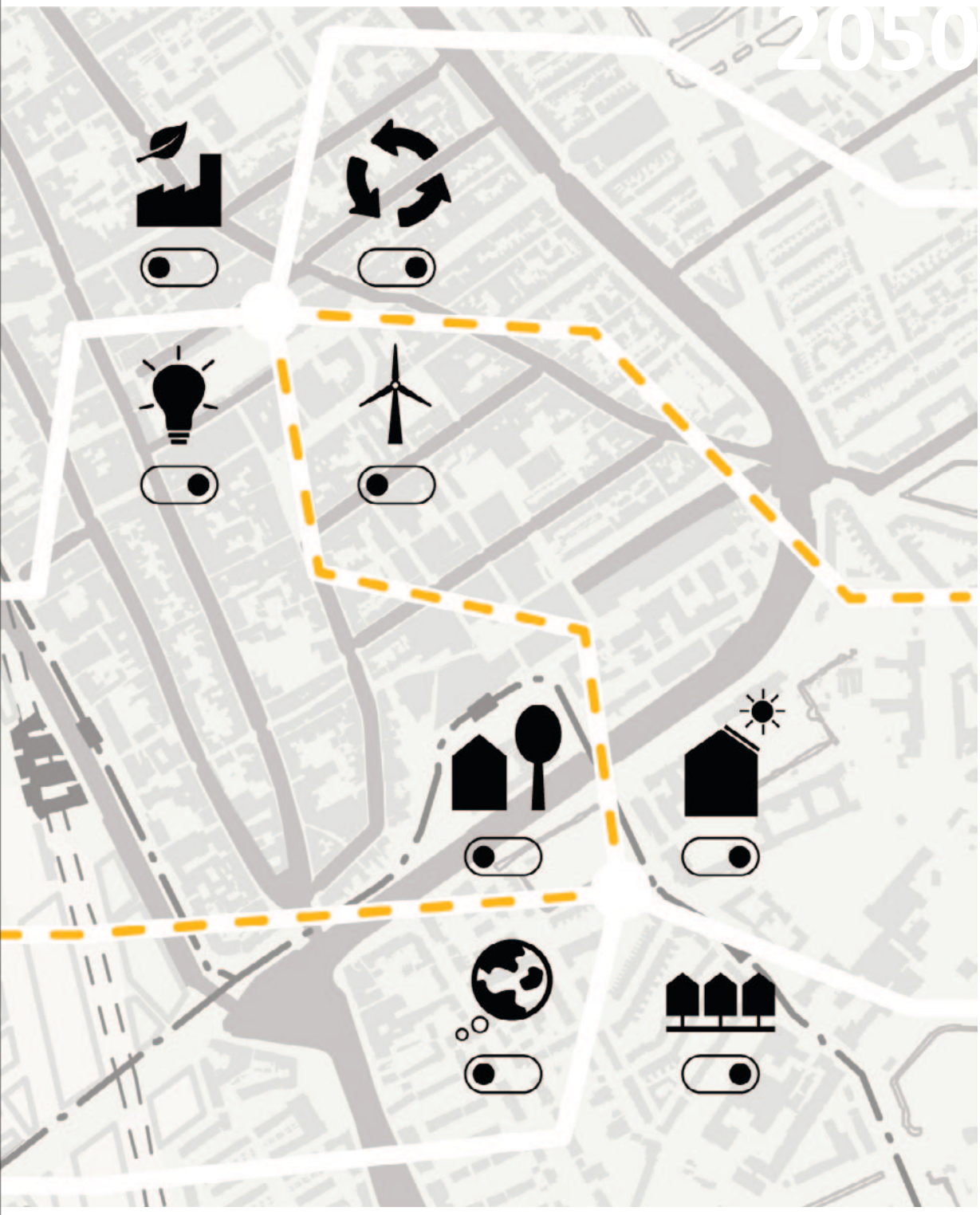
DELFT SMART CITY



KENNISECONOMIE ENERGIENEUTRAAL KLIMAATBESTENDIG

VOORWOORD

Opnieuw leren kijken naar de stad

De sociale, economische en ruimtelijke opgaven waarvoor steden staan zijn aanzienlijk. De wereld is in hoog tempo aan het verstedelijken. Bestaande voorzieningen staan onder druk, door ouderdom of domweg door de groeiende vraag. De natuurlijke systemen waarop steden zo zwaar leunen zijn overbelast. Door hun ligging zijn veel steden bovendien kwetsbaar voor de gevolgen van klimaatverandering. Een onhoudbare situatie die dwingt tot een omslag naar een wezenlijk duurzame stedelijke ontwikkeling.

De 'smart city' pretendeert uitkomst te bieden. Maar is dit niet een al te optimistisch beeld? Laten we ons er wederom toe verleiden te geloven in een 'technological fix'? Onze tijd is te complex om simpelweg de nieuwste moderne technologie uit te rollen. Een efficiënte stad *an sich* biedt bovendien geen garantie op adaptief en zelfvoorzienend vermogen of sociale duurzaamheid. Ik heb eerder gepleit voor een 'slimme stedenbouw' op basis van meer inzicht in en betere planning van het 'stedelijk metabolisme'. Dit vergt een integrale beschouwing van de stad als complex van stoffenstromen en leefomgeving, waarmee verbanden tussen bronnen, functies, infrastructuur en gebruikers worden blootgelegd. Het vraagt ook om een breder debat: wat voor stad willen we echt? We moeten ons oriënteren op de grote vraagstukken die (gaan) spelen in de stad, zoals vergrijzing, andere zorgarrangementen, betere koppelingen tussen onderwijs en werk, de energietransitie. Techniek is tenslotte nooit een oplossing, hoogstens een hulpmiddel bij de aanpak van die vraagstukken.

Wie de stedelijke stofwisseling in beeld brengt en afzet tegen verschillende opgaven beschikt over een kader voor strategische besluitvorming én over een verhaallijn. Wanneer de stedelijke overheid voor ogen staat hoe de stad toekomstbestendig kan worden, kan zij dit inzicht delen met burgers, bedrijven en andere stakeholders en hen uitnodigen te participeren in oplossingen die, stap voor stap, leiden naar een 'groene' economie en een inclusieve gemeenschap. De smart city behelst dus allereerst een leerproces, een manier om opnieuw te kijken naar de stad, en ten tweede een gemene deler, die partijen verbindt.

Het project *Delft Smart City* volgt deze gedachtelijn. Middels ontwerpend onderzoek is de stad tegen het licht gehouden. Een van de opbrengsten is een staalkaart van inspanningen die nodig zijn om de gewenste energieneutraliteit, klimaatbestendigheid en sociaaleconomische ontwikkeling te realiseren. Ik juich het initiatief toe en beschouw het als een inspirerend voorbeeld voor andere steden. Laten we inzetten op lerende steden die sterker zijn door onderlinge samenwerking.

Maarten Hajer
directeur Planbureau voor de Leefomgeving
hoofdcurator Internationale Architectuur Biënnale Rotterdam 2016

Inhoud

1	**Inleiding**	**4**
2	**Smart Cities**	**6**
2.1	Wat is een Smart City?	6
2.2	Smart City in Europa en Nederland	6
2.3	Een Delftse visie op Smart City	8
3	**Werkwijze**	**10**
3.1	Een intensief proces	10
3.2	Ontwerpend onderzoek	10
3.3	Smart City-instrumentarium	11
4.1	**Energieneutraal**	**12**
4.1.1	Regio	14
4.1.2	Energieverbruik in Delft	16
4.1.3	Verkeer	18
4.1.4	Warmte	20
4.1.5	Particulier energieverbruik	22
4.1.6	Zakelijk energieverbruik	24
4.1.7	Overzicht: doel > inspanningen	26
4.1.8	Overzicht: infra > technologie > partners	28
4.1.9	Samenvatting en conclusies	30
4.2	**Klimaatbestendig**	**32**
4.2.1	Regio	34
4.2.2	Waterveiligheid	36
4.2.3	Wateroverlast	38
4.2.4	Hitte en neerslagtekort	40
4.2.5	Groen en stedelijke inrichting	42
4.2.6	Overzicht doel: > inspanningen	44
4.2.7	Overzicht infra: > technologie > partners	46
4.2.8	Samenvatting en conclusies	48
4.3	**Kenniseconomie als motor**	**50**
4.3.1	Regio	52
4.3.2	Kennisintensieve bedrijven	54
4.3.3	Kennis- en onderwijsinstellingen	56
4.3.4	Winkels, horeca, cultuur en recreatie	58
4.3.5	Overzicht: doel > inspanningen	60
4.3.6	Overzicht: infra > technologie > partners	62
4.3.7	Samenvatting en conclusies	64
4.4	**Locaties**	**66**
4.4.1	Nieuw Delft	68
4.4.2	Schieoevers Zuid	72
4.4.3	Buitenhof	76
4.4.4	Overzicht cross-overs	79
5	**Smart City-instrumentarium TNO**	**80**
6	**Conclusies**	**84**
	Bronvermelding	86
	Bijlagen	88
	Colofon	90

1 # INLEIDING

Inleiding

Werk, welvaart, veiligheid, voedsel, vermaak: de stad heeft veel te bieden. Meer dan de helft van de wereldbevolking woont inmiddels in steden. En de trek naar de stad zet in verschillende delen van de wereld voorlopig door. Zowel de wereldpopulatie als het aandeel stadsbewoners op mondiale schaal blijft groeien. Dit gegeven stelt stadsbestuurders, en stedelijke gemeenschappen als geheel, voor grote opgaven. Hoe ga je om met verstedelijking in het licht van klimaatverandering, de behoefte aan duurzame energie of toenemende sociale ongelijkheid? Wat is slim?

Smart City betekent letterlijk 'slimme stad'. Slimme steden zijn nodig omdat stedelijke opgaven steeds complexer worden. Ook de gemeente Delft staat voor deze opgaven, en wel in een context van bestuurlijke en maatschappelijke verandering. Decentralisering van rijksoverheidstaken, de behoefte aan inniger samenwerking op regionaal niveau en verschuivende verhoudingen tussen overheden, marktpartijen en burgers brengen nieuwe taken en rollen met zich mee en stellen andere eisen aan zowel gemeentebestuur als ambtelijk apparaat. Hoe maak je als gemeente, gegeven deze uitgangspunten, slimme strategische keuzes? Hoe kom je tot een doelmatige inzet van mensen en middelen in een tijd van bezuinigingen? De belofte van een Smart City waarin technologie en big data zorgen voor kostenbesparingen en een optimaal functionerende stad lonkt. Maar kan Smart City de verwachtingen waarmaken?

In het project Delft Smart City is onderzocht wat recente ontwikkelingen op het gebied van Smart City voor Delft kunnen betekenen. In dit rapport worden de bevindingen beschreven.

Om de kansen van Smart City-ontwikkelingen voor Delft in beeld te brengen is een brede insteek gekozen. In het project lag de nadruk niet zozeer op het technologie-aspect van Smart City als wel op de strategie, ook wel *smart urbanism* genoemd. Voordat slimme technologie wordt toegepast, moet de vraag zijn beantwoord: voor welk doel? In Delft Smart City zijn door middel van ontwerpend onderzoek en met behulp van Smart City-instrumentarium drie strategische beleidsdoelen van de gemeente Delft tegen het licht gehouden: energieneutraal Delft, klimaatbestendig Delft en ontwikkeling van de kenniseconomie (als motor van werkgelegenheid).

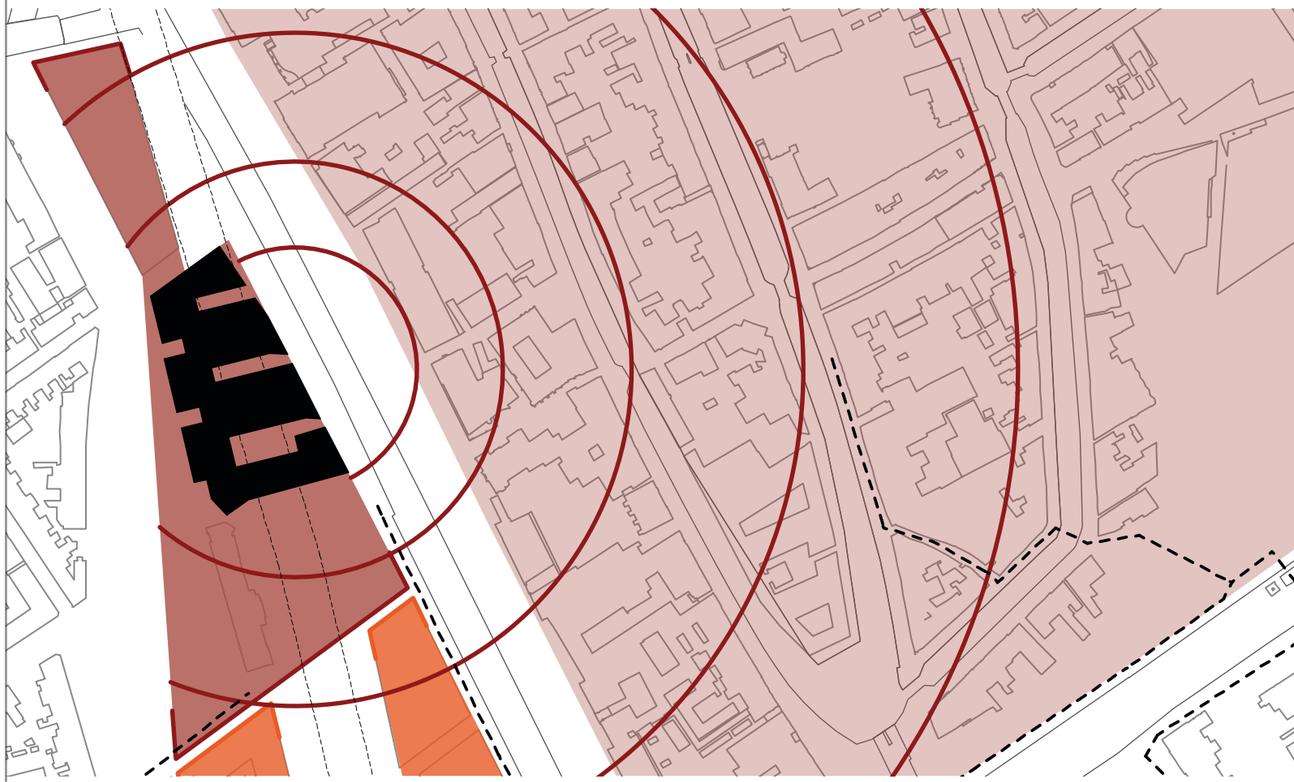
De drie strategische doelen zijn het resultaat van clustering van zes oorspronkelijk projecten/beleidslijnen. De keuze voor deze strategische doelen (er zijn er uiteraard meer) komt voort uit het feit dat binnen deze beleidslijnen al Smart City-elementen aanwezig zijn en dat er een duidelijk langetermijndoel aanwezig is op basis van onder meer nationale beleids- en onderzoeksprogramma's.

Samenwerking met IenM en TNO

In Delft begint de aandacht voor Smart City in het najaar van 2013 wanneer Delft, samen met Assen en Amsterdam, als case study fungeert in de studie *Smart Cities NL*. Deze verkenning van kansen en opgaven voor Smart City in Nederland voert Ton Venhoeven uit in opdracht van Atelier Stad (IenM). Middels ontwerpend onderzoek wordt nagedacht over het beter benutten van de functie van Delft als knooppunt in de regio. In overleg met het ministerie van IenM zet gemeente Delft een volgende stap: een ontwerpend onderzoek naar Delft Smart City dat van betekenis kan zijn voor zowel de stad als de algemene beeldvorming over Smart Cities. Zodoende is IenM intensief betrokken bij het project Delft Smart City en levert het een bijdrage in kennis en middelen. Tegelijkertijd vinden er gesprekken plaats met kennisinstituut TNO. In het kader van Flagship Smart City ontwikkelt deze organisatie namelijk instrumentarium ter ondersteuning van Smart Policy Making. De brede blik van Delft Smart City biedt TNO de kans om het strategisch instrumentarium in de praktijk te testen en verder te ontwikkelen.

Twee doelen

De doelstelling van het project is tweeledig: onderzoek naar een aanpak voor opgaven op de lange termijn én het ontwikkelen van nieuwe inzichten op inhoudelijk vlak. Kan vanuit het Smart City-gedachtengoed een aanpak worden ontwikkeld die leidt naar de langetermijndoelen van de stad? Een dergelijke aanpak dient op een goede manier invulling te geven aan de regierol van de gemeente en zou dus niet alleen de gemeentelijke organisatie maar juist ook partijen uit de stad moeten aangaan. Om deze reden zijn concrete Delftse opgaven centraal gesteld. Aan de hand van reële beleidsdoelstellingen kan gecheckt worden of een te ontwikkelen aanpak tot resultaten leidt, tegelijkertijd kunnen inhoudelijk nieuwe inzichten worden ontwikkeld, waar gemeente en sameleving mee aan de slag kunnen.



detail kaart Nieuw Delft > kenniseconomie als motor, zie p. 68

Uitnodigende analyse

In het project is een systematische werkwijze ontwikkeld om inzicht te kunnen geven in de samenstelling van de opgave, de oplossingsrichtingen en de hiervoor benodigde mensen, middelen en systemen. De resultaten bieden de gemeente een basis voor besluitvorming en kunnen een aanleiding zijn tot initiatieven bij stakeholders. De gemeente biedt met een gedegen, uitnodigende (systeem)analyse en verkenning van mogelijke strategieën een openingsbod voor partijen om cross-sectoraal, integrerend – zo mogelijk gebiedsgericht – initiatieven te ontwikkelen en (technologische) innovaties in te zetten. Vervolgens biedt deze aanpak de mogelijkheid initiatieven 'bij te sturen' zodat een concrete stap wordt gezet in het realiseren van strategische doelen op de langere termijn.

De aanpak biedt de gemeente de mogelijkheid om verschillende posities in te nemen, afhankelijk van het betreffende onderwerp. Dit rapport is in die zin geen eindpunt, maar een begin. Een begin voor alle partijen die een rol kunnen en willen spelen in het toekomstbestendig maken van de stad.

Leeswijzer

Hoofdstuk 2 bevat nadere uitleg van het begrip Smart Cities en van de Delftse visie hierop. Hoofdstuk 3 beschrijft de in het project gevolgde werkwijze, inclusief de aanpak die gehanteerd is voor het ontwerpend onderzoek. Hoofdstuk 4 is een weergave van het ontwerpend onderzoek zelf. Wat levert de analyse van de drie thema's *Energieneutraal*, *Klimaatbestendig* en *Kenniseconomie als motor* op en wat zijn de conclusies? Voor drie locaties in Delft zijn de bevindingen verder uitgewerkt. Hoe het Smart City-instrumentarium van TNO in het project is gebruikt, staat in hoofdstuk 5. In hoofdstuk 6 ten slotte, worden algemene conclusies gepresenteerd.

In het project Delft Smart City is veel en uiteenlopende kennis ingebracht en opgedaan. Deze kennis is vastgelegd in dit rapport. Op sommige aspecten wordt zeer grondig ingegaan, de resultaten zijn direct toepasbaar in lopende projecten of beleidslijnen. Voor andere aspecten is slechts een voorbeeld gegeven of een aanzet gedaan tot een mogelijke denkwijze.

2.1 Wat is een Smart City?

Netwerksamenleving
De samenleving digitaliseert in hoog tempo. Sectoraal, zoals in de gezondheidszorg, het waterbeheer, de energievoorziening en mobiliteit, worden ‘smart’ toepassingen bedacht en verder gebracht. Steeds meer van deze technologie raakt maatschappelijk ingebed waardoor de samenleving in almaar hogere mate een netwerksamenleving wordt: (bijna) alles staat met (bijna) iedereen in verbinding.

Fysiek en digitaal
In het begrip Smart City komen de fysieke en digitale wereld samen. Smart City biedt handvatten voor het werken aan wereldwijd gedeelde opgaven op stedelijke schaal. Als je de stad beschouwt als een complex van stromen – energie, verkeer, water, mensen, diensten, informatie, data – binnen een bepaalde ruimte – de stedelijke leefomgeving – in hoeverre kunnen (nieuwe) technologie, netwerken en infrastructuren dan worden ingezet om opgaven het hoofd te bieden? Kun je de stad, door haar fysiek, sociaal en digitaal slim in te richten, toekomstbestendig maken?

Smart City definities
Het begrip Smart City kent verschillende definities. Veel van de literatuur over het onderwerp, zoals het boek *Smart Cities. Big Data, Civic Hackers, and the Quest for a New Utopia* (2013) van Anthony Townsend, behandelt de (mogelijke) rol van nieuwe technologie in stedelijke gemeenschappen. Townsend definieert smart cities als: “plaatsen waar informatietechnologie gecombineerd is met infrastructuur, gebouwen, objecten, en zelfs met onze lichamen om sociale, economische en duurzaamheidsproblemen te adresseren”. Hiermee legt hij de nadruk op de opkomst van smart technologie. In recente Nederlandse publicaties ligt de nadruk meer op de intelligentie van de stad als geheel. In het boek *Slimme Steden, Opgaven voor de 21e eeuw in beeld*, pleiten Maarten Hajer en Ton Dassen ervoor het smart city-concept te integreren met maatschappelijke vraagstukken en zo te komen tot smart urbanism. Tijdens een recent Actueel Den Haag Debat (ADHS) zei Hajer: “Gemeenten moeten de maatschappelijke vraag centraal stellen, pas dan kan men een keuze maken voor de juiste ICT-toepassingen. Smart city wordt op deze manier smart urbanism.” [1]

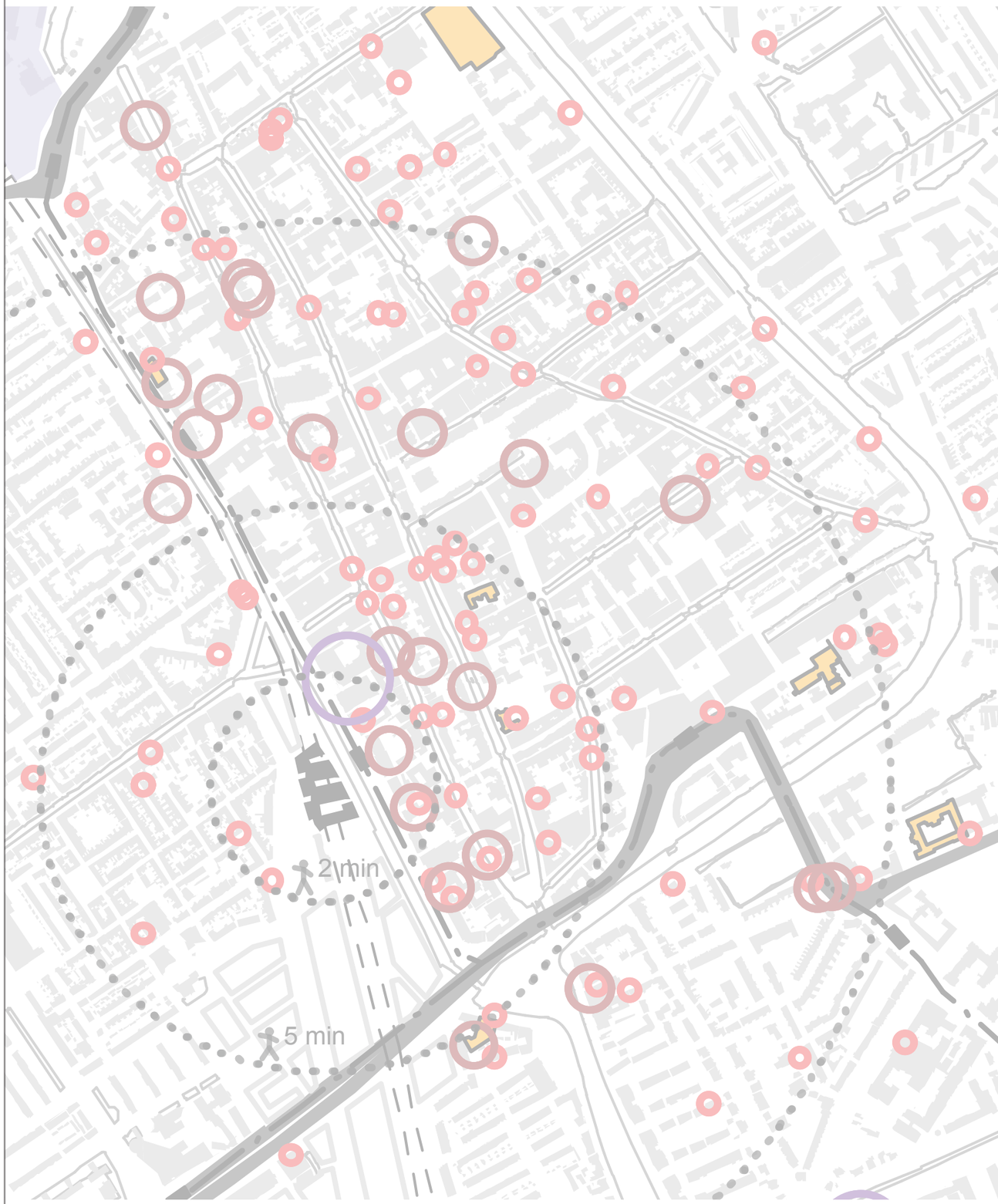
2.2 Europa en Nederland

De Europese Urban Agenda
Ook in Europa wordt de discussie gevoerd over wat een slimme stad is. In de Europa 2020-strategie staat slimme, duurzame en inclusieve groei centraal. In het realiseren van de 2020-doelstellingen spelen steden en stedelijke gebieden een cruciale rol. De Europese Unie denkt samen met nationale, decentrale en regionale overheden na over de ontwikkeling van de EU Urban Agenda. Met deze agenda wil de EU een gezamenlijke aanpak op verschillende beleidsterreinen en op verschillende bestuursniveaus (Europees, nationaal en regionaal) stimuleren.

Agenda Stad
Tijdens het Nederlandse voorzitterschap van de EU in 2016 zal de Europese Urban Agenda gepresenteerd worden. Nationaal wordt in Nederland aandacht besteed aan de stedelijke ontwikkeling en bijbehorende vraagstukken in de vorm van een Agenda Stad. Agenda Stad is een beweging van Rijk, steden en stedelijke partners, onderzoeksinstellingen, mensen met stedelijke ervaringen en enthousiaste stedelingen. Met Agenda Stad sorteert Nederland voor op de Europese Urban Agenda, om zodoende de kennis opgedaan in Nederlandse steden te kunnen bespreken in Europa.

Agenda Stad streeft drie doelen na [2]:

1. Het agenderen van de grote opgaven van de stad door problemen en oplossingen scherp te benoemen;
2. Het katalyseren van stedelijke innovatie door goede initiatieven te verbinden, versnellen en op te schalen;
3. Het organiseren van coalities om noodzakelijke transities mogelijk te maken.



detail kaart Kenniseconomie > bedrijven, p. 55

2.3 Een Delftse visie op Smart City

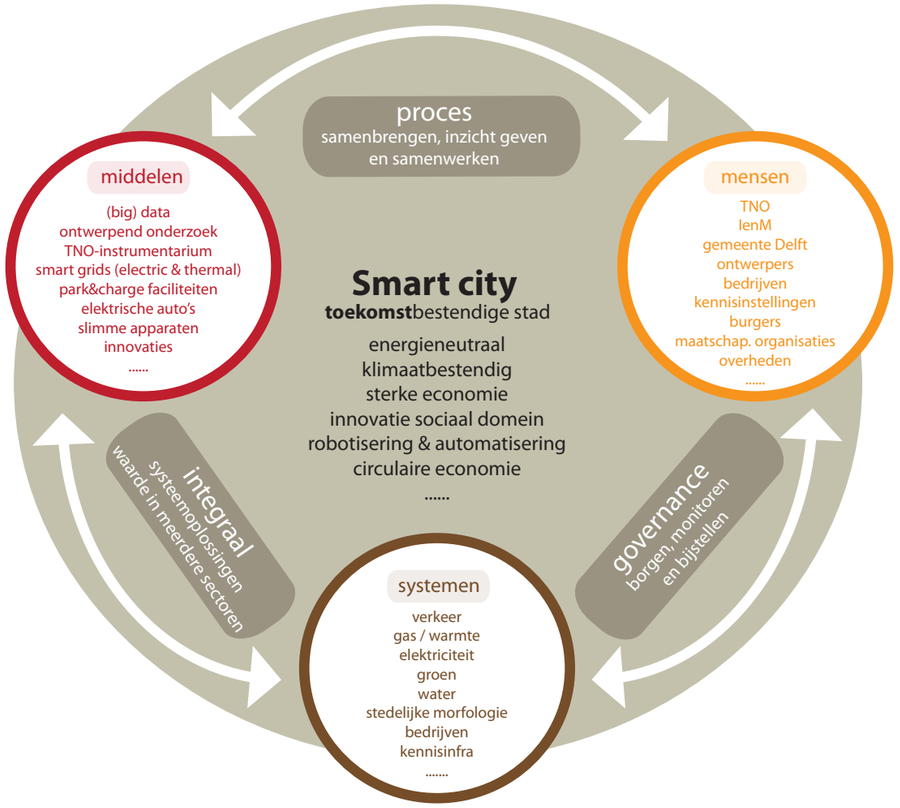
Bij de start van het project is Smart City niet als eindbeeld gedefinieerd, maar als een aanpak om samen met anderen nieuwe en integrale oplossingen voor het toekomstbestendig maken van de stad te ontwikkelen, te implementeren en te monitoren. Deze aanpak rust op drie pijlers: systemen, middelen en mensen, die door integraal werken, een proces van samenbrengen en governance met elkaar verbonden worden. In onderstaand schema is dit weergegeven.

Toekomstbestendige stad
Centraal in het schema staan de langetermijnopgaven voor de stad, zoals: het aanpassen van de stad aan klimaatverandering, de overgang naar hernieuwbare vormen van energie, en het anders en beter inrichten van de zorg voor verschillende groepen kwetsbare mensen Deze opgaven zijn complex en gaan gepaard met verschillende tijdshorizons.

Systemen
De stad is een samenhangend fysiek geheel, waardoorheen stromen bewegen: verkeer, voedsel, afval, data, elektriciteit, grondstoffen, mensen. Deze stromen worden mogelijk gemaakt door bepaalde infrastructuren. Zo stroomt oppervlaktewater vanuit kanalen of rivieren door de grachten van de stad, afvalwater vloeit door het riool, en voetgangers en fietsers bewegen zich voort over voetpaden en fietspaden. Terwijl digitale data door kabels of via draadloze netwerken hun weg vinden. Het geheel van stromen met hun respectievelijke infrastructuren definiëren we in de Smart City-benadering als de systemen van de stad.

Middelen
Middelen kunnen worden ingezet om systemen te verbeteren ten behoeve van de langetermijndoelstellingen. Het betreft innovatieve middelen, zoals het gebruik van big data, smart grids, sensortechnologie en apps, maar ook bestaande middelen, zoals het beter benutten van de capaciteit van systemen.

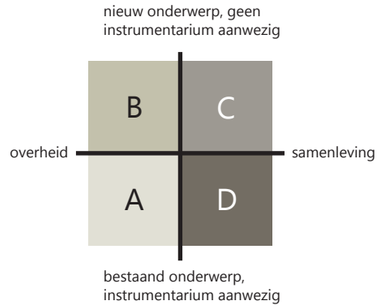
Mensen
Mensen brengen verandering teweeg en zorgen ervoor dat de stad als geheel slimmer wordt. Het energieverbruik, de klimaatbestendigheid of de economische weerbaarheid van de stad is een zaak van alle leden van de stedelijke gemeenschap. Door delen van de gemeenschap op een bepaalde manier te organiseren en te ondersteunen, bepaald gedrag in de hand te werken en middelen ter beschikking te stellen, kunnen overheid, werkgevers en maatschappelijke instellingen mensen stimuleren bij te dragen.



Integraal
De meeste langetermijnopgaven betreffen verschillende systemen tegelijk en vragen dan ook om integrale oplossingen. Daarnaast zijn de opgaven vaak zo complex dat een incidentele verbetering niet voldoende is, maar oplossingen op systeemniveau nodig zijn. Door de ruimtelijke impact van oplossingen op systeemniveau concreet en inzichtelijk te maken, veranderen abstracte doelen in hanteerbare deelopgaven waarvoor maatregelen in stelling kunnen worden gebracht en acties kunnen worden ondernomen. Soms zijn deze maatregelen en acties sectoraal – maar door inzicht in de systeemoplossing blijft duidelijk hoe ze bijdragen aan het geheel (integraal).

Proces
Partijen die gaan over voor de opgave relevante systemen of middelen zoeken elkaar niet automatisch op. Dat geldt tussen partijen onderling maar ook binnen organisaties. Na een jarenlange nadruk op een sectorale denk- en handelwijze ligt cross-sectoraal werken niet voor de hand. Het bij elkaar brengen van mensen of partijen uit verschillende disciplines is een soms tijdrovend proces dat zorgvuldigheid vergt. De kunst hierbij is om inzicht te geven in concrete mogelijkheden en in de voordelen van betrokkenheid bij de integrale opgave voor ieders aandachtsgebied, waardoor partijen vanuit eigen kracht aan de opgave kunnen werken.

Governance
Van de overheid als hoeder van het algemeen belang kan verwacht worden dat zij maatschappelijke opgaven adresseert en inzichtelijk maakt. Wanneer de maatschappij moet bijdragen aan de oplossing van problemen is het van belang dat zij zich eigenaar voelt van deze problemen. Governance is de manier waarop een organisatie stuurt op beleidsdoelen, processen beheerst en toezicht houdt op de resultaten. *Good governance* of *goed bestuur* betekent: een vorm van bestuur die doelmatig is binnen het krachtenveld waarin die sturing plaatsvindt. Oftewel: de manier van besturen en de rol die de overheid daarbij inneemt verschilt per onderwerp, afhankelijk van de doelen, partijen, aanwezige kennis en structuren. Het krachtenveld is hieronder schematisch weergegeven.



[bron: A. Loeber UvA, R.J. de Graaff ORG-ID]

Op de horizontale as is aangegeven wie de verantwoordelijkheid voor de opgave draagt. Is het een taak van de overheid (aanleg van riolering)? Of is het een taak van de samenleving (ontharden van tuinen)? Op de verticale as staat aangegeven of het een innovatief onderwerp betreft, waar nog geen (beleids)instrumentarium voor ontwikkeld is, of een bekend onderwerp waarvoor technologie en regelgeving aanwezig zijn. Dit schema is een hulpmiddel voor de gemeentelijke overheid ter bepaling van de manier waarop complexe thema's moeten worden aangepakt. Neem bijvoorbeeld de ontwikkeling van Smart Grids. Dit vraagt om technologische en bestuurlijke innovatie, en dus om meer en andere overheidsbemoeienis dan, bijvoorbeeld, plaatsing van zonnepanelen. Dat is inmiddels een beproefde techniek waarvoor regelgeving en instrumentarium ter stimulering (subsidies) bestaan. In het schema bevinden de zonnepanelen zich in kwadrant D, terwijl Smart Grids zich van B naar C bewegen.

Maatschappelijke inbedding van opgaven

De opgaven van de stad voor de lange termijn zijn in essentie dikwijls gelijk aan die van partijen op een hoger schaalniveau. Veel opgaven worden op rijksniveau geagendeerd, met markt en maatschappelijke partners besproken en vastgelegd. Een goed voorbeeld hiervan is het *Energieakkoord voor duurzame groei* (2013), waarvan de SER de voortgang borgt. Deze opgaven worden daarna naar lokale overheden doorgespeeld. Dit betekent dat de gemeentelijke overheid niet opnieuw het wiel hoeft uit te vinden. Voor de lokale overheid is het goed om te beseffen welke partijen betrokken zijn geweest bij het definiëren van de opgave. Juist de lokale vertegenwoordigers van die partijen kunnen dan betrokken worden bij het zoeken naar lokale oplossingen.

Toepassing in het ontwerpend onderzoek

In het ontwerpend onderzoek is gestart met het ontrafelen van de opgaven. Hierbij is telkens aangegeven op welke manier de opgave maatschappelijk ingebed is. Na een uitgebreide analyse wordt de opgave voor alle drie de thema's samengevat in een overzicht. Hierbij zijn de verschillende systemen die een rol spelen bij het thema integraal bekeken. De grondige analyse is nodig om te bepalen wat er nodig is aan systemen, middelen en mensen om de opgave in te vullen. Deze zijn samengevat in een tweede overzicht. Bij beide schema's is aangegeven in welk governance-kwadrant de deelopgaven vallen. Dit overzicht fungeert als voorbeeld: hoe krijgt governance vorm en welke rollen hebben verschillende partijen? Het starten van een proces waarin partijen betrokken worden bij de invulling van de opgaven zou een volgende stap kunnen zijn.

3 WERKWIJZE

3.1 Een intensief proces

Bij het project Delft Smart City is een groot aantal personen betrokken. Bij de start van het project was al duidelijk dat het de bedoeling was om een studie mét de gemeente, niet vóór de gemeente uit te voeren. Dit was enerzijds noodzakelijk om voldoende diepgang te geven aan de inhoudelijke thema's en vakgebieden, anderzijds om te zorgen voor een goede inbedding van de resultaten. In september 2014 is begonnen met de analyse van de drie thema's. In 13 gesprekken is informatie opgehaald bij beleids- en projectmedewerkers, mensen van de afdeling Onderzoek & Statistiek en strategisch adviseurs van de gemeente Delft. De informatie uit de gesprekken en een grote hoeveelheid beschikbare data voor de betreffende thema's zijn door het onderzoeksteam gestructureerd en in kaarten weergegeven.

Op 28 oktober 2014 is een eerste workshop gehouden met 35 personen onder wie 12 van TNO, 3 van het ministerie van IenM, 4 van het ontwerpend onderzoeksteam en 16 van de gemeente Delft. In de workshop is in de ochtendsessie geoefend met het Smart City Gameboard van TNO. In de middagsessie zijn de eerste resultaten van het ontwerpend onderzoek toegelicht en is voor de drie thema's met de deelnemers een verdiepingsslag gemaakt. De opbrengst van de workshop is verwerkt in het vervolg van het ontwerpend onderzoek. Middels kaarten, diagrammen en tekst is een (ruimtelijke) analyse van de systemen van de drie thema's gemaakt, is de opgave beschreven en zijn oplossingsrichtingen ontwikkeld. Tussentijds is de opbrengst in gesprekken afgestemd met de betreffende ambtenaren.

In een tweede workshop op 11 december zijn de eerste resultaten voor het thema energieneutraal gepresenteerd, zijn door TNO de mogelijkheden van Urban Strategy en een Smart City Dashboard gepresenteerd en is in drie deelworkshops geoefend met het toepassen van de ontwikkelde oplossingsrichtingen per thema op drie locaties, te weten Nieuw Delft, Buitenhof en Schieoevers Zuid. Aan de tweede workshop hebben 31 mensen deelgenomen waarvan 6 van TNO, 3 van het ministerie van IenM, 4 van het ontwerpend onderzoeksteam en 18 van de gemeente Delft. Na de tweede workshop is het ontwerpend onderzoek verder uitgewerkt tot de inhoud van deze rapportage.

Middels 7 gesprekken en 3 previewpresentaties is het eindresultaat bij de ambtenaren van de gemeente Delft getoetst en aangescherpt.

3.2 Ontwerpend onderzoek

Ontwerpend onderzoek is een methode om met visuele technieken analyses te maken, belangen te inventariseren, verbanden te onderzoeken en scenario's te ontwikkelen. Onderdeel van ontwerpend onderzoek is een co-creatieproces, meestal in de vorm van een workshop, waarin partijen hun belangen en kennis met elkaar delen en gezamenlijk innovatieve oplossingen ontwikkelen. In Delft Smart City zijn op een systematische manier de drie verschillende thema's ontwerpend onderzocht door steeds dezelfde stappen te doorlopen. De stappen worden hieronder beschreven en komen ook terug als paragrafen in het hoofdstuk over ontwerpend onderzoek.

1. uitleg van het thema
Per thema zijn de achtergrond, de landelijke en Europese context beschreven, en de manier waarop de opgave maatschappelijk is ingebed.

2. ontwikkelingen in de regio
Een beschrijving van de belangrijkste regionale ontwikkelingen die relevant zijn voor een thema.

3. ruimtelijke analyse van systemen
Per thema is gedefinieerd op welke systemen of stromen in de stad het thema betrekking heeft. Van deze systemen zijn zoveel mogelijk data verzameld en gevisualiseerd (kaarten en diagrammen). Verzamelde data betreffen zowel kwantitatieve gegevens als informatie afkomstig uit gesprekken met betrokken beleids- en projectmedewerkers van de gemeente Delft. Voor "energieneutraal" is met name informatie uit de database van *Energie in Beeld* en ruimtelijke informatie gebruikt. Voor "klimaatbestendig" zijn data van bijvoorbeeld grondwaterstanden, wateroverlast en waterkwaliteit vooral in modellen van het Hoogheemraadschap van Delfland en de gemeente verwerkt. Voor Delft Smart City is gebruik gemaakt van bestaande kaarten waarop deze data gevisualiseerd zijn, en niet van de data zelf. Voor "kenniseconomie als motor" zijn met name data uit het Statistisch Jaarboek en vanuit de afdeling Onderzoek & Statistiek gebruikt. Voor de verschillende systemen zijn de opgaven en oplossingsrichtingen beschreven.

4. overzicht 1: doelen > inspanningen
De opgaven en oplossingsrichtingen per systeem zijn overzichtelijk weergegeven in een schema zodat een totaalbeeld per thema ontstaat. De schema's vormen een uitwerking van de centrale doelen voor een toekomstbestendige stad uit de Delftse Smart City-visie.



opbrengst van de deelworkshop over Schieoevers Zuid

5. overzicht 2: infra > technologie > partners
De analyse van systemen en stromen leidt tot inzicht in relevante infrastructuur. In een tweede schema is aangegeven welke (slimme) technologie nodig is voor een efficiënter dan wel duurzamer systeem en welke partners in beeld zijn om dit te bewerkstelligen. Hiermee worden de drie pijlers uit de Delftse Smart City-visie – mensen, middelen en systemen – per thema ingevuld.

6. samenvatting en conclusies
Voor elk thema is de analyse samengevat en zijn conclusies opgesteld. Een overzichtskaart laat zien welke locaties een rol spelen in het realiseren van de langetermijndoelstellingen.

7. uitwerking op locaties
Als laatste stap zijn de thematische opgaven verder uitgewerkt op drie verschillende locaties: Nieuw Delft, Schieoevers Zuid en de Buitenhof.

3.3 Smart City-instrumentarium

Naast het ontwerpend onderzoek is geëxperimenteerd met door TNO ontwikkeld Smart City-instrumentarium. In beide workshops zijn verschillende instrumenten ingezet.

Smart City Gameboard
Het Smart City Gameboard is een instrument ter bevordering van de strategische discussie over integrale uitwerking van een beleidsmaatregel of project op de lange termijn.

Urban Strategy
Urban Strategy is een interactief instrument voor ruimtelijke planvorming, waarin de effecten van stedelijke ontwikkelingen gesimuleerd kunnen worden.

Smart City Dashboard
Een Smart City Dashboard geeft beleidsadviseurs, gemeentelijk managementteams en de gemeenteraad inzicht in de stand van zaken vanuit een integraal perspectief.

4.1

ENERGIENEUTRAAL

2050: geen CO_2-emissies van fossiele bronnen op Delfts grondgebied

Gemeente Delft heeft de ambitie om in 2050 “energieneutraal” te zijn. Dit betekent: geen door fossiele brandstofverbruik veroorzaakte CO_2-emissies op Delfts grondgebied [3]. Deze ambitie wordt enerzijds ingegeven door Europese, landelijke en regionale afspraken. Anderzijds wil gemeente Delft dat de energievoorziening voor haar burgers zeker, betaalbaar en schoon is. De drie belangrijkste argumenten voor een transitie naar schone energie zijn: geopolitieke urgentie (van globale afhankelijkheid naar lokale voorziening), het opraken van fossiele brandstoffen, en de opwarming van de aarde door de uitstoot van CO_2.

Van globaal naar lokaal

In de Nederlandse energiebehoefte wordt voor een aanzienlijk deel voorzien met geïmporteerde fossiele brandstoffen. Dat we niet compleet van import afhankelijk zijn komt door onze aardgasvoorraad. Het aandeel energie uit hernieuwbare bronnen dat in Nederland wordt opgewekt is nog zeer klein. Door over te schakelen op het lokaal opwekken van energie uit hernieuwbare bronnen wordt de Nederlandse overheid onafhankelijk van buitenlandse leveranciers. Zo komt de energievoorziening los te staan van geopolitieke ontwikkelingen en houdt de overheid de betaalbaarheid van energie in eigen hand. Daarnaast investeert men door energie lokaal op te wekken in de economie en werkgelegenheid in eigen land. De figuur op de volgende pagina laat zien welke energiestromen door Nederland gaan en hoe ze de energievoorziening bepalen. Behalve de hoge mate van afhankelijkheid van geïmporteerde fossiele brandstoffen is te zien dat er drie keer zo veel fossiele brandstoffen worden (bewerkt en) doorgevoerd dan er worden verbruikt. Dit proces is een belangrijke pijler van de Nederlandse economie. Een transitie van een globaal naar een lokaal energiesysteem zal hier van invloed op zijn.

Fossiele brandstoffen raken op

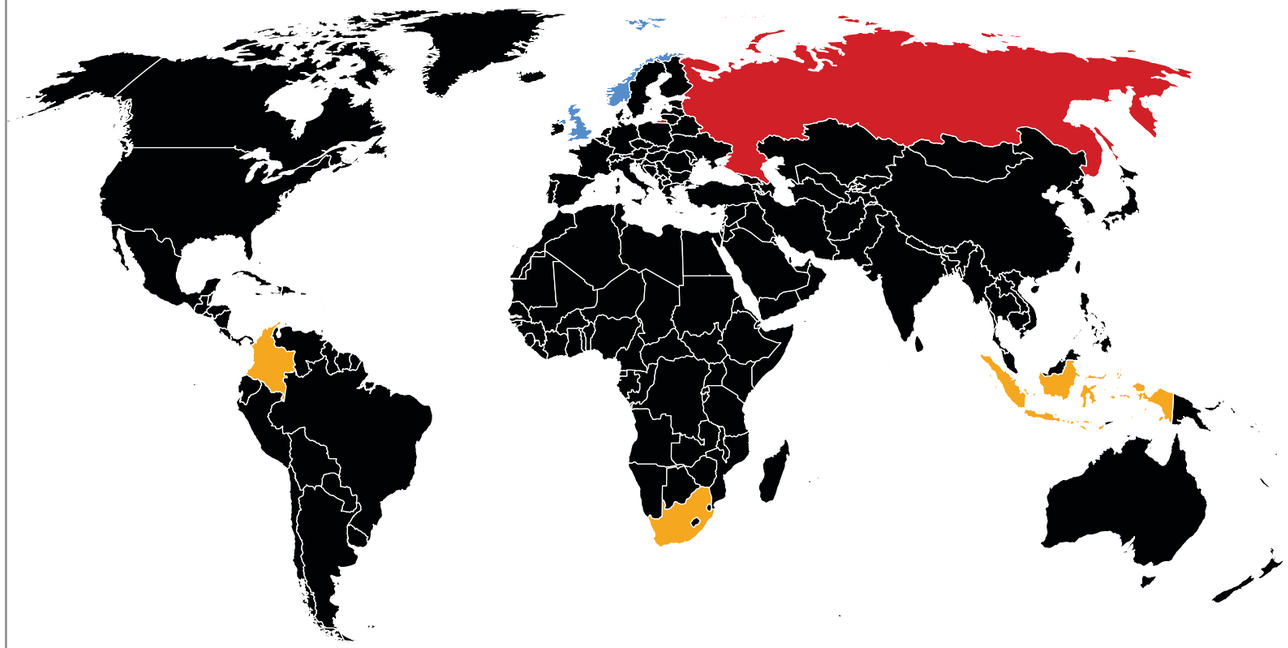
Uitputting van fossiele brandstoffen geldt als een belangrijke reden om over te schakelen naar hernieuwbare bronnen. Er worden echter nog altijd nieuwe fossiele bronnen gevonden en benut. De problematiek die ontstaat door opwarming van de aarde als gevolg van verbranding van fossiele brandstoffen lijkt de problematiek rond beschikbaarheid echter in te halen. Recent is onderzocht dat de hoeveelheid fossiele brandstoffen die in de grond zou moeten blijven ongeveer drie keer zo hoog is als de hoeveelheid die we nog “mogen” verbranden om een 50% kans te hebben om onder de 2˚ C opwarming te blijven [4]. In Nederland speelt de eindigheid van de eigen aardgasvoorraad op korte termijn. Volgens het CBS resteerde er op basis van de netto jaarproductie in 2013 aan het eind van 2013 nog voor twaalf jaar aardgas in de Nederlandse bodem [5].

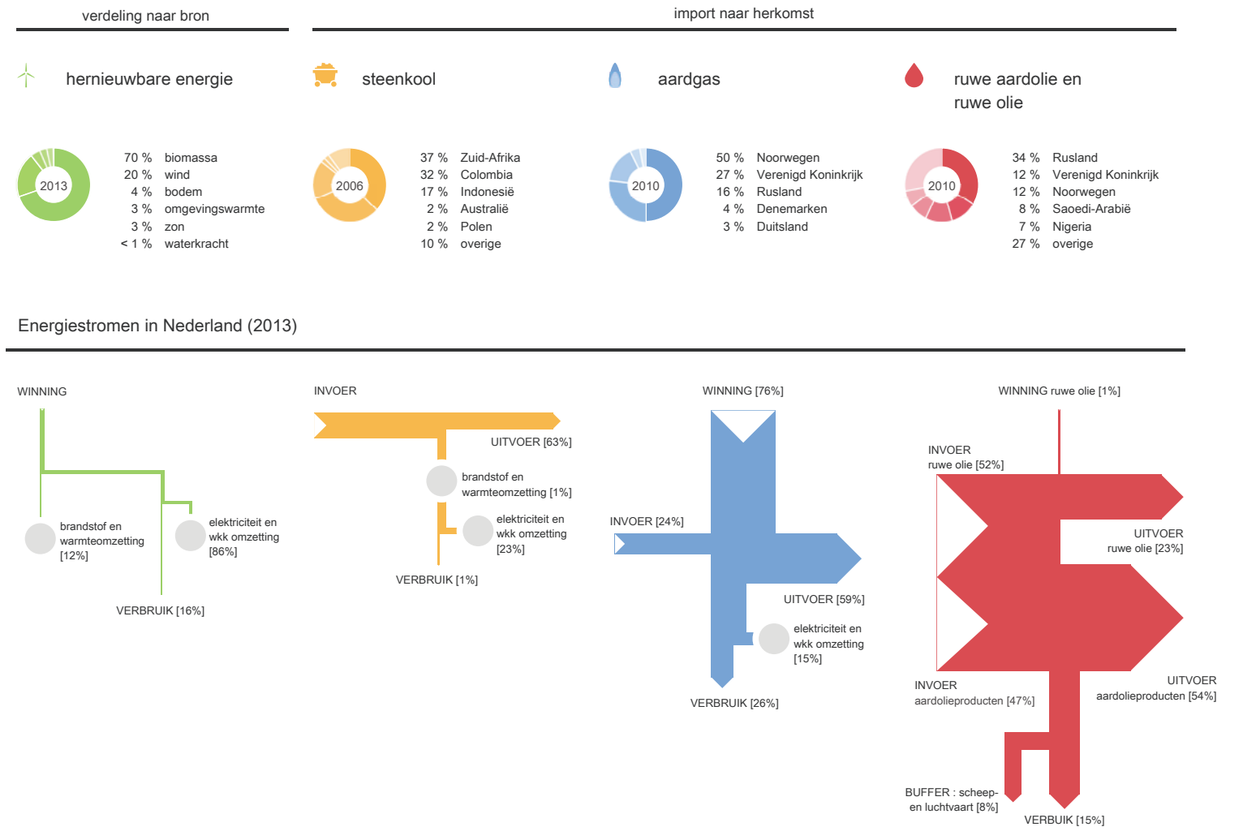
Opwarming van de aarde

In de atmosfeer zorgen broeikasgassen zoals CO_2, methaan en lachgas er voor dat de aarde warmte vasthoudt. Door dit zogenoemde “broeikaseffect” neemt de gemiddelde temperatuur op aarde toe en is er sprake van een versnelde klimaatverandering. Sinds halverwege de 20e eeuw is door verbranding van fossiele brandstoffen de CO_2-uitstoot, en daarmee de hoeveelheid broeikasgas in de atmosfeer, sterk toegenomen. Concentraties broeikasgassen hebben waarden bereikt die in ten minste de afgelopen 800.000 jaar niet eerder zijn voorgekomen [6]. Er wordt veel onderzoek gedaan naar klimaatverandering en de gevolgen ervan. Overal ter wereld worden maatregelen genomen om ongunstige effecten, zoals opwarming en zeespiegelstijging, te verminderen (mitigatie) en de leefomgeving aan de gevolgen van klimaat verandering aan te passen (adaptatie). De reductie van CO_2-uitstoot is een belangrijke mitigerende maatregel.

Maatschappelijke inbedding van de opgave

Op Europees niveau hebben de lidstaten verschillende afspraken gemaakt over het verminderen van CO_2-uitstoot. Fabrieken en bedrijven die veel CO_2 uitstoten vallen onder het Europese emissiehandelssysteem, het ETS. Door steeds minder emissierechten te verkopen zal de uitstoot dalen [7]. Delft heeft samen met 6.000 Europese steden het ‘Covenant of Mayors’ getekend. Hiermee committeren zij zich aan de doelstelling om de lat voor CO_2-reductie hoger te leggen dan door de Europese Unie voor 2020 is bepaald. In Nederland heeft het Rijk met verschillende partijen afspraken gemaakt om de CO_2-uitstoot te reduceren. Een van de belangrijkste hiervan is het *Energieakkoord voor duurzame groei*, waaraan meer dan 40 partijen, waaronder werkgevers, vakbonden, milieuorganisaties en gemeenten, zich verbonden hebben.





4.1.1 REGIO

In 2014 heeft provincie Zuid-Holland de *Nota Intensivering energiebeleid Zuid-Holland* opgesteld. In 2012 was slechts 2,2% van de energie in Zuid-Holland hernieuwbaar terwijl dat voor heel Nederland 4,4 % was. De provincie intensiveert haar inspanningen om gestelde doelen (14% hernieuwbare energie in 2020) te bereiken en richt zich hiervoor op de volgende domeinen: energiebesparing bij bedrijven, duurzame warmte, windenergie, zonne-energie, biomassa op regionale schaal en biobased economy, en hernieuwbare energie in mobiliteit en transport [8]. Ook voor Delft zijn al deze domeinen in meer of mindere mate van belang. Een aantal wordt hieronder toegelicht.

Warmterotonde Zuid-Holland

Volgens de *IPO Nationale Routekaart Restwarmte* die CE Delft in 2011 opstelde, heeft Zuid-Holland van alle provincies het grootste aanbod aan restwarmte, meer dan 25 PJ per jaar. Dit is voldoende om 545.000 woningen te verwarmen [9]. Om deze warmte te benutten werkt de provincie aan het realiseren van de Warmterotonde. Dit gebeurt in het samenwerkingsverband Warmte Koude Zuid-Holland, waaraan 25 partijen deelnemen, waaronder overheden, (energie)bedrijven, banken en netbeheerders. In november 2014 zijn de provincie Zuid-Holland en de gemeenten Den Haag, Delft, Westland en Rotterdam gestart met de voorbereiding van het westelijke deel van de Warmterotonde. De Warmterotonde is een net van warmteleidingen die industrie, glastuinbouw en huishoudens in Zuid-Holland met elkaar verbindt. Het net wordt in eerste instantie gevoed met restwarmte uit de Rotterdamse industrie. Op de Warmterotonde kunnen op termijn ook andere duurzame warmtebronnen worden aangesloten [10]. In 2020 zou de Warmterotonde 350.000 woningen en 1.000 hectare glastuinbouw in Zuid-Holland kunnen voorzien van warmte [11]. De Warmterotonde biedt Delft de kans om een aanzienlijk deel van de Delftse woningvoorraad te gaan verwarmen met warm water in plaats van met gas. In 4.1.4 WARMTE worden de mogelijkheden van een Delfts warmtenet verder onderzocht.

Geothermie

In Zuid-Holland is het potentieel van aardwarmte als energiebron groot. Ook de hoeveelheid restwarmte in de provincie is groot. Die combinatie maakt het aanleggen van (regionale) warmtenetten aantrekkelijk. De warmtenetten zijn nu al efficiënt door het gebruik van restwarmte en kunnen in de toekomst gevoed worden met aardwarmte.

De restwarmte uit de Rotterdamse industrie komt niet uit hernieuwbare bronnen, maar is voornamelijk afkomstig uit met steenkool en gas gestookte centrales. Op termijn kunnen deze centrales vervangen worden door duurzame energievoorzieningen (geothermie). Nieuwe geothermieputten aanleggen en aansluiten op intelligente warmtenetten (smart thermal grids) is nodig om op termijn de transitie naar duurzame warmte te kunnen maken. In Delft zijn de plannen voor een geothermieput in de TU-wijk in een vergevorderd stadium. Deze geothermieput zou kunnen voorzien in de complete warmtevoorziening van de TU-campus en Nieuw Delft en zou als onderzoekslocatie van de TU Delft een belangrijke bijdrage kunnen leveren aan de kennisopbouw over geothermie en smart thermal grids.

Windenergie

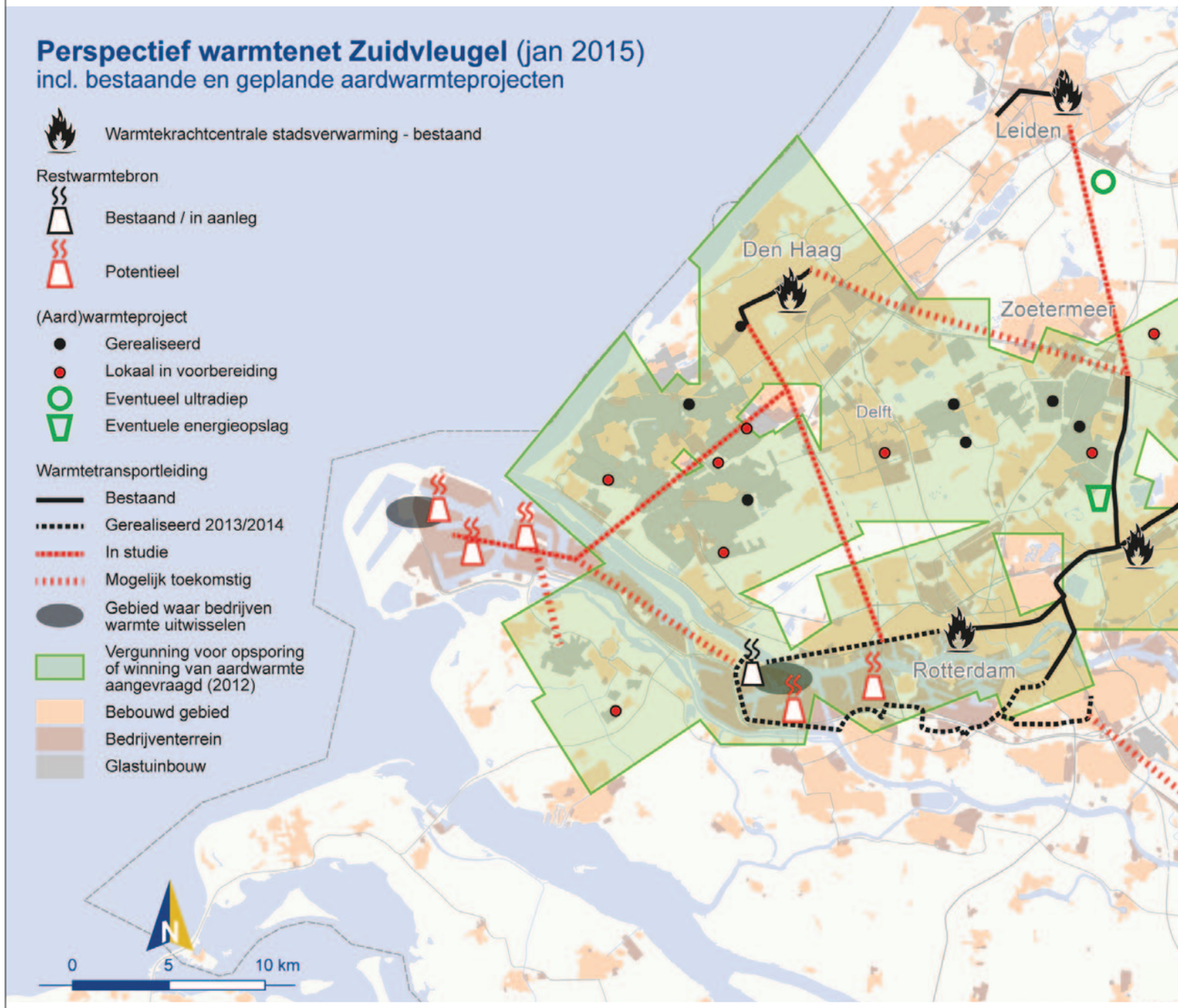
Zuid-Holland heeft door haar ligging de mogelijkheid om windenergie op land en in de zee te winnen. Windenergie op land is in kustprovincies rendabeler dan in andere provincies omdat het daar meer waait. Op het grondgebied van Delft zijn windmolens nauwelijks mogelijk door de bouwhoogtebeperking van het vliegveld Rotterdam The Hague Airport.

Zonne-energie

De provincie Zuid-Holland stimuleert en ondersteunt het gebruik van zonne-energie en heeft in de afgelopen jaren een groot aantal grootschalige zonneprojecten mede mogelijk gemaakt, zoals de zonnepanelen op het vernieuwde Centraal Station in Rotterdam. De provincie kijkt met name naar grootschalige toepassingen van zonnepanelen en de ruimtelijke inpassing daarvan. Momenteel verleent de provincie subsidie aan agrariërs die hun asbest dak willen vervangen door zonnepanelen [12].

Energiebesparing bij bedrijven

De provincie stimuleert energiebesparing bij bedrijven over twee sporen: meer toezicht op naleving van de regelgeving en samenwerking met brancheorganisaties voor energiebesparing in de industrie. In het landelijk *Energieakkoord voor duurzame groei* zijn afspraken vastgelegd over de energiebesparingsdoelstellingen voor bedrijven. Voor Delft zijn deze ontwikkelingen interessant omdat ze handvatten bieden om met bedrijven het gesprek aan te gaan over energiebesparing en omdat de geleerde lessen in verschillende sectoren ook in Delft toegepast kunnen worden.



kaart: Provincie Zuid-Holland Kartografie 14.1110/2

4.1.2 ENERGIEVERBRUIK IN DELFT

Om de CO_2-uitstoot te kunnen reduceren moeten we kijken naar het **energieverbruik**. Het bovenste diagram laat de CO_2-emissie (2013) van Delft zien en het onderste het energieverbruik (2013). De diagrammen zijn niet gelijk. Het gasverbruik in Delft bedraagt bijvoorbeeld 64% van het totale energieverbruik, maar zorgt slechts voor 43% van de totale CO_2-uitstoot. De gebruikte cijfers komen uit ***Energie in Beeld***, het overzicht waarin de netbeheerders Enexis, Liander en Stedin gezamenlijk het energieverbruik bijhouden. Het energieverbruik van zogenoemde grootverbruikers die rechtstreeks aangesloten zijn op de netten van Tennet en de Gasunie is hierin niet opgenomen.

Om het energieverbruik in Delft inzichtelijk te maken, is het nuttig om op twee aspecten onderscheid te maken. Het eerste betreft het onderscheid tussen doelen waarvoor energie gebruikt wordt. Het tweede aspect betreft het onderscheid tussen zakelijk en particulier verbruik.

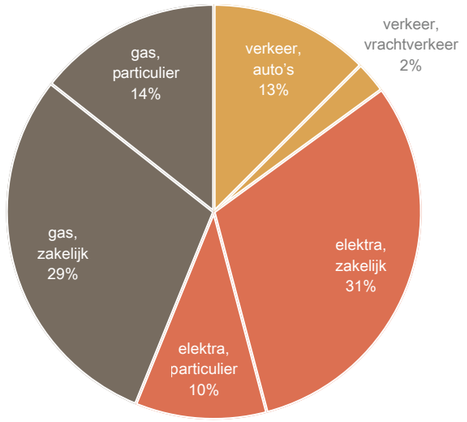
Gebruik van energie

Energie wordt voor verschillende doeleinden gebruikt. We onderscheiden er drie: verkeer, warmte en elektriciteit. We verplaatsen onszelf en onze goederen met auto's, bussen, vrachtwagens en andere vervoermiddelen; dit noemen we *verkeer*. Hiervoor verbranden we oliegebaseerde brandstoffen, zoals benzine en diesel. We verwarmen onze gebouwen en ons tapwater. In Delft wordt hiervoor bijna uitsluitend gas gebruikt. Ook koken we grotendeels op gas. Gas wordt ook gebruikt in industriële processen in fabrieken. We vatten dit samen onder de noemer *warmte*. We verbruiken *elektriciteit* om machines en apparaten te kunnen gebruiken. Deze wordt voornamelijk opgewekt in met steenkool en gas gestookte centrales.

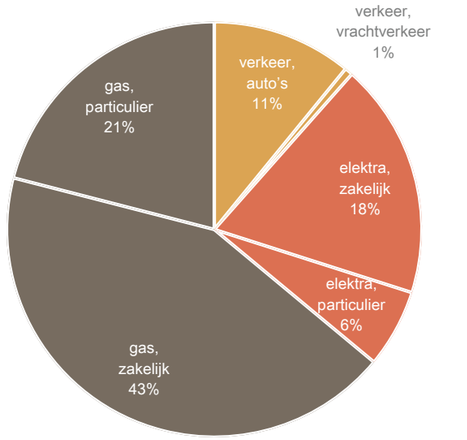
Zakelijk en particulier verbruik

Het zakelijk energieverbruik is twee- of driemaal groter dan het particulier verbruik. Zo is van het totale gasverbruik circa twee derde en van het elektriciteitsverbruik circa drie kwart zakelijk. Voor verkeer is deze onderverdeling niet bekend; er is wel een onderverdeling in vrachtverkeer en overig verkeer. Op de kaarten is te zien hoe het energieverbruik verdeeld is over de stad. Voor particulier verbruik is de informatie op buurtniveau bekend, voor zakelijk verbruik op wijkniveau.

In de volgende paragrafen worden verkeer, warmte, particulier energieverbruik (warmte en elektriciteit) en zakelijk energieverbruik (warmte en elektriciteit) nader toegelicht. Ook wordt aangegeven op welke manier verduurzaming mogelijk is.



CO_2-uitstoot in Delft in 2013: 389 kton

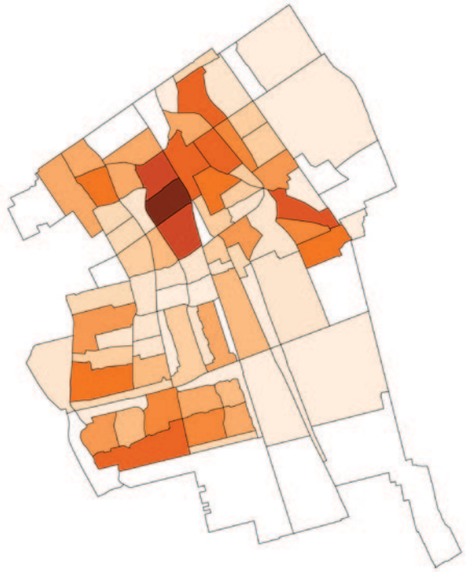


energieverbruik in Delft in 2013: 5,27 PJ

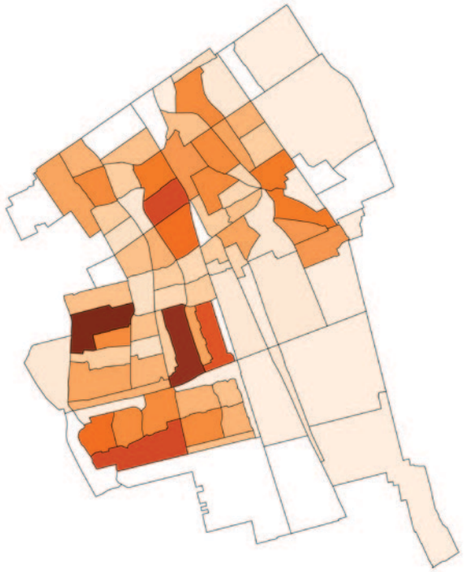
Verduurzamen in drie stappen

De Trias Energetica is een veelvuldig gehanteerde methode voor verduurzaming van het energieverbruik. De oorspronkelijke stappen omvatten: verminderen, verduurzamen en verschonen (van de opwekking van fossiele brandstoffen). De laatste stap is echter niet energieneutraal en het gebruik van reststromen is toegevoegd, zodat de stappen tegenwoordig als volgt zijn:

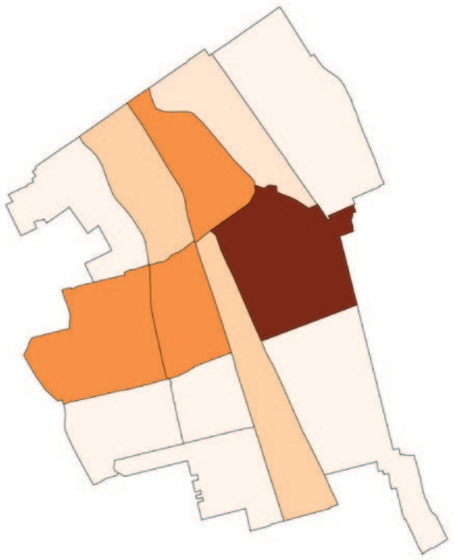
1. **energie besparen (de vraag beperken);**
2. **hergebruik van reststromen;**
3. **duurzaam opwekken van de resterende vraag.**



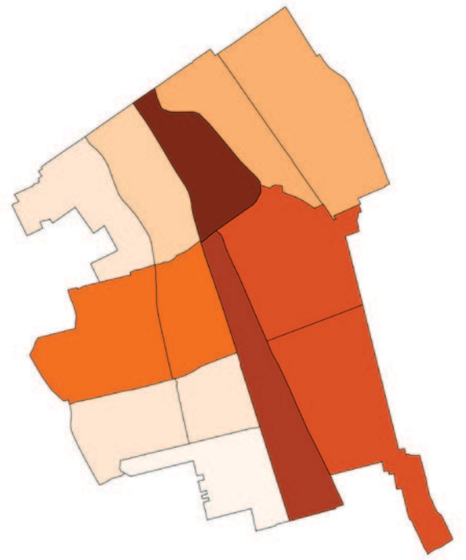
Particulier gasverbruik per buurt in Delft in 2013: circa 31 miljoen m³ aardgas.
Met name het Westerkwartier springt eruit met een hoog verbruik. Deze wijk heeft een hoge dichtheid van waarschijnlijk slecht geïsoleerde oudere woningen.



Particulier elektriciteitsverbruik per buurt in Delft in 2013: circa 89 miljoen kWh.
De wijken waar zich veel flats, en dus veel woningen bevinden, komen het hoogste uit. Wanneer gecorrigeerd wordt voor dichtheid ontstaat een regelmatiger beeld.



Zakelijk gasverbruik per wijk in Delft in 2013 (exclusief grootverbruikers): circa 64 miljoen m³ aardgas.
Het gasverbruik is het hoogst in de Wippolder. Naast de TU-Delft zijn er veel bedrijven op het Delftechpark en langs de Rotterdamseweg.



Zakelijk elektriciteitsverbruik per wijk in Delft in 2013 (exclusief grootverbruikers): circa 269 miljoen kWh.
De meeste elektriciteit wordt zakelijk verbruikt in de binnenstad. Hier is de dichtheid hoog is en er is een gemengd milieu van winkels, horeca, kantoren en voorzieningen.

4.1.3 VERKEER

Duurzame mobiliteit

Rijkswaterstaat hanteert een variant van de Trias Energetica voor het domein mobiliteit; de Trias Mobilica [13]:

1. **Verminder:** minder mobiliteit, bijvoorbeeld door ruimtelijke ordening, het Nieuwe Werken.
2. **Verander:** stimuleer de overstap naar OV, fiets, lopen, deelauto's.
3. **Verduurzaam:** stimuleer de aanschaf van duurzame voertuigen en brandstoffen, zoals elektrisch rijden en groen gas.

Optimaliseren van de modal split

Delft is een compacte stad die goed is ingericht op langzaam verkeer en door zijn centrale ligging in de zuidelijke Randstad uitstekend bereikbaar is met openbaar vervoer. De verdeling van personen en goederen over verschillende vervoerswijzen, de zogenaamde *modal split*, is in Delft al vrij goed. Het nieuwe station en omgeving en de toekomstige viersporigheid vergroten de aantrekkelijkheid van OV in Delft. De uitdaging zit hem in het nog beter benutten van OV-voorzieningen en het vergroten van de bereikbaarheid ervan vanuit de verder van het station gelegen delen van de stad. Hiervoor kunnen verschillende middelen ingezet worden zoals parkeerbeleid op maat, informatievoorziening en inrichting van de openbare ruimte. Ook voorzieningen voor deelgebruik en flexwerken, bijvoorbeeld in de omgeving van het nieuwe station, kunnen bijdragen aan het verminderen van het autogebruik.

Elektrisch rijden

Het energieverbruik van verkeer bedraagt 12% van het totale energieverbruik in Delft. De CO_2-uitstoot bedraagt 15% van het totaal. Bij elektrisch rijden kunnen er twee positieve effecten optreden. Een elektrische auto gebruikt minder energie per gereden kilometer omdat een elektromotor tot drie keer zo efficiënt is als een verbrandingsmotor. Wanneer de benodigde elektriciteit duurzaam wordt opgewekt, wordt er ook geen CO_2 meer uitgestoten. Elektrisch rijden is omwille van energieneutraliteit zeer interessant, maar in technisch en maatschappelijk opzicht nog niet vanzelfsprekend. De actieradius van de meeste elektrische auto's is voor veel automobilisten nog niet groot genoeg. Verder is een netwerk van laadpalen nodig die gevoed worden met duurzaam opgewekte energie. Zonne-energie ligt hierbij voor de hand.

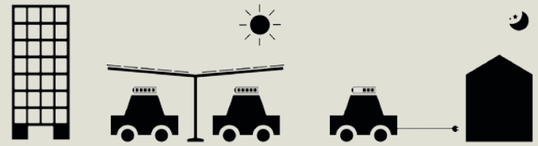
Op Delftse wegen (exclusief A13) zijn in 2012 245 miljoen kilometers gereden [15]. Het verbruik van elektrische auto's hangt af van het type auto. De Volkswagen e-Golf, bijvoorbeeld, heeft een verbruik van 12,7 kWh/100 km [16]. Als alle kilometers in Delft met deze auto gereden zouden worden, is er circa 31 milljoen kWh aan duurzaam opgewekte elektriciteit nodig. Bij een potentiële gemiddelde opwekking van 123 kWh/m^2 [17], is circa 250.000 m^2 dakoppervlak aan zonnecellen nodig. Alle publieke en private parkeerplaatsen in Delft hebben gezamenlijk een oppervlakte van circa 400.000 m^2. Het plaatsen van zonnecellen boven tweederde van deze parkeerplaatsen kan genoeg zonne-energie opleveren voor alle kilometers die in Delft gereden worden. Hierbij is echter wel een smart (electric) grid nodig om vraag en aanbod goed op elkaar af te kunnen stemmen.

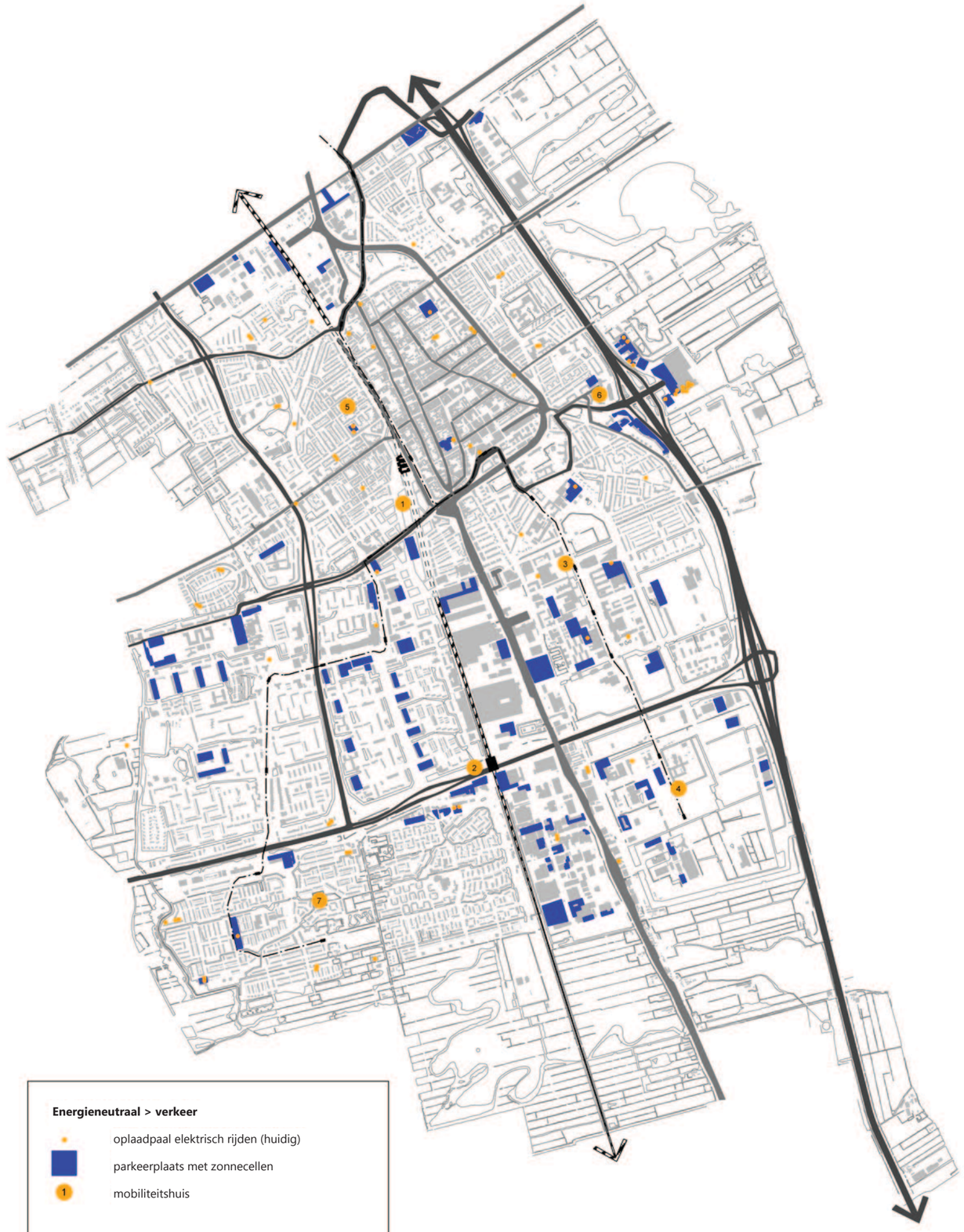
Mobiliteitshuis

De gemeente werkt aan de ontwikkeling van een mobiliteitshuis in Nieuw Delft. Dit is een fysieke plek vlakbij het nieuwe station, waar duurzaam vervoer centraal staat. Het gaat er om deelgebruik en een optimale wisseling van vervoermiddelen te faciliteren, en om vormen van duurzame mobiliteit, zoals elektrisch rijden, te stimuleren. De bedoeling is om meerdere mobiliteitshuizen in Delft te realiseren waar gebruikers diverse vervoermiddelen kunnen lenen.

Park & Charge

Het opladen van elektrische auto's kan plaatsvinden op Park & Charge-plekken: parkeerplaatsen voorzien van zonnepanelen. Dergelijke voorzieningen bestaan op dit moment nog niet in Nederland, maar de TU Delft heeft concepten hiervoor ontwikkeld, onder meer voor de locaties Schiphol en Stadshavens Rotterdam [14]. De batterij van elektrische auto's die op zonne-energie rijden, kan onderdeel worden van een smart grid. De stroom die in de batterij van de auto wordt opgeslagen, kan bijvoorbeeld 's avonds worden afgegeven aan het huis. Parkeerplaatsen bij kantoren en bedrijven zijn zeer geschikt voor Park & Charge-faciliteiten, omdat auto's daar overdag door de zon opgeladen kunnen worden.





4.1.4 WARMTE

Wat is een warmtenet?

In de meeste woningen worden radiatoren van warm water voorzien door gasgestookte cv-ketels. Wanneer in plaats van gas warm water aan de woningen geleverd wordt, noemen we het netwerk van warmwaterleidingen een warmtenet. Een bekende toepassing van zo'n warmtenet is stadsverwarming. Er zijn verschillende manieren om het water te verwarmen. Vaak wordt de restwarmte van elektriciteitscentrales of afvalverbrandingsinstallaties gebruikt. Door restwarmte te gebruiken hoeft er minder gas verbrand te worden.

Warmterotonde

De restwarmte uit de Rotterdamse haven wordt nog nauwelijks benut. Het Rotterdamse stadsverwarmingsnet wordt voornamelijk gevoed door warmte van de afvalverbrandingsinstallatie van de AVR in Rozenburg. Om de warmte uit de Rotterdamse haven te benutten, werken verschillende partijen, waaronder gemeente Delft, aan de Warmterotonde. Het westelijk deel van de Warmterotonde moet de Rotterdamse restwarmte via leidingen naar de kassen in het Westland en de stedelijke gebieden van Delft en Den Haag brengen. Eén van de leidingen kan mogelijk langs of zelfs dwars door Delft lopen en een aanzienlijk deel van de stad van restwarmte voorzien.

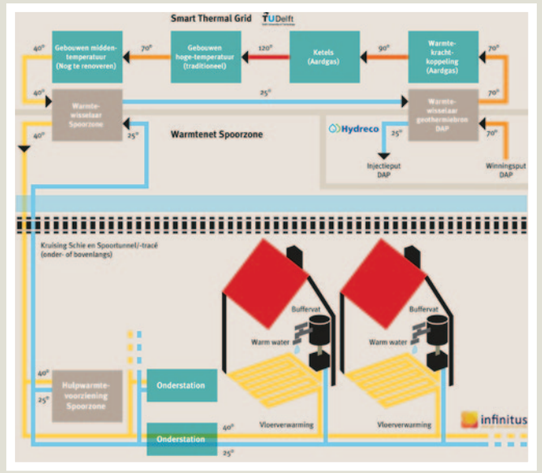
Warmtenetten in Delft

In Delft zijn verschillende (kleine) warmtenetten in bedrijf. De meeste worden gevoed door gasgestookte centrales. Het warmtenet in de Harnaschpolder wordt verwarmd met de restwarmte van de rioolwaterzuivering. Warmtenetten zijn op korte termijn interessant voor woningen die geen eigen cv-ketel hebben, maar aangesloten zijn op een collectief warmtesysteem, zoals flats. Voor de overstap van gas naar restwarmte hoeven alleen de centrale aansluiting en de centrale ketel in het gebouw aangepast te worden. Bij individuele woningen moet elke aansluiting en ketel vervangen worden, wat, afhankelijk van de temperatuur van het warmtenet, aanzienlijke kosten met zich mee kan brengen. Wanneer de Warmterotonde daadwerkelijk langs of door Delft gaat lopen wordt het aanbod van warmte dusdanig groot, dat warmtenetten op termijn ook voor individuele woningen interessant zijn.

Op de kaart is aangegeven waar op de korte termijn veel potentie is voor de inzet van warmte. Met name in Voorhof en Buitenhof bevinden zich veel flats die eigendom zijn van woningcorporaties en geschikt zijn voor de overstap van gas naar warmte. De informatie komt van een door het voormalig Warmtebedrijf Eneco Delft opgestelde kaart van een potentieel warmtenet.

Smart Thermal Grid

Warmtenetten die in eerste instantie door restwarmte gevoed worden, kunnen op termijn gevoed worden door andere duurzame warmtebronnen, zoals geothermie. De temperatuur van de warmtebron en de benodigde aanvoertemperatuur van de warmteafgiftesystemen van gebouwen zijn echter niet altijd gelijk. Het warmtenet zal dan ook een Smart Thermal Grid moeten worden waarin middels het doelmatig doorgeven van warmte (cascaderen), de inzet van warmtewisselaars, en bijverwarmen met duurzame bronnen, zo optimaal mogelijk gebruik wordt gemaakt van de beschikbare energie. Een goed voorbeeld hiervan is het plan voor de winning van aardwarmte door de TU Delft die, na gebruik, als restwarmte ingezet kan worden voor het verwarmen van woningen in Nieuw Delft. Door externe omstandigheden staat deze ontwikkeling nu stil, wat aantoont dat realisatie van dergelijke slimme oplossingen niet eenvoudig is.



[ontwerp aardwarmtevoorziening Nieuw Delft.
beeld afkomstig uit Nieuw Delft Integraal Ontwikkelingsplan 2015]



4.1.5 **PARTICULIER**
ENERGIEVERBRUIK

Warmte besparen in woningen

Het particulier verbruik van gas in Delft bedroeg over 2013 31,4 miljoen m^3. Dit is 21% van het Delftse energieverbruik. Het gasverbruik in woningen is te scheiden in verbruik voor ruimteverwarming (75% = 23,5 miljoen m^3 gas), voor warm tapwater (20% = 6,3 miljoen m^3 gas) en voor koken (5% = 1,6 miljoen m^3 gas) [18]. Bij het verduurzamen van het gasverbruik voor ruimteverwarming onderscheiden we drie stappen:

1. Besparen: bewust gebruik en isoleren;
2. Vervangen gas door rest- en duurzame warmte;
3. Inzet van zonne-energie.

Bewust gebruik

Bij het besparen van warmte in woningen gaat het om de bewustwording van enerzijds het nut (minder CO_2-uitstoot) en anderzijds de opbrengsten (lagere energierekening) van minder energieverbruik. De ontwikkeling van slimme meters en apps die het energieverbruik monitoren speelt hier op in.

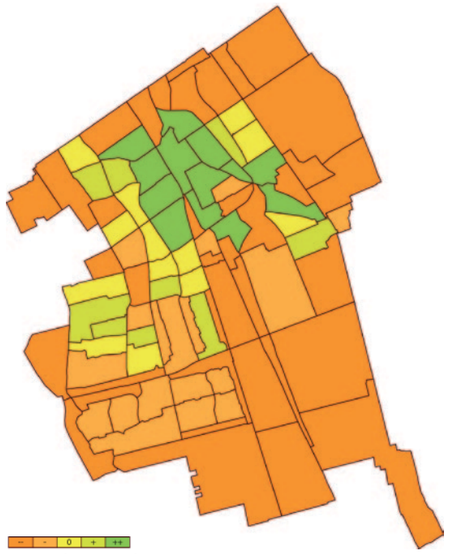
Isoleren van woningen

De EPC (Energie Prestatie Coëfficiënt) voor nieuwbouwwoningen is in januari 2015 verder verlaagd tot 0,4. In 2020 moet de EPC van nieuwbouw 0 zijn. Woningen die op dit moment gebouwd worden, gebruiken dus al zeer weinig energie voor verwarming. De grootste opgave zit hem dan ook in het isoleren van de bestaande woningvoorraad, waarbij als vuistregel geldt dat hoe ouder de woningen, hoe slechter ze geïsoleerd zijn. Onderstaande figuur geeft het besparingspotentieel weer per buurt in Delft. Het potentieel is gebaseerd op de energielabels in de wijk en het aantal woningen in een wijk [zie bijlage 1a]. Te zien is dat met name in de wijken met oudere woningen (centrum en omliggende wijken) en de wijken met veel woningen het besparingspotentieel groot is. Als alle woningen in Delft geïsoleerd worden op het niveau van label A levert dat een besparing op van 50% op het particulier gasverbruik voor ruimteverwarming. Dit is 11,8 miljoen m^3 gas (50% x 23,5 miljoen). [zie bijlage 1b]

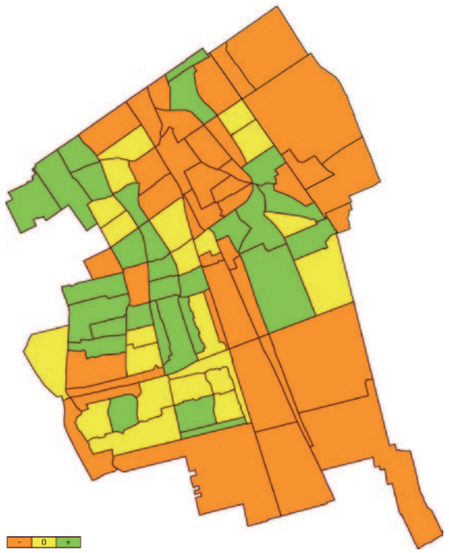
Gas vervangen door warmte

Ten tweede kijken we, per buurt, naar de mogelijkheden om gas te vervangen door warmte. Hiervoor gebruiken we wederom de kaart van een potentieel warmtenet, opgesteld door het voormalige Warmtebedrijf Eneco Delft. De figuur geeft de potentie voor de inzet van warmte in plaats van gas weer. Op basis van een potentiestudie door de gemeente Delft in 2006 is bepaald dat ruim 17.500 woningen aan het warmtenet te koppelen zijn. Ongeveer 5.000 woningen betreffen nieuwbouw. Zo'n 11.500 woningen komen gefaseerd in aanmerking voor grootschalige renovatie of vervanging van de ketel. Door deze laatste groep woningen aan te sluiten op het warmtenet kan een besparing van 8,2 miljoen m^3 gas behaald worden [zie bijlage 2].

Het is ook interessant om stap 1 en 2 om te keren, dus eerst te kijken naar de potentie van een warmtenet en daarna naar het isoleren van woningen. Het warmtenet kan een besparing van 8,2 miljoen m^3 gas opleveren. Daarna resteert nog 23,5 - 8,3 = 15,2 miljoen m^3 gas. De woningen die niet op het warmtenet aangesloten kunnen worden, kunnen geïsoleerd worden tot het niveau van label A. Dit levert een besparing op van 50% van de resterende vraag, dus 7,6 miljoen m^3 gas.



potentie energiebesparing per buurt



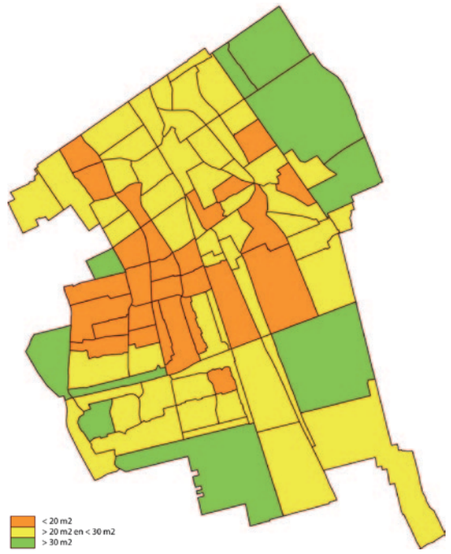
potentie inzet restwarmte per buurt

Inzet van zonne-energie

Vervolgens bekijken we de mogelijkheden om woningen elektrisch te verwarmen door middel van zonne-energie. Hiervoor kijken we naar het "PV-potentieel" (PV staat voor photovoltaïsch) van alle daken van woningen in Delft: hoeveel ruimte is er voor zonnecellen? In 2014 heeft het Planbureau voor de Leefomgeving een inschatting gemaakt van het gemiddeld beschikbaar dakoppervlak voor zonnecellen per woningtype per bouwjaar [9]. Voor een rijtjeshuis gaat het PBL uit van een beschikbaar dakoppervlak van 32,5 m^2 per woning. De ervaring leert dat de daadwerkelijke ruimte voor zonnecellen vaak afwijkt van het beschikbaar dakoppervlak. Met deze kanttekening in het achterhoofd kunnen we de gegevens van het PBL gebruiken voor Delft. Onderstaande figuur geeft het gemiddeld beschikbaar dakoppervlak per buurt weer. Na een correctie voor helling en hoek gaat de studie van PBL uit van een potentiële gemiddelde opwekking van 123 kWh/m^2 beschikbaar dakoppervlak. Op basis hiervan kan bepaald worden dat de potentiële opwekking van elektriciteit door inzet van zonnecellen op de daken van alle woningen in Delft uitkomt op 124,6 miljoen kWh [zie bijlage 3a].

Hoeveel van deze elektriciteit ingezet kan worden voor verwarmen, hangt af van de hoeveelheid elektriciteit die nodig is voor het verwarmen van tapwater, koken en apparaten [zie bijlage 3b].

In de tabel hiernaast zijn alle genoemde getallen van elkaar afgetrokken. Dan blijkt dat van de 124,6 miljoen kWh PV-potentie 6,3 miljoen kWh resteert voor elektrisch verwarmen. Hiermee kan 2,6 miljoen m^3 gas worden bespaard [zie bijlage 3c].



gemiddeld beschikbaar dakoppervlak op woningen

particulier 2013	gasverbruik: 31,4 mln m^3	elektraverbruik: 89,3 mln kWh	pv-potentie: 124,6 mln kWh
besparing door bewust gebruik	onbekend	onbekend	
gas > warmte d.m.v. warmtenet	-8,2 mln m^3		
overige woningen > label A	-7,6 mln m^3		
elektrisch verwarmen	-2,6 mln m^3		-6,3 mln kWh
elektriciteits-verbruik apparaten		-89,3 mln kWh	-89,3 mln kWh
warm tapwater	-6,3 mln m^3		-20,5 mln kWh
koken	-1,6 mln m^3		-8,5 mln kWh
totaal	**5,1 mln m^3**	**0**	**0**

Bovenstaande cijfers laten zien dat het particuliere energieverbruik (gas en elektriciteit) voor een groot gedeelte energieneutraal gemaakt kan worden als:

1. de potentie van het warmtenet, zoals aangegeven in de potentiestudie van de gemeente, ten volle benut wordt;
2. alle woningen die niet op het warmtenet worden aangesloten geïsoleerd worden op het niveau van label A;
3. alle woningen in Delft voorzien worden van PV-panelen. Een Smart Electric Grid is hiervoor nodig om de vraag en het aanbod goed op elkaar af te stemmen.

Het is belangrijk om te beseffen dat dit een theoretische exercitie is, bedoeld om gevoel te krijgen voor de ruimtelijke potentie van energieneutraliteit op Delfts grondgebied. De exercitie toont aan dat er niet één snelweg is naar "energieneutraal", maar dat er meerdere paden zijn en dat er gedurende de reis belangrijke beslissingen gemaakt moeten worden over doelen en middelen. Een goed begrip van de omvang van de totale opgave en de mogelijkheden kan hierbij helpen.

4.1.6 **ZAKELIJK**
ENERGIEVERBRUIK

Zakelijk verbruik

Het zakelijk verbruik van gas en elektriciteit bedraagt volgens de cijfers uit *Energie in Beeld* respectievelijk 43% en 18% van het totale Delftse energieverbruik. Het zakelijk verbruik bedraagt daarmee circa twee tot drie keer zo veel als het particulier verbruik.

Grootverbruikers

Energie in Beeld biedt geen informatie over het energieverbruik van grootverbruikers in Delft. Grootverbruikers zijn direct aangesloten op het landelijke gas- en elektriciteitsnetwerk. In Delft is DSM een grootverbruiker in de categorie 'zakelijk'. DSM is verantwoordelijk voor een additionele CO_2-uitstoot van circa 50 kton per jaar [15]. Omgerekend naar gas is dit circa 28 miljoen m^3 gas. Dit is bijna net zo veel als het gasverbruik in alle Delftse woningen. DSM neemt verplicht deel aan het Europese emissiehandelssysteem (EU ETS), wat er op gericht is de CO_2-uitstoot van grootverbruikers te verlagen.

Grootverbruikers zoals DSM, maar ook andere partijen binnen de gemeente, zoals de TU Delft, hebben een relatief grote voetafdruk. Verduurzaming van het energieverbruik wordt vooral bepaald door landelijke en Europese regelgeving. Voor de gemeente liggen er kansen om met deze partijen afspraken te maken over benutting van restwarmte en het opschalen van interessante toepassingen, zoals slimme warmte- en elektriciteitsnetten. De campus van de TU Delft fungeert als een landelijke proeftuin voor omvorming van het warmtenet tot een intelligent warmtenet dat op verschillende temperatuurniveaus warmte levert, uit verschillende (duurzame) warmte- en koudebronnen.

Verduurzamen zakelijk energieverbruik

Voor verduurzaming van het zakelijk energieverbruik onderscheiden we drie stappen:

1. Besparen: bewust gebruik en isoleren;
2. Vervangen gas door rest- en duurzame warmte;
3. Inzet van zonne-energie.

Bewust gebruik en isoleren

De EPC voor utiliteitsbouw varieert voor verschillende typen functies: van 0,8 voor een kantoorfunctie naar 1,7 voor een winkelfunctie. Nieuwe utiliteitsbouw wordt steeds energiezuiniger, maar dit proces verloopt langzamer dan voor woningen. Net als bij woningen zit de grootste opgave in de bestaande voorraad. Daarnaast zullen productieprocessen verduurzaamd moeten worden. In het *Energieakkoord voor duurzame groei* zijn afspraken opgenomen die kunnen bijdragen aan deze processen, zoals een strengere handhaving van de Wet Milieubeheer. Daarin staat dat energiebesparende maatregelen uitgevoerd moeten worden als de kosten binnen vijf jaar terugverdiend kunnen worden.

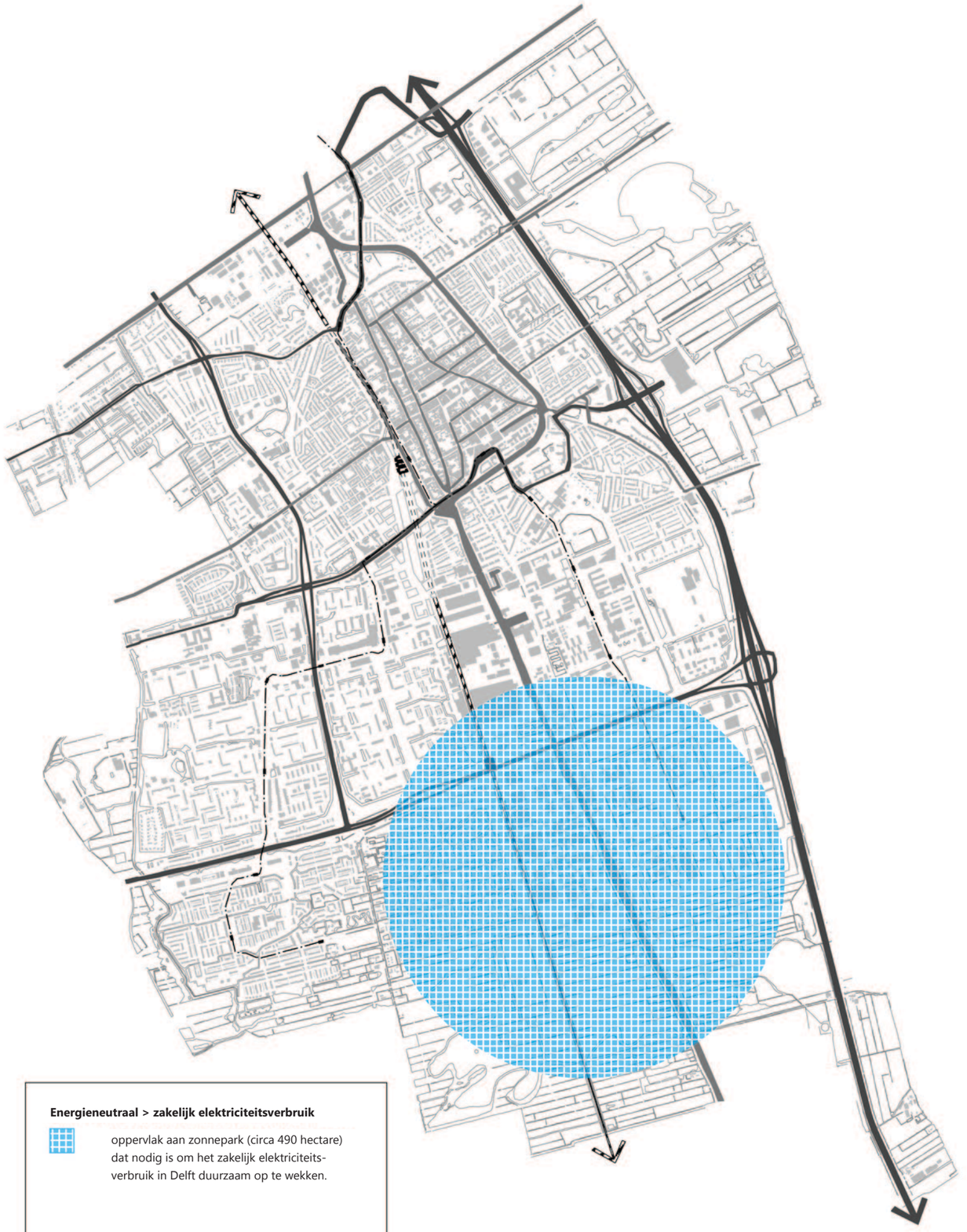
Vervangen van gas door warmte

In het gedeelte over particulier gasverbruik is al uitgebreid ingegaan op de potentie van warmtenetten die gevoed worden met restwarmte of aardwarmte. Een warmtenet is ook interessant voor zakelijke consumenten. Het opraken van het Nederlandse gas, dan wel het verminderen van de winning ervan, zal leiden tot prijsstijgingen voor Nederlandse verbruikers. Aansluiting op een warmtenet kan vanuit financieel oogpunt interessant zijn. Hoe slimmer de restwarmte met een steeds lagere temperatuur wordt ingezet (cascaderen), hoe rendabeler dit kan zijn. Verduurzaming van het warmtenet op de campus van de TU Delft biedt perspectief op een lager gasverbruik én op praktijkervaring en leerpunten die in andere delen van de stad kunnen worden gebruikt. Een door duurzame warmte gevoed warmtenet op het aangrenzende bedrijvengebied rond de Schieoevers, bijvoorbeeld, zou het zakelijk gasverbruik in Delft in aanzienlijke mate helpen terugdringen.

Inzet van zonne-energie

Door de daken van alle utiliteitsbouw te voorzien van zonnecellen kan in totaal jaarlijks in Delft 69,4 miljoen kWh aan elektriciteit opgewekt worden [zie bijlage 4]. Dit is ongeveer een kwart van het zakelijk verbruik in Delft. Anders dan bij woningbouw, waar het mogelijk is om per woning het eigen elektriciteitsverbruik met zonnecellen op te wekken, is voor verduurzaming van zakelijk elektriciteitsverbruik de toepassing van zonnecellen op bedrijfspanden niet voldoende. Om inzichtelijk te maken hoeveel zonnecellen er nodig zouden zijn is op de kaart aangegeven welk oppervlak aan zonnepark er nodig zou zijn om al het zakelijk elektriciteitsverbruik te verduurzamen. Hierbij is uitgegaan van het rendement van het nog te bouwen zonnepark op Ameland: circa 5,5 miljoen kWh op 10 hectare [19]. Het zakelijk elektriciteitsverbruik in Delft was in 2013 circa 269 miljoen kWh. Hiervoor is circa 490 hectare zonnepark nodig.

Daarnaast is het onduidelijk hoe de toekomstige vraag zich gaat ontwikkelen. Door de overstap naar energiezuinige verlichting, bijvoorbeeld, zal het verbruik afnemen. Maar door automatisering van productieprocessen zal het juist toenemen. Verduurzaming van zakelijk verbruik vraagt om inspanningen op verschillende niveaus. Wetgeving en innovaties op landelijk niveau; warmterotondes, wind- en zonneparken op regionaal niveau en samenwerking en energie-uitwisseling tussen bedrijven onderling op lokaal niveau.

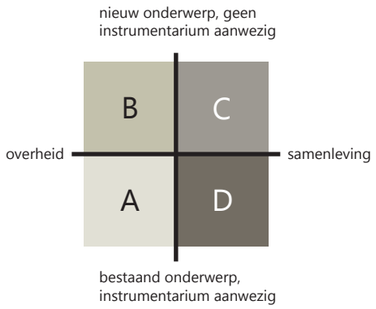


Energieneutraal > zakelijk elektriciteitsverbruik

oppervlak aan zonnepark (circa 490 hectare) dat nodig is om het zakelijk elektriciteitsverbruik in Delft duurzaam op te wekken.

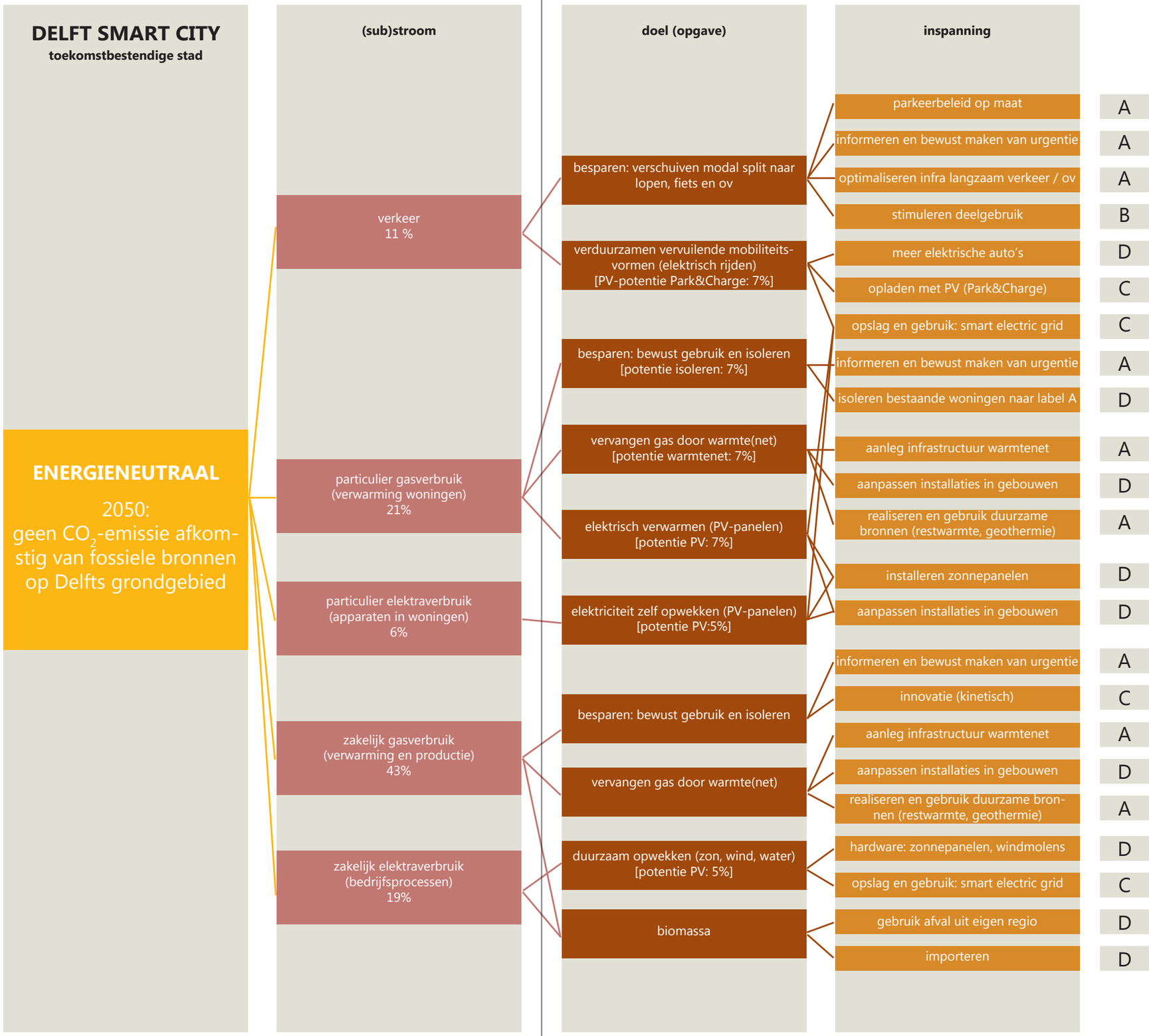
4.1.7 OVERZICHT
DOEL > INSPANNINGEN

Het schema laat een samenvatting van de voorgaande analyse zien. Voor elke (sub)stroom is aangegeven welke opgave er ligt en welke inspanningen nodig zijn om het doel te bereiken. Per inspanning is aangegeven in welk governance-kwadrant deze zich bevindt. De indeling in governance-kwandranten is bedoeld als een eerste vingeroefening, om gevoel te krijgen voor de rol van overheid en samenleving bij het invullen van de opgave.



In het schema is te zien dat een belangrijk deel van de energieopgave buiten de scope van de gemeente ligt. Burgers en bedrijven kiezen zelf hoe zij in hun energiebehoefte voorzien en hoe zij zich verplaatsen (mobiliteit). Zij zullen er dus zelf voor moeten kiezen om te besparen of te verduurzamen. De (lokale) overheid kan hier niet veel meer dan informeren en stimuleren, mogelijk middels subsidies. Ook is er sprake van omgekeerde prikkels. In de prijzen van energie uit fossiele brandstoffen worden de kosten van vervuiling niet meegenomen. Daarnaast geldt nu het principe: hoe meer je verbruikt, hoe minder het kost. Om deze prikkels te verwijderen, vervuiling te belasten en verspilling tegen te gaan zijn landelijke en europese wet- en regelgeving nodig.

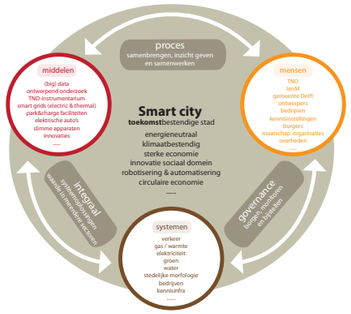
De lokale en regionale overheid moeten sturing geven aan de markt om te zorgen dat duurzame warmte- en elektriciteitsinfrastructuur aangelegd wordt. Hier is echter wel het juiste instrumentarium voor nodig. Op dit moment heeft een warmtenet bijvoorbeeld nog niet dezelfde status als een elektriciteits-, gas- of waternet.



4.1.8 OVERZICHT

INFRA > TECHNOLOGIE > PARTNERS

In het tweede schema wordt teruggegrepen naar het bollenschema van de Delftse visie op Smart City. Alle drie de pijlers zijn voor “energieneutraal” ingevuld. Ook hier is het overzicht niet uitputtend, maar bedoeld als een exercitie om inzicht te krijgen in de benodigde (nieuwe) middelen en partners.



Opvallend in het schema is de ontwikkeling van smart electric en thermal grids. Vanuit de infrastructuur komen bijna alle lijntjes hier samen, om vervolgens uiteen te lopen naar allerlei soorten partijen. Zo is direct duidelijk dat het ontwikkelen en implementeren van dergelijke grids complex is.

Lokale energiecoöperaties en -producenten blijken in zekere zin ***disruptive***, omdat zij het systeem veranderen. Deelname van deze partij vergt technische aanpassing (terugleveren en onregelmatig aanbod) en een gepaste vorm van governance. Een voorbeeld hiervan is een vereniging van eigenaren die energie mag salderen.

De hoeveelheid partijen die betrokken zijn bij de energieopgave is enorm. E-deals met bedrijven, burgers, kennisinstellingen, energieleveranciers en andere partijen zijn een geschikt middel om de gemeenschappelijke opgave uit te voeren.

DELFT SMART CITY
toekomstbestendige stad

ENERGIENEUTRAAL
2050:
geen CO_2-emissie afkomstig van fossiele bronnen op Delfts grondgebied

(sub)stroom	infrastructuur	(smart) middelen	mensen
verkeer	wegennetwerk	zo optimaal mogelijk benutten bestaande netwerken A/B	landelijke netbeheerders: Tennet, Gasunie
	openbaarvervoernetwerk		lokale netbeheerders: Stedin, Liander
	(elektrische) voertuigen	voertuigen die zelf opladen en terugleveren optimaliseren. C	nationale energieleveranciers en energieproducenten: Eneco, Nuon, Greenchoice e.a.
	oplaadpalen		lokale energiecooperaties en energieproducenten: burgers, bedrijven en overheden
elektriciteit	elektriciteitsnetwerk (boven- en ondergronds)	Smart electric grid om vraag en aanbod af te stemmen. voeden: zonne- en windenergie gebruik: systemen/apparaten/auto's terugleveren aan het net salderen B/C	eindgebruikers zoals vastgoedeigenaren en consumenten: burgers corporaties bedrijven instellingen overheid
	elektriciteitsopslagcapaciteit		
	elektriciteitscentrales / Warmte Kracht Koppelingssystemen		
	PV-panelen/systemen		
	windmolens / windturbines	verhogen rendement C	ontwikkelaars van kennis: kennis- en onderzoeksinstellingen
	systemen en apparaten die elektriciteit verbruiken	systemen en apparaten die zelf bepalen wanneer ze het beste kunnen opladen D/C	ontwikkelaars van nieuwe producten en diensten: (innovatieve) bedrijven
warmte / gas	gasleidingennetwerk	aanleggen A	(energie) adviseurs en ontwerpers: adviesbureaus
	warmteleidingennetwerk	zoeken + exploiteren B/C	aannemers / bouwers
	restwarmtebronnen	opsporen, boren, exploiteren + meer kennis opdoen C	bedrijven die aardwarmte willen opsporen, winnen (en gebruiken)
	geothermiebronnen	Smart thermal grid: middels cascaderen, warmtewisselaars en bijverwarmen met duurzame bronnen, energie zo efficiënt mogelijk benutten B/C	financiers / investeerders / risicodragers
	lokale warmteopwekkers (zonneboiler, warmtewisselaar)		
	warmteverdelers in gebouwen	aanpassen aan warmte i.p.v. gas D	

4.1.9

SAMENVATTING
EN CONCLUSIES

Energieneutraal in 2050

Een energieneutraal Delft betekent dat er in 2050 geen CO_2-emissies door het verbruik van fossiele brandstoffen meer plaats mogen vinden op Delfts grondgebied. De reductie van CO_2-uitstoot is een opgave die iedereen aangaat. De uitstoot van CO_2 zal wereldwijd zeer sterk beperkt moeten worden om de opwarming van de aarde tot 2° te beperken. Het doel is dus duidelijk, maar hoe dit te bereiken is een grote vraag. Veel lokale en regionale overheden werken nu aan het behalen van de doelstellingen voor 2020, maar wat er daarna moet gebeuren is voor veel partijen onduidelijk. In deze studie is dan ook geprobeerd om voor een stad, Delft in dit geval, de totale opgave inzichtelijk te maken. Door heel concreet de opgave stap voor stap af te pellen, te visualiseren en door te rekenen ontstaat inzicht in de complexiteit en overzicht van de inhoud van de opgave bij overheid en samenleving.

De Delftse opgave
De Delftse energieopgave valt uiteen in drie delen: verkeer, particulier verbruik van gas en elektriciteit en zakelijk verbruik van gas en elektriciteit. Het zakelijk gasverbruik is tweemaal zo groot en het zakelijk elektriciteitsverbruik driemaal zo groot als het particulier verbruik. Belangrijk in het Delftse verhaal is de ontwikkeling van de Warmterotonde Zuid-Holland waarmee restwarmte van de Rotterdamse haven mogelijk ook voor Delft ontsloten wordt.

Verkeer
Door in te blijven zetten op Delft als fiets-, OV- en wandelstad, kan het autogebruik zo laag mogelijk blijven. Het resterende autogebruik kan energieneutraal worden door over te stappen op elektrisch rijden. Elektrisch rijden verbruikt minder energie dan rijden op benzine of diesel en veroorzaakt, mits de benodigde energie duurzaam opgewekt wordt, geen CO_2-uitstoot.

Particulier
Bij het particuliere gasverbruik gaat de aandacht ten eerste uit naar energiebesparing in en isolatie van de bestaande woningvoorraad. Daarnaast maakt de ontwikkeling van de Warmterotonde de overstap van gas naar duurzame warmte zeer interessant. Voor zelfvoorzienend elektriciteitsverbruik zullen op elke woning zonnecellen geplaatst moeten worden. Door circa 12.000 woningen, voornamelijk flats, op de Warmterotonde aan te sluiten, alle resterende woningen door isolatie op te waarderen naar energielabel A en op alle woningen in Delft zonnecellen te plaatsen is het in theorie net mogelijk om het Delftse particuliere energieverbruik energieneutraal te maken. Dat dit geen eenvoudige opgave is, waar grote investeringen mee gemoeid zijn, mag duidelijk zijn.

Zakelijk
Het zakelijk energieverbruik is niet alleen veel groter dan het particulier verbruik, er is ook minder bekend over besparingsmogelijkheden en de regelgeving, bijvoorbeeld door middel van de EPC, loopt achter op de woningbouw. Met het *Energieakkoord voor duurzame groei* is een eerste stap gezet in het stimuleren van bedrijven om energiezuinige maatregelen te nemen. Wanneer alle bedrijfspanden in Delft van zonnecellen worden voorzien kan, in tegenstelling tot woningbouw, maar circa een kwart van het huidige elektriciteitsverbruik verduurzaamd worden. Er zijn dus ook andere oplossingen nodig. De overstap van gas naar duurzame warmte middels de Warmterotonde biedt ook bedrijven een kans om hun energieverbruik te verduurzamen. Lokale samenwerking tussen bedrijven voor een slimme energievoorziening, bijvoorbeeld door energie uit te wisselen en warmte te cascaderen, zal op termijn, wanneer de prijs van energie stijgt, meer aandacht krijgen. Gezien de omvang van de opgave en de relatieve onbekendheid met oplossingen zou verduurzaming van het zakelijk energieverbruik hoog op de agenda moeten komen te staan.

Smart grids
Qua innovatie liggen de grootste uitdagingen op het gebied van de smart electric en smart thermal grids. Deze zijn nodig omdat het aanbod van energie meer gaat fluctueren en vraag en aanbod veel slimmer met elkaar verbonden moeten worden om iedereen op het juiste moment in zijn behoefte te kunnen voorzien. De innovatie is niet alleen technologisch van aard. Mogelijk nog belangrijker is de vraag: hoe organiseer je de samenwerking en verantwoordelijkheden tussen alle partijen die energie leveren, afnemen, omvormen, bufferen en beheren?

Cross-overs met economie en klimaatadaptatie
De energietransitie vergt arbeidskrachten. Het isoleren van woningen, plaatsen van zonnecellen en installeren van slimme meet- en regelsystemen gaat met name de bouw- en installatiesector aan. Als lokale bedrijven zich goed weten te positioneren op de Delftse markt, komt dit de lokale werkgelegenheid ten goede. Ook de kennisintensieve sectoren kunnen baat hebben bij de broodnodige vernieuwing van het energiesysteem. Cross-overs met klimaatadaptatie zijn er op verschillende vlakken. De energie- en klimaatopgave lijken op elkaar qua governance. In beide gevallen heeft de overheid er maar beperkt invloed op en is financiering eveneens beperkt. Voor energieneutraliteit geldt dit nog sterker dan voor klimaatbestendigheid. Ook vragen beide om ingrepen in de fysieke leefomgeving, waarbij het "meekoppelen" met andere maatregelen al snel naar boven komt. Als laatste is er de mogelijkheid om de beide doelstellingen inhoudelijk met elkaar te verbinden. Voorbeelden hiervan zijn energiebesparing door groen op en om het huis en het winnen van energie uit natuurlijke processen.



4.2

KLIMAATBESTENDIG

2050: een stad die de gevolgen van klimaatverandering zoals wateroverlast, extreme droogte en hitte kan opvangen

Door opwarming van de aarde verandert het klimaat wereldwijd. Ook in Nederland hebben we hiermee te maken. Hoe passen we onze omgeving aan zodat we ongunstige effecten van klimaatverandering, zoals overstromingen, wateroverlast, hittestress en verdroging, kunnen verzachten dan wel voorkomen? Hoe wordt Delft klimaatbestendig?

Een beeld van de toekomst

Het IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) onderzoekt klimaatverandering wereldwijd en stelt toekomstscenario's op. Het KNMI vertaalt deze scenario's naar de Nederlandse situatie. Met de KNMI'-14 klimaatscenario's schetst het KNMI, op basis van de meest recente inzichten, vier verschillende toekomstbeelden van het klimaat in Nederland rond 2050 en rond 2085. Het KNMI constateert dat:

1. de zeespiegel blijft stijgen en het tempo van de zeespiegelstijging toeneemt;
2. de neerslag en extreme neerslag in de winter toe neemt;
3. de intensiteit van extreme regenbuien in de zomer toeneemt, waarbij in twee van de vier scenario's meer droge zomers voorkomen;
4. de temperatuur blijft stijgen, waarbij zachte winters en hete zomers vaker voorkomen.

Om een beeld te geven van de bandbreedte van klimaatverandering in de toekomst, zijn in de tabel hiernaast voor verschillende indicatoren de waarden voor de scenario's met de laagste (G_L) en de hoogste (W_H) temperatuurstijging en verandering van het luchtstromingspatroon weergegeven, alsook een indicatie van de natuurlijke variatie.

Verandering	scenario G_L rond 2050	scenario W_H rond 2085	natuurlijke variatie
stijging zeespiegel	+15 tot +30 cm	+45 tot +80 cm	±1,4 cm
gem. hoeveelheid neerslag winter	+3 %	+30 %	±8,3 %
max. uurneerslag/jaar zomer	+5,5 tot +11%	+22 tot +45%	±14 %
neerslagtekort gedurende groeiseizoen	+ 4,5%	+50%	±13 %
stijging temperatuur	+1,0 ° C	+3,7 ° C	±0,16 ° C
aantal vorstdagen winter	-30%	-80%	±9,5 %
aantal zomerse dagen (max temp. >25 ° C)	+22 %	+130 %	±13 %

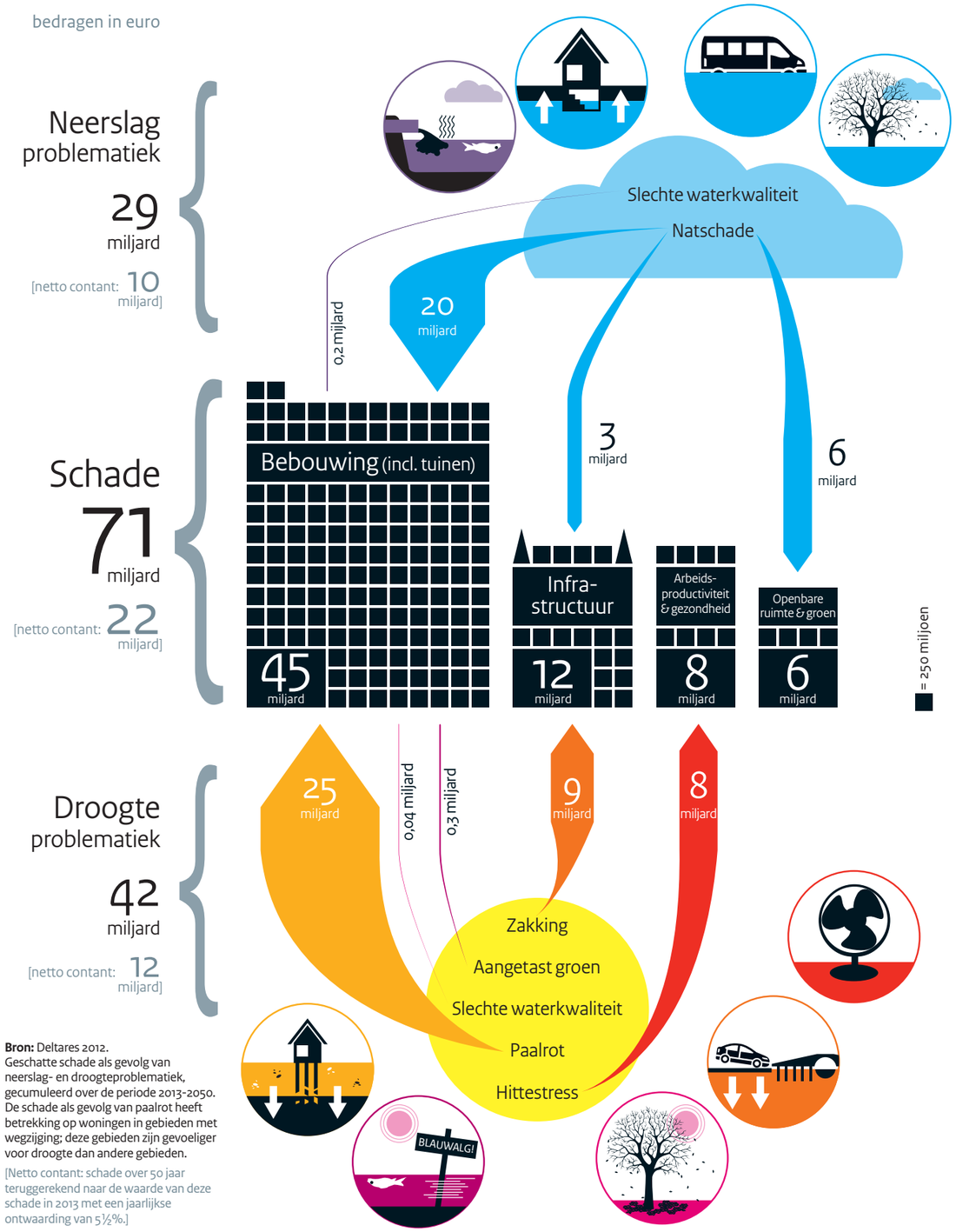
[bron: KNMI'14-klimaatscenario's voor Nederland]

Schade door klimaatverandering

Klimaatverandering leidt tot een hogere kans op overstroming, hittestress, wateroverlast, bodemdaling, verzilting en grondwateronderlast of -overlast. Met schade als gevolg. In 2012 heeft Deltares de omvang van deze schade voor Nederland geïnventariseerd. In een dichtbevolkte regio als Zuid-Holland is de schade die ontstaat als er geen adaptatiemaatregelen worden genomen enorm en kunnen de gevolgen van klimaatverandering de economie en het dagelijks leven ontwrichten.

De Klimaatbestendige stad

Opgaven



Bron: Deltares 2012.
Geschatte schade als gevolg van neerslag- en droogteproblematiek, gecumuleerd over de periode 2013-2050. De schade als gevolg van paalrot heeft betrekking op woningen in gebieden met wegzijging; deze gebieden zijn gevoeliger voor droogte dan andere gebieden.

[Netto contant: schade over 50 jaar teruggerekend naar de waarde van deze schade in 2013 met een jaarlijkse ontwaarding van 5½%.]

[infographic van Deltares, afkomstig uit Manifest Klimaatbestendige Stad (2013)]

4.2.1 REGIO

Deltaprogramma 2015

Op rijksniveau is het vijfde Deltaprogramma (DP2015) een belangrijk kader voor klimaatadaptatie. Het Deltaprogramma bevat definitieve voorstellen ter verbetering van de bescherming tegen overstromingen en watertekorten. Deze deltabeslissingen gaan over de waterveiligheid, de zoetwaterbeschikbaarheid en ruimtelijke inrichting. Maatregelen voor een klimaatbestendige en waterrobuuste ruimtelijke inrichting staan beschreven in de deltabeslissing Ruimtelijke adaptatie [21]. Alle overheden hebben de ambitie vastgelegd dat Nederland in 2050 zo goed mogelijk klimaatbestendig en waterrobuust is ingericht. Uiterlijk in 2020 dient deze ambitie te zijn vertaald in regionale en lokale ruimtelijke kaders. Dit gebeurt door de waterrobuustheid en klimaatbestendigheid van het eigen plangebied te analyseren, een adaptatiestrategie met concrete doelen op te stellen, en te zorgen voor doorwerking in beleid en regelgeving [21].

Maatschappelijke inbedding van de opgave

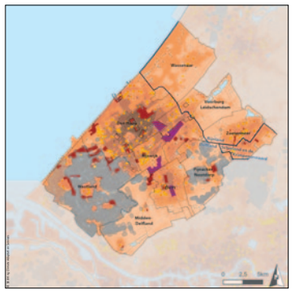
De deltabeslissing Ruimtelijke adaptatie bevat voorstellen om de ruimtelijke inrichting van Nederland in 2050 klimaatbestendig en waterrobuust te hebben gemaakt. Deze opgave ligt grotendeels bij regionale en lokale overheden die vanaf 2020 hier structureel aan werken, samen met marktpartijen, maatschappelijke organisaties en kennisinstellingen. Dit is het gevolg van een innovatief traject: een groot aantal publieke én private partijen hebben de hiervoor te maken stappen voorbereid en met elkaar afgesproken. Deze samenwerking is vastgelegd in de Intentieverklaring ruimtelijke adaptatie (2014), een bestendiging van het door publieke en private partijen opgestelde Manifest Klimaatbestendige stad (2013). De samenwerking tussen Rijk, provincies, gemeenten en waterschappen wordt voortgezet in het nieuwe programma Ruimtelijke Adaptatie. Binnen dit programma worden de ambities en afspraken uit de deltabeslissing de komende jaren gezamenlijk uitgevoerd. De uitvoering krijgt vorm door middel van een groeiend aantal lokale en regionale samenwerkingsverbanden die handelen op basis van lokale en regionale klimaatadaptatiestrategieën.

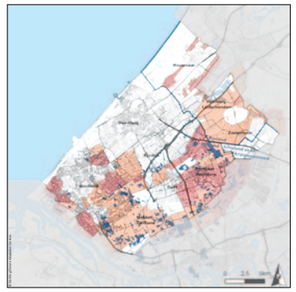
Klimaatadaptatiestrategieën

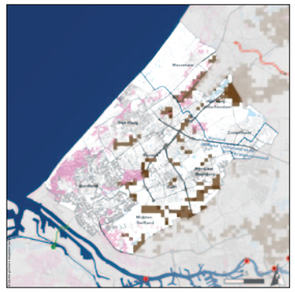
Veel lokale en regionale overheden zijn inmiddels begonnen met het opstellen van (regionale) klimaatadaptatiestrategieën. Overheden in de kwetsbare Zuidelijke Randstad lopen hierin voorop. In de Regionale klimaatAdaptatie Strategie Haaglanden (2013) hebben negen gemeenten, de provincie Zuid-Holland, hoogheemraadschappen van Delfland en Rijnland en een aantal kennisinstellingen de gevolgen van klimaatadaptatie voor de regio geïnventariseerd. In de RAS zijn de opgaven en strategieën beschreven voor drie kenmerkende gebiedstypen in de regio Haaglanden: glas, gras en stad. In onderstaand schema zijn de met name voor de stad belangrijke aspecten van klimaatverandering, gevolgen en maatregelen weergegeven. In de volgende paragrafen worden ze op Delft betrokken, uitgaand van drie voor een klimaatbestendige stad cruciale systemen: water, groen en stedelijke inrichting.

Verandering	Gevolg	Adaptatiestrategie
stijging zeespiegel	kans op overstroming	meerlaagse veiligheid
toename neerslag (hoeveelheid & intensiteit)	wateroverlast	water vasthouden, bergen, afvoeren
	grondwateroverlast	voldoende oppervlaktewater, drainage, bouwkundige maatregelen
neerslagtekort	verdroging en verzilting	(seizoens)berging
	bodemdaling	peilopzet, bouwkundige maatregelen
	grondwateronderlast	voldoende infiltratie
stijging temperatuur	hittestress	aanpassen stedelijke inrichting
	verslechtering waterkwaliteit	natuurlijke zuivering, voorkomen overstorten

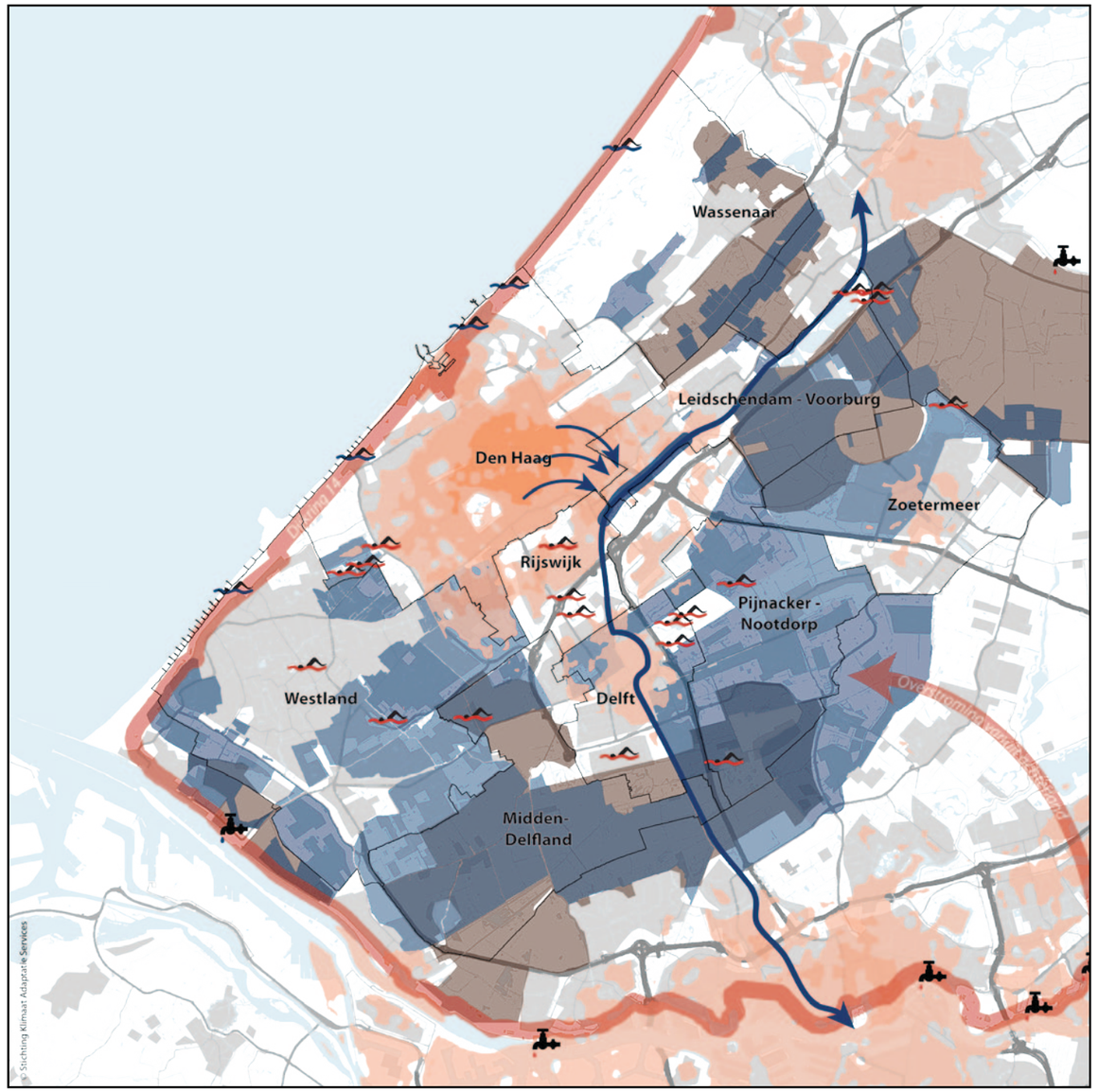

Waterveiligheid


Hitte


Wateroverlast


Droogte en verzilting

[deze en volgende pagina: kaarten van Stichting Klimaat Adaptatie Services, afkomstig uit Regionale klimaat Adaptatie Strategie Haaglanden, 2014]



Klimaat kwetsbaarhedenkaart Haaglanden

Kans op hittestress

Hittestress komt voor bij een periode van uitzonderlijk warm weer en wordt versterkt door het hitte-in-de-stad of urban heat island effect (UHI). Het UHI effect is het fenomeen dat de temperatuur in een stedelijk gebied gemiddeld hoger is dan in het omliggende landelijk gebied. Door het UHI worden problemen tijdens hittegolven, zoals hittestress, verergerd. Het effect treedt met name 's nachts op als de warmte in de stad wordt vastgehouden en de stad onvoldoende kan afkoelen. De kaart toont de gebieden die kwetsbaar zijn voor het optreden van hittestress.

Kans op wateroverlast

Klimaatverandering leidt tot een toename van de intensiteit van piekbuien. Of deze toenemende intensiteit ook daadwerkelijk leidt tot meer wateroverlast hangt vooral af van lokale factoren en maatregelen. De kaart toont die gebieden die op basis van NBW toetsing kwetsbaar zijn voor het optreden van wateroverlast. Afwatering van de stedelijk gebied van Den Haag naar de Vliet zorg er bovendien voor dat deze watergang kwetsbaar is.

Kans op bodemdaling

Met name veengebieden zijn door oxidatie kwetsbaar voor bodemdaling. Dit is een autonoom proces dat wel versterkt wordt door klimaatverandering. Het zorgt er bovendien voor dat deze gebieden gevoeliger worden voor het optreden van andere klimaateffecten zoals wateroverlast en overstroming.

Kans op overstroming

Klimaatverandering kan op diverse manieren het risico op overstromingen vergroten. Ten eerste door zeespiegelstijging: hogere waterstanden vergroten de kans op dijkdoorbraken en vergroten het landoppervlak dat binnen het bereik van een (tijdelijk extreem hoge) waterstand valt. Door veranderde neerslagpatronen en toename van kortstondige, maar extreme neerslag neemt het risico op overstroming van rivieren toe. Ook opstuwing door harde wind vergroot de kans op een overstroming. Voor de dijkring die Haaglanden beschermt tegen het buitenwater geldt een overschrijdingsfrequentie van 1/10.000. Het op orde houden van deze veiligheidsnorm is een opgave binnen het Deltaprogramma.

Kans op blauwalg

Hogere temperaturen leiden tot een grotere vraag naar openlucht recreatie en zwemwateren. Een hogere luchttemperatuur en verhoogde instraling kunnen namelijk leiden tot een hogere watertemperatuur waardoor de kans op blauwalgproblematiek toeneemt. Piekbuien kunnen daarnaast leiden tot stijgende stikstof- en fosfaatconcentraties in het oppervlakte water door uitspoeling en oppervlakkige afstroming. Dit kan algenbloei verder stimuleren.

Kans op zoetwatertekort

Bij een lage rivierwaterafvoer en een stijgende zeespiegel kan zout zeewater makkelijker stroomopwaarts komen waardoor het chloride gehalte in het oppervlaktewater toeneemt. Inlaatpunten kunnen dan onbruikbaar raken, waardoor een zoetwatertekort kan ontstaan.

De Klimaat Kwetsbaarhedenkaart brengt globaal de belangrijkste effecten in beeld. Meer informatie en detail is te vinden in de interactieve klimaateffectatlas van de Regio Haaglanden

4.2.2 WATERVEILIGHEID

Overstroming vanuit zee of rivieren

Bij bescherming tegen overstromingen wordt het concept ‘meerlaagse veiligheid’ gehanteerd. Een optimale situatie ontstaat door waterveiligheid als een gelaagd vraagstuk te bekijken en op alle niveaus – preventie, inrichting en beheersing – adequaat te handelen.

1. preventie van overstroming door sterke dijken;
2. slimme ruimtelijke inrichting met compartimentering binnen de dijkringen en het beschermen van vitale infrastructuur en kwetsbare objecten;
3. rampenbeheersing.

Sterke dijken

Door de stijging van de zeespiegel neemt de kans op overstroming toe. Delft ligt binnen dijkring 14, de aaneengesloten waterkering tussen Den Haag, Amsterdam, Utrecht en Rotterdam. Dijkring 14 is een primaire kering en deze beschermt het gebied zowel tegen overstroming vanuit de zee als vanuit de grote rivieren. In het Deltaprogramma worden maatregelen genomen om voldoende waterveiligheid te bereiken binnen dijkring 14 [22].

Ruimtelijke inrichting en rampenbeheersing

Het grondgebied van Delft ligt grotendeels beneden NAP. Bij een overstroming zal de begane grond van een groot deel van de Delftse gebouwen gedeeltelijk of geheel onder water komen te staan. Dit kan er voor zorgen dat essentiële functies, zoals bijvoorbeeld energievoorziening, uitgeschakeld worden, maar ook dat mensen die niet zelfredzaam zijn niet op tijd bij een veilige vluchtplaats kunnen komen.

Realisatie van meerlaagse veiligheid vraagt om integratie van de domeinen waterveiligheid en ruimtelijke inrichting, binnen overheidsorganisaties en tussen overheden. Om de problemen bij overstroming zoveel mogelijk te beperken is het verstandig om de risico’s te inventariseren (uitschakeling van een functie of onbereikbaarheid van een gebied), te kijken hoe deze beperkt of voorkomen kunnen worden en maatregelen hiervoor te prioriteren naar de lange en korte termijn. Samen met de eigenaren van (data- en energie) infrastructuur of objecten kan dan gekeken worden hoe de maatregelen gerealiseerd kunnen worden. Daarnaast kan beleid(advies) worden opgesteld over de omgang met waterveiligheid bij nieuwe stedelijke ontwikkeling. Hiervoor is de koppeling met ruimtelijke ordening en de inrichting van de stad zeer belangrijk. Wanneer waterveiligheid in een vroeg stadium van planontwikkeling wordt meegenomen hoeft dat geen meerkosten met zich mee te brengen.

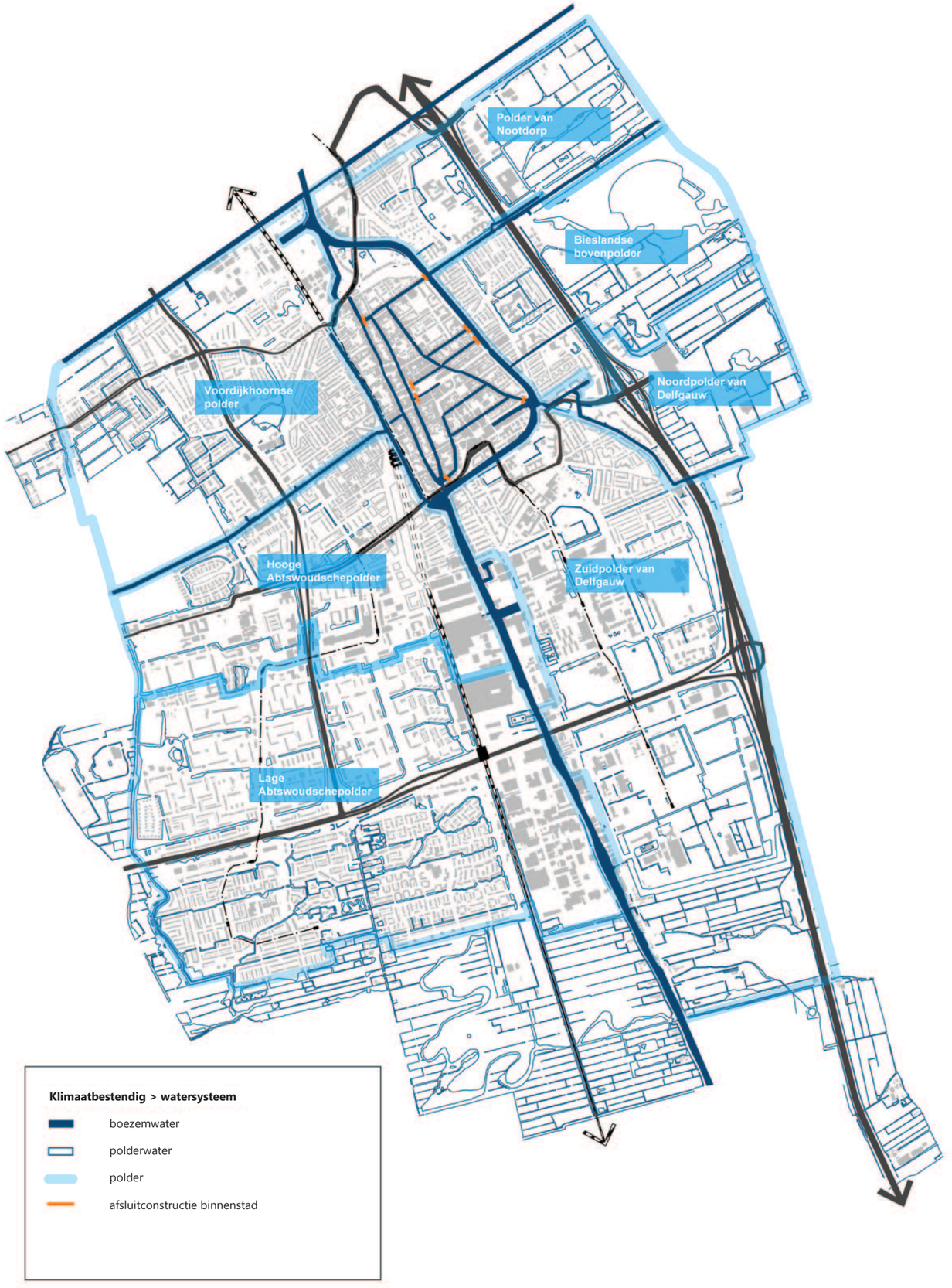
Rampenbeheersing, ten slotte, gaat over het informeren van mensen wat te doen bij een overstroming. Hiervoor is en concreet programma van educatie en voorlichting van belang: naar welke locaties kun je vluchten, bijvoorbeeld? Een inventarisatie van risico’s en risicogebieden ligt hieraan ten grondslag. De veiligheidsregio’s zijn verantwoordelijk voor de voorbereiding en respons op crises zoals overstromingen, de advisering aan overheden en informatievoorziening voor burgers [23].

Overstroming vanuit de boezem

Binnen dijkring 14 liggen verschillende polders die van elkaar gescheiden worden door dijken of (boezem)kades. Het grondgebied van Delft strekt zich uit over verschillende polders: Polder van Nootdorp, Bieslandse Bovenpolder, Voordijkhoornsepolder, Hooge Abtswoudschepolder, Lage Abtswoudschepolder en de Zuidpolder van Delfgauw. Vanuit de polders wordt het water naar de hoger gelegen boezem gepompt, die uiteindelijk weer afwatert op de zee of de grote rivieren.

In Delft behoren de Schie, de Pijnackerse vaart, de Buitenwatersloot, de Tweemolentjeskade en de grachten tot de boezem. De binnenstad van Delft is geen polder, maar boezemgebied en loopt daarmee het grootste risico op overstroming. Bij hevige regenval kan het waterpeil in de boezem stijgen. Omdat in sommige delen van de binnenstad het maaiveld vlak boven het waterpeil in de grachten ligt, zijn er in totaal acht klepstuwen geplaatst waarmee een deel van de grachten afgesloten kan worden zodat het water daar niet verder stijgt. Deze innovatieve oplossing wordt dynamisch beheerd: de grachten worden alleen afgesloten als men verwacht dat het waterpeil te hoog wordt. Door de voortgaande bodemdaling in met name de oostelijke binnenstad verwacht men echter dat de grachten op termijn blijvend afgesloten moeten worden van de Schie om het onder water lopen van straten en woningen te voorkomen.

Intensievere neerslag en meer of langere perioden van droogte hebben invloed op de stabiliteit van regionale waterkeringen. Deze moeten daarom in de komende jaren op verschillende plaatsen worden versterkt [22]. Recentelijk heeft de provincie Zuid-Holland nieuwe veiligheidsnormen vastgesteld voor deze waterkeringen.



4.2.3 WATEROVERLAST

Inundatie en water op straat

Meer en heviger neerslag kan leiden tot meer wateroverlast. Er zijn twee soorten wateroverlast: inundatie en water op straat. Bij inundatie kan het oppervlaktewatersysteem het overtollige regenwater niet snel genoeg afvoeren (via het gemaal naar de boezem), waardoor het water in watergangen en sloten steeds hoger komt te staan en uiteindelijk over de straat stroomt. Bij oudere systemen wordt het regenwater vaak nog via het riool afgevoerd in plaats van via het oppervlaktewatersysteem. Als de capaciteit van het riool te beperkt is voor de hoeveelheid water, loopt het riool vol, kan water niet meer wegstromen en blijft op straat staan.

De benodigde waterberging voor een gebied wordt meestal bepaald aan de hand van richtgetallen. Voor stedelijke gebieden is de norm 325m^3/hectare. Omdat bij wateroverlast niet alleen het oppervlaktewatersysteem een rol speelt, maar ook de bodem en het rioleringssysteem, is het belangrijk om naar het totale systeem te kijken. Het Hoogheemraadschap van Delfland heeft, samen met de gemeente, voor Delft twee watergebiedsstudies uitgevoerd, waarbij het complete systeem gemodelleerd is, en berekend is waar wateroverlast kan optreden. In deze modelstudies zijn ook de KNMI-scenario's meegenomen. De resultaten van de watergebiedsstudies en andere gegevens zijn door de gemeente samengevat in een knelpuntenkaart. De kaart laat zien dat er in Delft nog verschillende plekken zijn waar wateroverlast kan optreden. Om de knelpunten op te lossen kan de strategie van vasthouden, bergen en afvoeren gehanteerd worden.

1. Vasthouden

Het water dat in een gebied valt, blijft in dat gebied doordat het door de bodem (of een groen dak) wordt opgenomen. Dit gebeurt door buitenruimtes te ontharden, waterdoorlatende verharding toe te passen en groene daken aan te leggen.

2. Bergen

Het water wordt tijdelijk in het gebied opgeslagen zodat het op een later moment kan worden afgevoerd. Dit kan door nieuwe watergangen en –plassen te graven, natuurvriendelijke oevers aan te leggen en groene of gebouwde waterbergingen, zoals waterpleinen, te maken.

3. Afvoeren

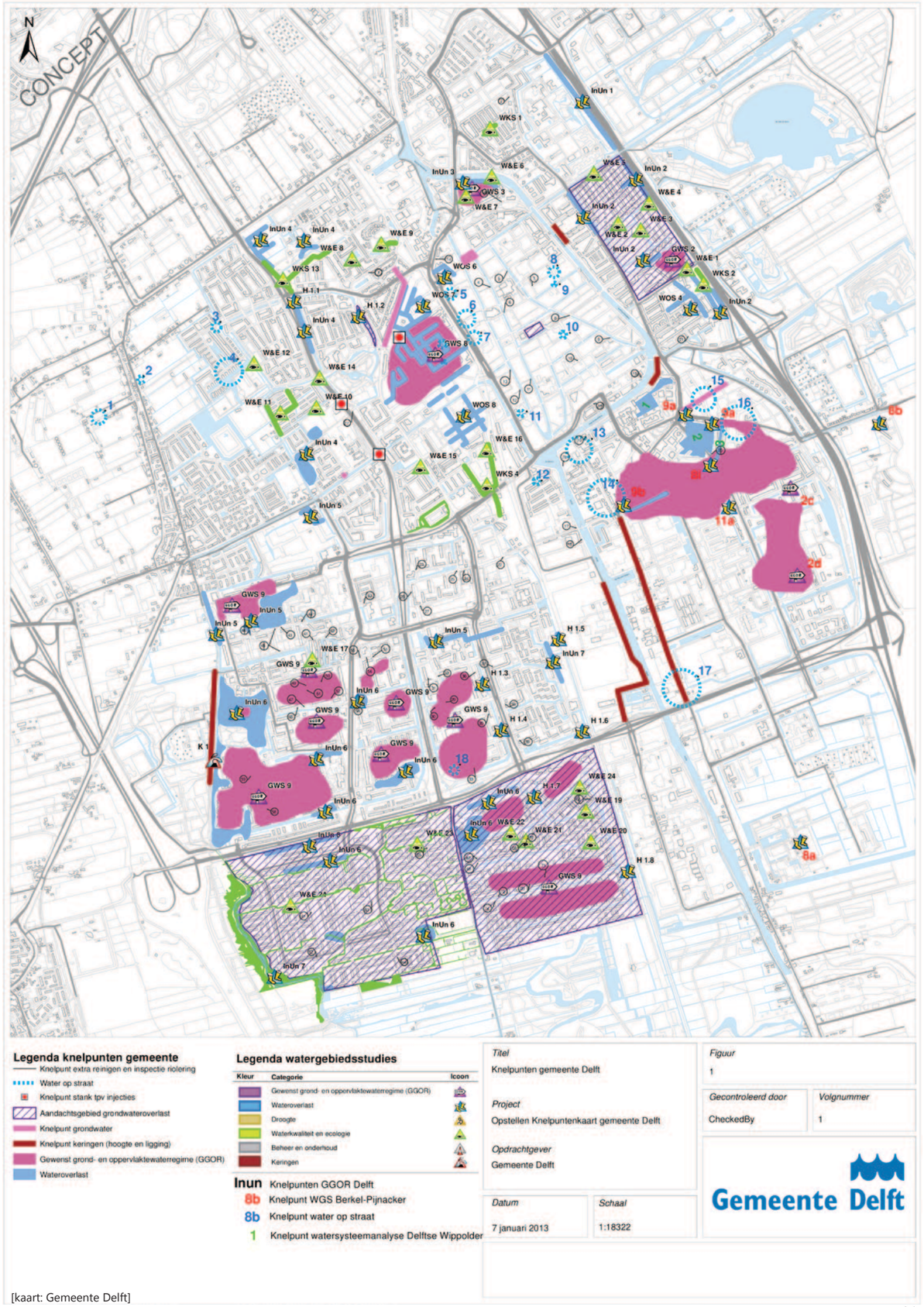
De doorstroming en de robuustheid van zowel het oppervlaktewatersysteem als de riolering kan verbeterd worden door duikers en verbindingen met open water te vergroten dan wel aan te leggen.

Bij het verminderen van wateroverlast is het ook de vraag wie verantwoordelijk is. Volgens de Waterwet zijn alle terreineigenaren zelf verantwoordelijk voor het vasthouden, infiltreren en, indien nodig, afvoeren van het hemelwater dat op eigen terrein valt. Daarnaast is het de vraag of de maatschappelijke kosten van het verminderen van wateroverlast opwegen tegen het probleem. Water op straat zal in de komende jaren steeds vaker voorkomen. Duurt dit maar kort en is er geen schade, dan is de vraag of een grote investering in aanpassing van het rioleringsstelsel nodig is. Samenwerking en overleg tussen alle partijen in het gebied is voor dergelijke beslissingen cruciaal. In het project Groenblauw Delft Zuidoost is in de afgelopen jaren met succes een aanpak ontwikkeld om, middels een kansenkaart, samen met alle stakeholders in het gebied de water- en groenstructuur te verbeteren. De nadruk ligt op investeren in de plekken waar dat het meest effectief is. Deze aanpak kan ook voor andere delen van de stad worden gevolgd.

Grondwater

Wanneer de hoeveelheid neerslag verandert, kan er grondwateroverlast (te hoge grondwaterstand) of grondwateronderlast (te lage grondwaterstand) optreden. De neerslaghoeveelheden in de KNMI'14 scenario's lopen sterk uiteen waardoor het lastig te voorspellen is hoe de grondwaterstand zich zal ontwikkelen. In Delft is de grondwaterstand in een aantal gebieden al zeer hoog. De huidige knelpunten zijn opgenomen in de knelpuntenkaart. Daarnaast zal door het verminderen van de grondwateronttrekking op het DSM-terrein de grondwaterstand significant stijgen. Op plekken waar het grondwater nu al hoog staat kan dat problemen geven.

Een hoge grondwaterstand geeft diverse problemen. Het grondwater kan binnendringen in kruipruimtes of kelders die niet waterdicht zijn en optrekken in de muren van woningen en andere gebouwen. Schimmelvorming kan leiden tot gezondheidsproblemen. Een hoge grondwaterstand in tuinen of openbare ruimte betekent dat de grond drassig is en niet goed gebruikt kan worden. Bepaalde bomen en struiken kunnen daar niet goed tegen. Ook kan een hoge grondwaterstand leiden tot schade aan wegen en tot verminderde bergingscapaciteit van de bodem, waardoor sneller wateroverlast ontstaat. Het bestrijden van grondwateroverlast is niet eenvoudig. Woningen kunnen met bouwkundige maatregelen waterdicht gemaakt worden. In de buitenruimte kan drainage worden aangelegd. Beide maatregelen zijn echter technisch van aard en brengen aanzienlijke kosten met zich mee. Mogelijk dat meer natuurlijke maatregelen in de buitenruimte, zoals meer ruimte voor stedelijk water en specifieke keuzen in de groenvoorziening, een bijdrage kunnen leveren. De ontwikkeling van de grondwaterstand wordt in Delft zeer goed gemonitord. Door in pilotprojecten en proefopstellingen meer natuurlijke maatregelen te testen op hun effectiviteit kan mogelijk een bredere strategie worden bepaald voor het tegengaan van grondwateroverlast.



[kaart: Gemeente Delft]

4.2.4 HITTE
EN NEERSLAGTEKORT

Hittestress

Hogere omgevingstemperaturen kunnen gezondheidsproblemen veroorzaken. Bij hoge temperaturen moet het lichaam (te) veel energie gebruiken om de lichaamstemperatuur op peil te houden. Een stijgende lichaamstemperatuur kan leiden tot uitdroging, flauwvallen en zelfs hitteberoerte, wat in extreme gevallen kan leiden tot overlijden. Kwetsbare groepen zijn: baby's en ouderen.

Stedelijk hitte-eilandeffect
Bij hittestress wordt vaak gesproken over het "stedelijk hitte-eilandeffect". Dit betekent dat het in steden warmer is dan op het platteland. Dit komt onder meer doordat (stenige) gebouwen en bestratingen meer warmte absorberen en vervolgens ook langer vasthouden. Daarnaast wordt in steden warmte geproduceerd door onder meer industrie, verwarming van gebouwen en verkeer. Door reflecties van warmtestraling tussen gebouwen en verminderde luchtcirculatie blijft de warmte in steden langer hangen. Het temperatuurverschil tussen stad en ommeland is 's nachts het grootst. Uit studies blijkt dat het temperatuurverschil door het stedelijk hitte-eilandeffect gemiddeld even groot is als de temperatuurverandering in de scenario's voor 2050 [20]. Hittestress zal dan ook veel vaker optreden in de stad dan op het platteland.

Gevolgen voor economie en energieverbuik
Temperatuurstijging wordt niet altijd als een probleem gezien. Een meer mediterraan klimaat in Nederland is voor veel mensen een aantrekkelijk perspectief. De mediterrane cultuur en leefomgeving zijn echter afgestemd op (het buitenhouden van) warmte. Smalle straatjes en arcades bieden schaduw en door dikke witte stenen muren en kleine raampjes blijft het in de woningen relatief koel. De Nederlandse doorzonwoning warmt snel op en is ontworpen om warmte binnen te houden in plaats van kwijt te raken. Als de temperatuur in Nederland enkele graden stijgt, zijn aanpassingen van de fysieke leefomgeving nodig om deze comfortabel en gezond te houden. Wanneer de stad niet goed ingericht is op hitte wordt ze wellicht minder aantrekkelijk als toeristische trekpleister en vestigingsplaats voor bedrijven. Daarnaast zullen bedrijven en particulieren meer energie gebruiken voor koeling, wat de energiedoelstellingen niet ten goede komt.

Hete plekken in Delft
De oppervlaktetemperatuur op een zomerse dag geeft een idee van waar in Delft hittestress kan optreden. Met name op de noord-zuidas DSM-binnenstad-Schieoevers komen hoge oppervlaktetemperaturen voor. Maatregelen om hittestress tegen te gaan, zijn het hardst nodig daar waar zich nadelige effecten op gezondheid, economie en energieverbuik voordoen.

Bodemdaling

Hogere temperaturen zorgen voor een versnelde afbraak van veen, waardoor in veengebieden de bodem daalt. Behalve de ontwatering van veen zorgt in stedelijk gebied met een slappe ondergrond extra belasting door bebouwing en infrastructuur voor bodemdaling. In Delft daalt de bodem met name in het zuidelijk deel van de stad snel: in de wijken Tanthof, Buitenhof en Voorhof. Door bodemdaling, de potentieel hoge grondwaterstand en toenemende neerslag neemt het waterbergend vermogen van deze wijken af, waardoor gebieden die nu nog voldoende waterbergend vermogen hebben, op de langere termijn niet voldoen. Door rekening te houden met toekomstige bodemdaling en daar het water(bergings)systeem op af te stemmen kunnen grote investeringen in de toekomst voorkomen worden.

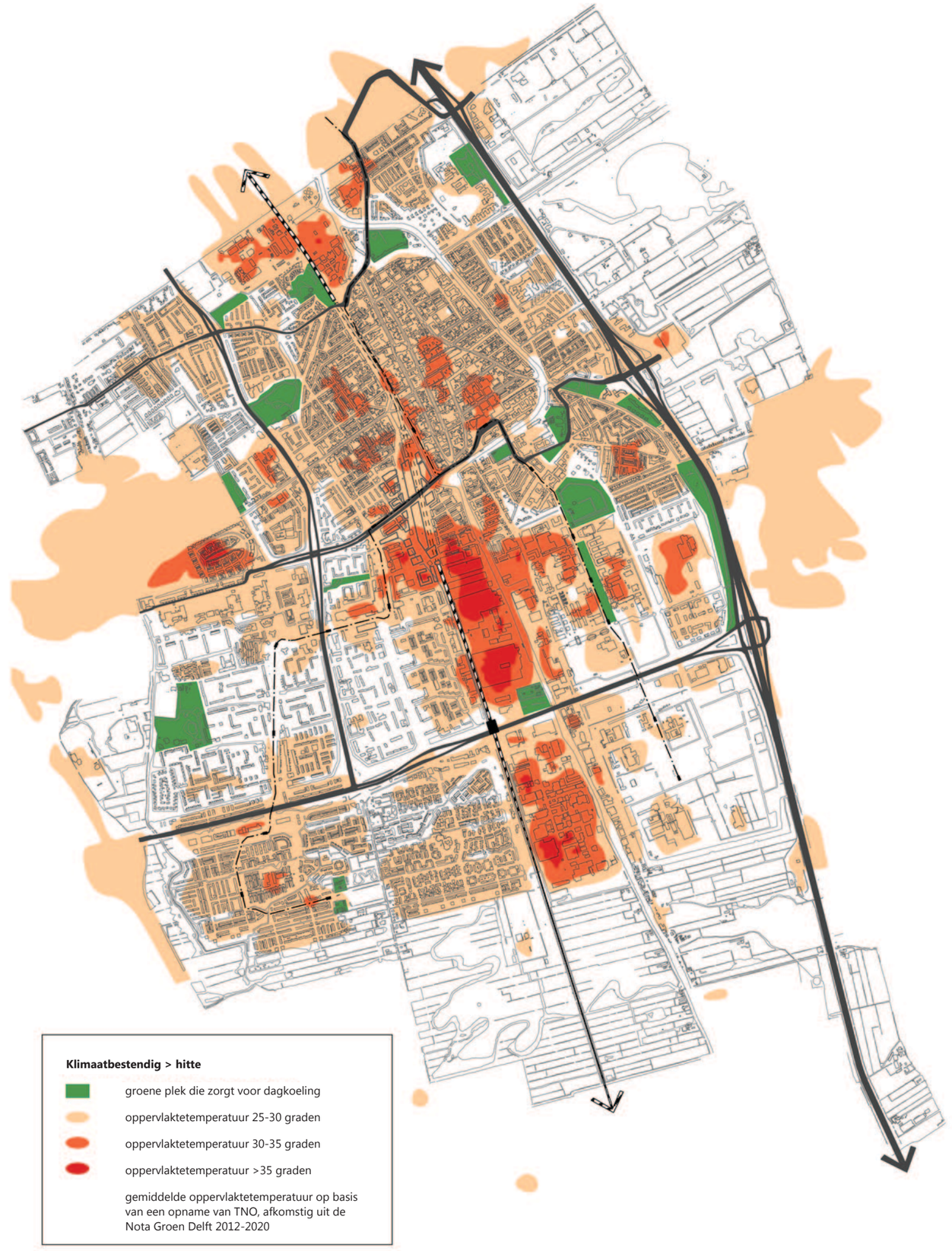
Verslechtering waterkwaliteit

Bij hogere temperaturen is er meer behoefte aan recreatiegebieden met zwemwater, zoals de waterspeeltuinen en de Delftse Hout. Door de hoge temperatuur neemt echter ook de kans op blauwalg toe, wat leidt tot een negatief zwemadvies. Er worden veel maatregelen getroffen maar deze zijn niet altijd effectief; het probleem van te veel nutriënten in het water is zeer hardnekkig. Wanneer het Delftse zwemwater vaker ontoegankelijk is, zijn alternatieve vormen van recreatie of andere locaties wenselijk. Als hierdoor minder recreanten naar Delft komen, heeft dat invloed op de lokale economie.

Door de stijging van de temperatuur en het te hoge gehalte aan voedingsstoffen in het water zullen sloten en grachten eerder in het seizoen met kroos bedekt zijn [24]. Kroos leidt tot zuurstoftekort voor waterplanten en vissen en een verslechtering van de waterkwaliteit en is daarmee een groeiend probleem. Er zijn weinig maatregelen om kroosvorming tegen te gaan. Natuurlijke maatregelen zoals natuurvriendelijke oevers, helofytenfilters en drijvend groen (floating islands) kunnen bijdragen aan de verbetering van de waterkwaliteit en een robuuster ecologisch watersysteem.

Grondwateronderlast en verdroging

Te weinig regen in de zomer kan leiden tot een daling van de grondwaterstand tot onder het gewenste peil. Hierdoor kunnen houten paalfunderingen gaan rotten en kunnen er zettingen optreden. In Delft bevinden zich nauwelijks houten paalfunderingen. Uitdroging van de grond kan zorgen voor instabiliteit van waterkeringen, met name veendijken. Vergroten van het watersysteem, flexibel peilbeheer en het aanleggen van seizoensbergingen kunnen zorgen voor een veerkrachtiger watersysteem dat neerslagtekort beter kan opvangen.



4.2.5 GROEN
EN STEDELIJKE INRICHTING

Functioneel groen

De structuur en de inrichting van de stad spelen een belangrijke rol bij het tegengaan en voorkomen van negatieve effecten van klimaatverandering, zoals wateroverlast en hittestress. Groen speelt hierin een belangrijke rol. Groengebieden kunnen zorgen voor betere infiltratie, waterberging en vermindering van grondwateroverlast. Ook kan groen de vorming van smog, die door temperatuurstijging vaker kan voorkomen, verminderen. Ozon en fijnstof zijn de voornaamste schadelijke stoffen in smog. Groen verlaagt de luchttemperatuur en filtert de lucht (voornamelijk fijnstof), waardoor de schade beperkt kan worden. Daarnaast kan groen in combinatie met een goede stedelijke structuur opwarming van de stad tegengaan en afkoeling bevorderen.

Dagkoeling door groen
Groen koelt de omgeving op twee manieren: door verdamping en beschaduwing. Verdamping is een actieve manier van koeling; de energie die nodig is voor het verdampen van vocht dat aanwezig is in de bladeren wordt als voelbare warmte uit de lucht gehaald, waardoor de luchttemperatuur daalt. De effectiviteit van deze vorm van koeling is afhankelijk van de hoeveelheid water die de beplanting beschikbaar heeft. Daarnaast koelt groen op een passieve manier: door het beschaduwen van mensen, het straatoppervlak en gebouwen die anders aan de zon zouden zijn blootgesteld. De hoeveelheid schaduw is afhankelijk van de vorm en de dichtheid van het bladerdek. Dichtbegroeide parken, maar ook bomen in tuinen en straten zijn zeer effectieve koelmachines op zomerdagen. Een goed voorbeeld hiervan is de Delftse Beestenmarkt.

De aanleg van het park in Nieuw Delft biedt de kans om midden in de stad een aantrekkelijke koele plek te maken, die niet alleen voor Nieuw Delft, maar ook voor de binnenstad en het Westerkwartier van waarde kan zijn. Het betekent wel dat bij het ontwerp van het park de functie “koelen” als randvoorwaarde meegenomen moet worden. Naast parken kunnen ook binnengebieden in (gesloten) bouwblokken een belangrijke rol spelen bij het koelen. In de binnenstad is de maat tussen de bouwblokken groot genoeg voor bomen. In veel woonwijken zijn tuintjes echter dicht getegeld en zijn bomen niet welkom. Bewustwording en een gezamenlijke aanpak van buren om hun blok klimaatbestendig te maken kan zorgen voor verbetering.

Nachtkoeling door groen
‘s Nachts vindt er nauwelijks verdamping plaats en heeft beschaduwing weinig zin. Grote open groene ruimtes (diameter > 6 maal de hoogte van de randen), zoals grasvelden of parken met weinig bomen, zorgen echter ‘s nachts voor koeling doordat ze veel warmte naar de open hemel kunnen uitstralen. Het temperatuurverschil tussen deze groenegebieden en de rest van de stad kan circulatie veroorzaken die koelere lucht naar de bebouwing doet stromen. Het buitengebied van Delft en de grotere (sport)parken met grasvelden zorgen in Delft voor deze nachtkoeling. Te zien is dat deze voornamelijk aan de randen van de stad liggen.

Stedelijke inrichting

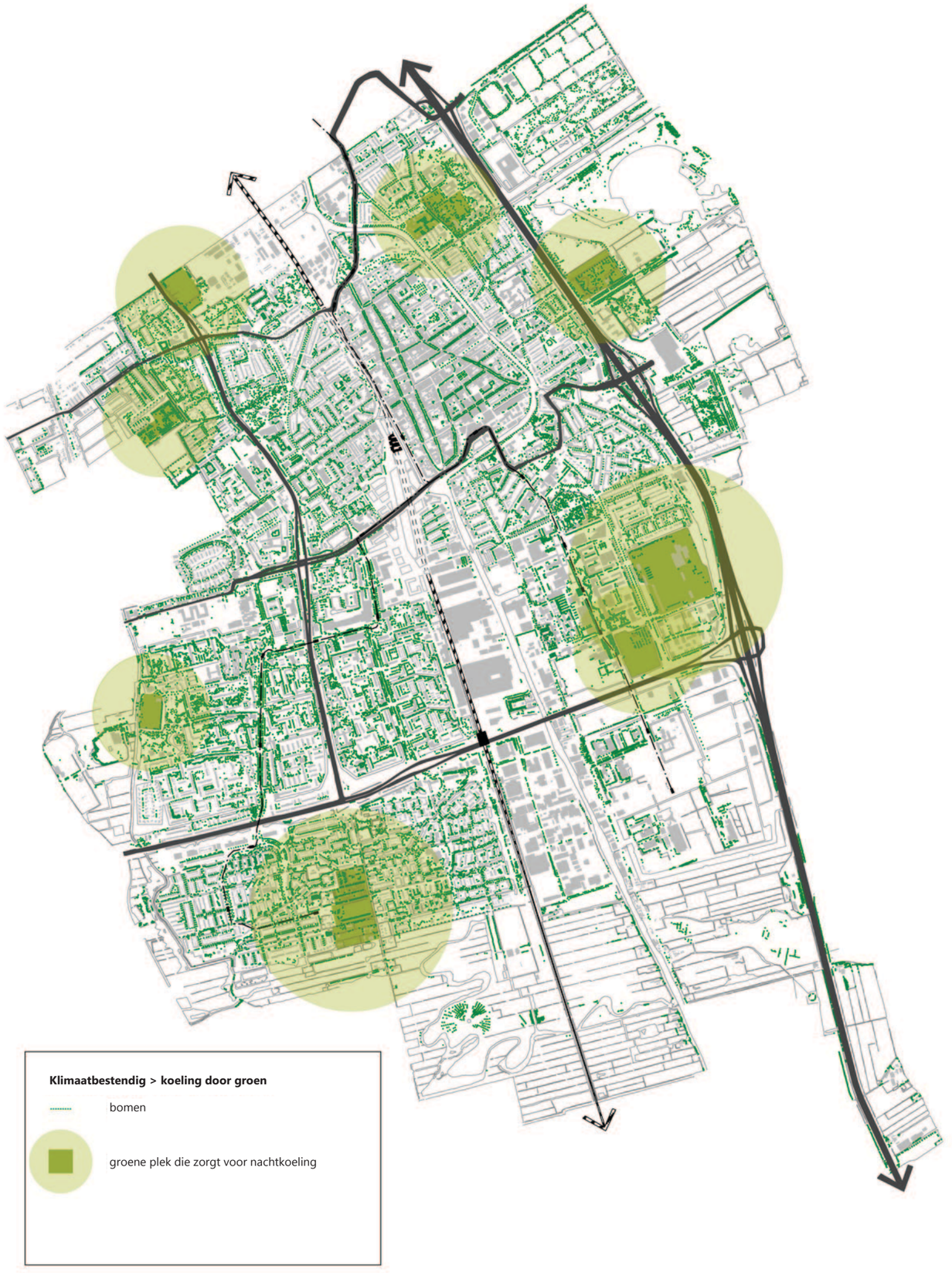
Koeling door wind
Wind kan warme, met vocht verzadigde lucht wegvoeren en door koelere lucht vervangen. Daarnaast zorgt wind ook voor verkoeling van het lichaam doordat het de warmte van de huid wegneemt. Door buitenruimtes goed op de wind te oriënteren of op strategische plekken een hoger gebouw neer te zetten dat wind naar voetgangersniveau geleidt, kan op bepaalde plekken meer verkoeling gebracht worden. Wel moet worden gewaakt voor windhinder in de koudere seizoenen. Om wind uit het buitengebied de stad in te halen, kunnen zogenoemde “windcorridors” een rol spelen. Dit zijn langgerekte, brede verbindingen, met zo min mogelijk obstakels. Omdat de wind in Delft over het algemeen uit west-zuidwestelijke richting komt, kunnen oost-west gerichte straten hier een rol in spelen. Bij de herinrichting van dergelijke straten kan dit een criterium zijn.

Straatmeubilair
Ook straatmeubilair kan hittestress tegen gaan. Begroeide pergola’s, gespannen doek, schermen, fonteinen en kranen zijn hier voorbeelden van. Dergelijke oplossingen kunnen met name in dichtbebouwde gebieden zoals de binnenstad en het Westerkwartier ingezet worden.

Bestrating en materialisering van gebouwen
Door de mens gemaakte (bouw)materialen, zoals asfalt, beton, baksteen en staal, slaan veel meer warmte op dan natuurlijke materialen, zoals aarde en hout. ‘s Nachts stralen deze materialen dan ook meer warmte uit. Bouwmaterialen en bestrating in een lichte kleur of met een lichte afwerking helpen de hoeveelheid geabsorbeerde warmte aanzienlijk terug te dringen. Ook halfverharding is een goede keuze, omdat er dan verdamping vanuit de tussenliggende grond/beplanting kan plaatsvinden. Met name op de bedrijventerreinen van DSM, Schieoevers en Technopolis kan een andere omgang met materialen zorgen voor minder hittestress.

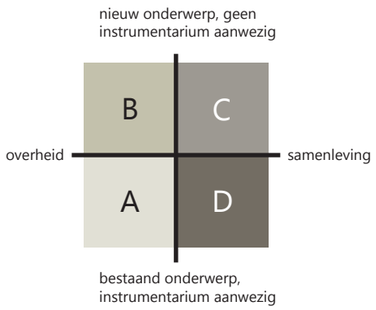
Biodiversiteit en klimaatverandering

Ook voor de natuur heeft klimaatverandering gevolgen. Soorten die worden bedreigd door klimaatverandering hebben behoefte aan groene verbindingen die afzonderlijke plekken met elkaar verbinden. Door een grote diversiteit van plantensoorten en leefgebieden wordt de veerkracht van het ecosysteem vergroot [25]. Bij de inrichting van de stad is dan ook de soortkeuze van groen belangrijk.



4.2.6 OVERZICHT
DOEL > INSPANNING

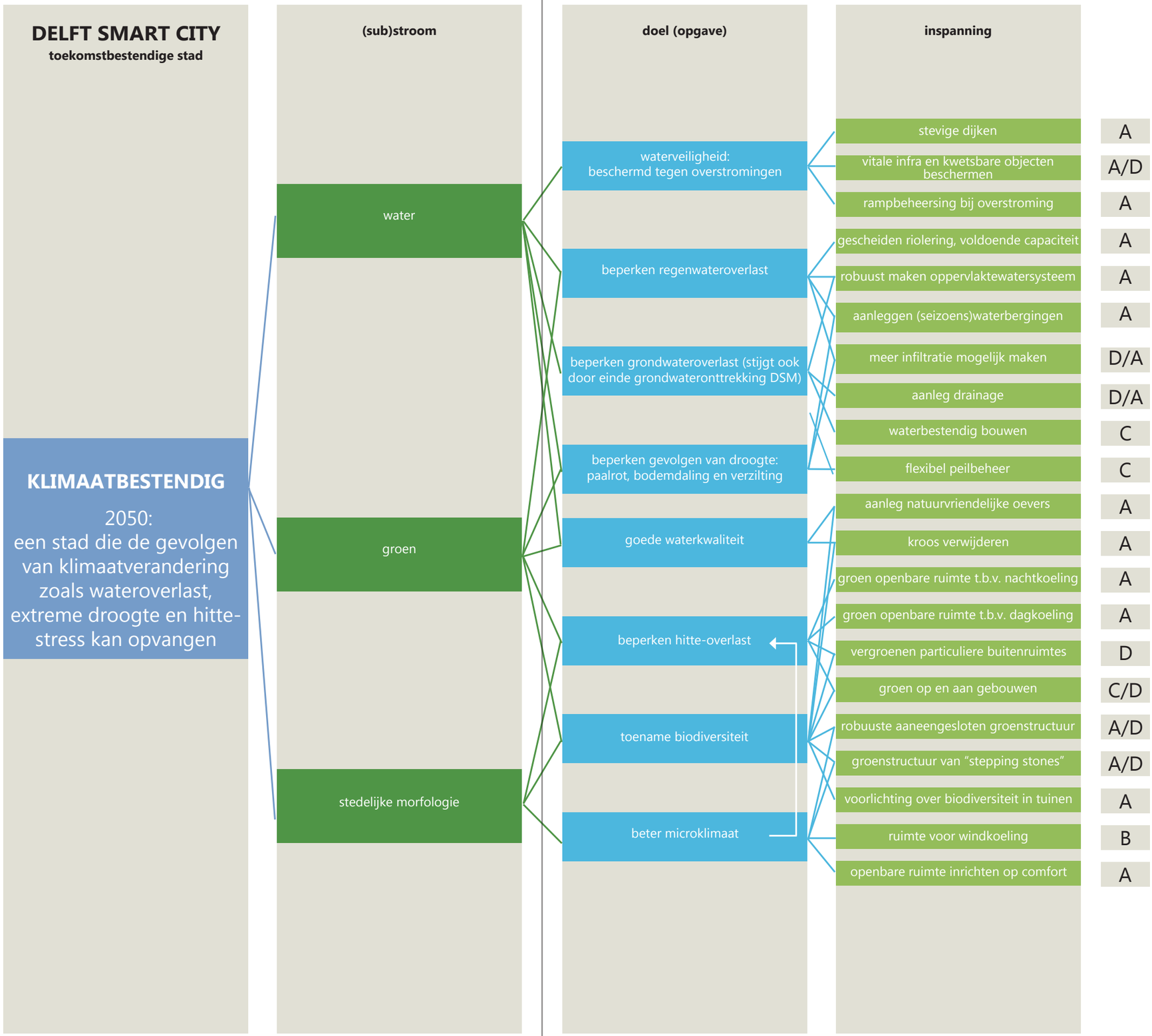
Het schema laat een samenvatting van de voorgaande analyse zien. Voor elke (sub)stroom is aangegeven welke opgave er ligt en welke inspanningen nodig zijn om het doel te bereiken. Per inspanning is aangegeven in welk governance-kwadrant deze zich bevindt. De indeling in governance-kwandranten is bedoeld als een eerste vingeroefening, om gevoel te krijgen voor de rol van overheid en samenleving bij het invullen van de opgave.



Anders dan bij de energieopgave hebben lokale en regionale overheden, zoals gemeente en waterschap, zelf middelen om bij te dragen aan een klimaatbestendige stad. Zij delen de verantwoordelijkheid voor het watersysteem. Het meekoppelen met trajecten voor bijvoorbeeld woningbouw, vervanging van riolering of beheer van de openbare ruimte vraagt om integraal werken van verschillende sectoren en organisaties.

Innovatieve oplossingen, bijvoorbeeld voor waterberging, beschouwen marktpartijen en overheid als kansrijk, maar regelgeving staat implementatie in de weg. Een voorbeeld hiervan is een waterberging onder de straat. Doordat een waterschap geen zeggenschap heeft over de straat – die ligt bij de gemeente – kan een dergelijke berging niet worden opgenomen in het systeem.

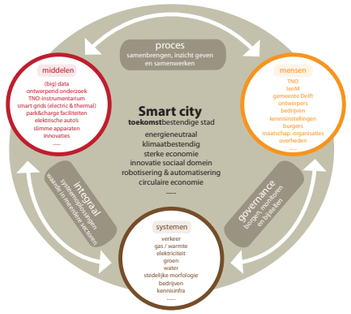
In het schema is te zien dat relatief veel inspanningen vragen om een gezamenlijke aanpak van overheid en samenleving. De uitdaging is om gepaste governance-modellen te ontwikkelen.



4.2.7 OVERZICHT

INFRA > TECHNOLOGIE > PARTNERS

In het tweede schema wordt teruggegrepen naar het bollenschema van de Delftse visie op Smart City. Alle drie de pijlers zijn voor klimaatbestendig ingevuld. Ook hier dient het schema als een exercitie om inzicht te krijgen in de benodigde (nieuwe) middelen en partners.



De (smart) middelen die nodig zijn om de stad klimaatbestendig te maken, richten zich op twee aspecten. Enerzijds het monitoren en modelleren. Deze praktijk is al sterk in ontwikkeling is maar kan nog veel verder worden gebracht. Bijvoorbeeld op het gebied van hitte in de stad: welke maatregelen hebben effect? Op welke plekken? Anderzijds biedt het inzetten van natuur en natuurlijke principes om de stad klimaatbestendiger te maken perspectief. Vanuit de literatuur is hierover al veel bekend maar de toepassing van deze principes verloopt moeizaam. Een project zoals de Zandmotor laat duidelijk zien dat de natuur ons kan helpen als we bereid zijn om buiten de gebaande paden te treden.

Alhoewel de opgave voor ruimtelijke adaptatie bij lokale en regionale overheden ligt, kan van de landelijke overheid verwacht worden dat zij wet- en regelgeving ontwikkelt die lokale overheden kunnen inzetten. Een goed voorbeeld hiervan is een recent in Frankrijk aangenomen wet die voorschrijft dat daken van nieuwe commerciële gebouwen voortaan deels worden bedekt met planten of zonnepanelen.

DELFT SMART CITY
toekomstbestendige stad

KLIMAATBESTENDIG

2050:
een stad die de gevolgen van klimaatverandering zoals wateroverlast, extreme droogte en hittestress kan opvangen

(sub)stroom	infrastructuur	(smart) middelen		mensen
water	zee- en rivierwater	modelleren van watersystemen (3Di, SobeK)	A/B	waterschappen
	boezemwater	monitoring van watersystemen (meetpunten)	A	overheden: rijk, provincie, recreatieschap, gemeente
	polderwater en waterbergingen	inzet natuurlijke principes	B	
	grondwater	sluiten van de stedelijke waterkringloop (met cascaderen)	B/C	waterleidingbedrijven: Dunea, Evides, Oasen
	riolering	innovatieve waterbergingsconcepten	B/C	voedselproducenten: agrariërs en tuinders
	bodem	innovatieve concepten t.b.v. voorkomen grondwateroverlast	B/C	ontwikkelende partijen: ontwikkelaars, woningcorporaties
	bos- en veenweidegebied	wateropnamevermogen stad vergroten (infiltratie, ontharden)	A/D	eindgebruikers: bewoners, recreanten, werkgevers/werknemers
groen	lijnvormige stedelijke groenstructuren (o.a. langs wegen)	groen en water benutten voor meerdere ecosysteemdiensten	A/D	
	vlakvormige stedelijke groenstructuren (o.a. parken)	groen- en gftafval gebruiken als biomassa voor energie	A	kennis- en onderzoeksinstellingen
	kleinschalig groen (o.a. tuinen en pocketparken)	zuiverend vermogen beplanting beter benutten	A/D	basis- en voortgezet onderwijsinstellingen
	gebouwgebonden groen	modelleren van klimaat in de stad	B	natuur- en milieuorganisaties lokaal en landelijk
stedelijke morfologie	gebouwen	monitoring van klimaat in de stad (meetpunten)	A	hoveniers en groenbedrijven
	openbare ruimte	windcorridors en koelende structuren in de stad realiseren	B	ontwikkelaars van nieuwe producten en diensten: (innovatieve) bedrijven
	privéterreinen	verbeteren technieken en efficiëntie groene daken en gevels	C	
		waterrobuust en hittebestendig bouwen en inrichten	D	stedebouwkundig en (landschaps)-architectonisch ontwerpers

4.2.8

SAMENVATTING
EN CONCLUSIES

Klimaatbestendig Delft

Klimaatverandering leidt tot een grotere kans op overstroming, wateroverlast, hittestress en verdroging. Deze kunnen schade veroorzaken en het dagelijks leven ontwrichten. Door de stad aan te passen kunnen we de gevolgen verzachten of voorkomen: ruimtelijke adaptatie.

Overstroming
Bij overstroming staat in een groot deel van Delft de begane grond van gebouwen onder water. Er moeten voldoende mogelijkheden zijn, ook voor kwetsbare, niet-zelfredzame mensen, om te vluchten naar hoger gelegen verdiepingen of gebieden.

Wateroverlast
Op verschillende plekken in Delft is wateroverlast te verwachten als gevolg van hevige regenval. Enerzijds door overstroming vanuit de watergangen, anderzijds doordat water op straat blijft staan. Welke maatregelen ter vermindering van wateroverlast het meest effectief zijn, kan het best vanuit een gebiedsoverstijgende benadering worden bepaald. Hieruit volgt een lokale aanpak: hoe alle partijen bijdragen en hoe maatregelen gekoppeld kunnen worden aan investeringen in, bijvoorbeeld, infrastructuur of de leefomgeving. Water op straat komt naar verwachting in de komende jaren vaker voor. Is dit van korte duur en blijft schade uit, dan is het de vraag of maatregelen nodig zijn.

Grondwateroverlast
Grondwateroverlast treedt op verschillende plekken op. Overlast kan toenemen doordat de onttrekking van grondwater op het DSM-terrein wordt verminderd. Behalve gebouwen kan een teveel aan grondwater de volksgezondheid schaden doordat in natte kelders en op muren schimmels ontstaan. De bestaande technische oplossingen brengen hoge kosten met zich mee. Onderzoek naar toepassing van meer natuurlijke maatregelen biedt wellicht meer mogelijkheden om grondwateroverlast tegen te gaan.

Hittestress
Hittestress in de stad zal vaker voorkomen. Hittestress heeft gevolgen voor de economie, volksgezondheid en het energieverbruik. In Delft bevinden de hete plekken zich met name in de oudere wijken, zoals de binnenstad en het Westerkwartier, en de industriegebieden zoals het terrein van DSM en Schieoevers. Maatregelen tegen hittestress zijn het meest dringend op plekken waar veel ouderen wonen (kwetsbare groepen) en plekken waar veel mensen zich op straat bevinden, zoals de binnenstad (aantrekkelijk voor toeristen). Adequate voorlichting over hittestress (in samenwerking met de GGD) kan klachten helpen voorkomen dan wel verminderen. Groen kan substantieel bijdragen aan vermindering van hittestress. Maar ook wind en doelgericht materiaalgebruik in de openbare ruimte kunnen verschil maken. Dergelijke maatregelen zijn in principe niet ingewikkeld noch heel kostbaar, maar het nut ervan wordt nog onvoldoende onderkend.

Klimaatbestendige stedebouw
Klimaatadaptatie in steden vraagt om andere vaardigheden van alle mensen die werken aan de stad. Het programma van eisen voor de stad verandert en daarmee de opgave voor de stedebouwkundige. Civieltechnische (water) en fysische (hitte en wind) aspecten worden (weer) belangrijk. Stedebouw gaat ten eerste over het bewerkstelligen van ruimtelijke samenhang en het beter functioneren van ruimtelijke systemen. Dat de oplossing deskundig wordt uitgewerkt en bijdraagt aan een mooie leefomgeving is vanzelfsprekend. In het streven naar een klimaatbestendige stad moeten de gevolgen van klimaatverandering in elke ruimtelijke opgave, groot of klein, als uitgangspunten fungeren.

Cross-overs met economie en energie
Klimaatverandering en klimaatadaptatie hebben invloed op andere sectoren. Het ontstaan dan wel voorkomen van schade brengt kosten met zich mee. Hittestress en grondwateroverlast kunnen gevolgen hebben voor de volksgezondheid. Hogere temperaturen doen het energieverbruik toenemen (koeling). Hier staat tegenover dat er in warme winters minder energie verbruikt wordt. Aanpassing van de stad aan klimaatverandering kan gunstig uitwerken op economie en welzijn. In een groene stad wil men wonen, werken en recreëren. Vergroening kan ook leiden tot verhoging van de arbeidsproductiviteit. Investeringen in klimaatbestendigheid komen de stedelijke economie direct ten goede, creëren extra werkgelegenheid en doen het energieverbruik afnemen.



4.3

KENNISECONOMIE
ALS MOTOR

2030: voldoende werk op alle niveaus, met als basis een sterke kenniseconomie

Delft is met haar instellingen voor wetenschappelijk onderzoek en onderwijs en kennisintensieve bedrijven een echte kennisstad. Ontwikkeling van de kenniseconomie is een speerpunt, onder meer vanwege te verwachten gunstige effecten op de stedelijke werkgelegenheid. In deze studie kijken we naar de ruimtelijke aspecten van de Delftse kenniseconomie en deze te verwachten effecten.

Maatschappelijke inbedding van de opgave

Delft wordt gezien als een stad met twee gezichten. Aan de ene kant is Delft een kennisstad met een hoog opgeleide beroepsbevolking van (technische) kenniswerkers. Aan de andere kant heeft Delft relatief veel sociale woningbouw en lage inkomensgroepen. De vraag of investeringen in de kenniseconomie deze kloof kunnen helpen verkleinen, komt regelmatig terug in beleidsnotities en discussies in de gemeenteraad. In de vorige collegeperiode zijn incidentele investeringen in de kenniseconomie veranderd in een structurele investering. In de huidige collegeperiode (2015-2018) staat nieuwe werkgelegenheid op alle niveaus centraal. Gezien de structurele investeringen in de kenniseconomie, is het nuttig de vraag te stellen in hoeverre de kenniseconomie bijdraagt aan (nieuwe) werkgelegenheid.

Beroepsbevolking

In 2013 bestond de beroepsbevolking in Delft uit 45.000 personen, dat is 2% minder dan in 2012 [26]. De beroepsbevolking van Delft is relatief hoog opgeleid. 52% is hoog opgeleid, 34% middelbaar en 14% is laag opgeleid. Voor Haaglanden zijn deze cijfers respectievelijk 44%, 38% en 18% [26]. In Delft is dus vergeleken met Haaglanden een kleiner deel van de beroepsbevolking laag opgeleid en een groter deel hoog opgeleid.

Aantal banen

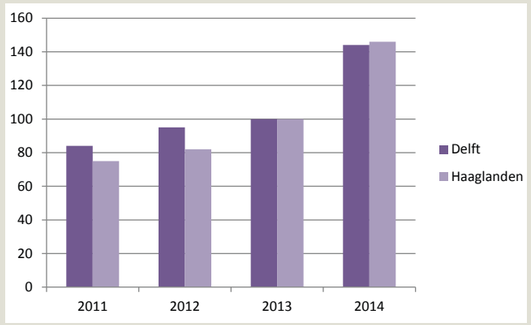
Op 1 januari 2014 werkten er in vestigingen van bedrijven en instellingen in Delft 49.579 personen, waarvan 43.017 12 uur of meer per week. Dat zijn er 907 minder dan op 1 januari 2013. Het aantal banen in Delft neemt al een aantal jaar gestaag af. Ten opzichte van 2009 is het aantal banen met 4% gedaald (in Haaglanden 6%). De meeste vestigingen van bedrijven en instellingen staan in de binnenstad (1.557). De meeste werkzame personen zijn echter werkzaam in Wippolder (incl. Schieweg en Ruiven). In deze wijk, waar onder andere de TU Delft is gevestigd, werken 16.319 personen: 38% van het totaal aantal werkzame personen [26]. Daarnaast zijn er veel mensen werkzaam bij het Reinier de Graaf Gasthuis en op het bedrijventerrein Schieoevers.

Kennisintensieve banen

Het aantal fulltime werkzame personen in de kennisintensieve sector bedroeg op 1 januari 2014 16.392. Dat zijn 119 personen meer dan op 1 januari 2013. Het aandeel werkzame personen in de kennisintensieve sector nam daarmee toe naar 38%.

Werkloosheid

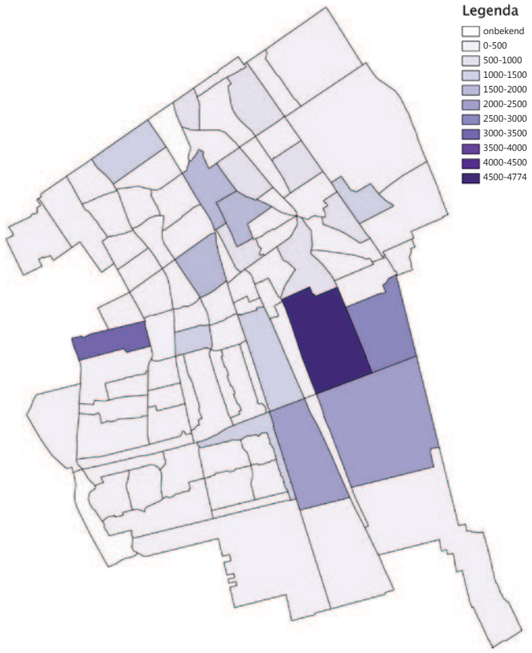
In 2013 is de werkloosheid in Delft en de regio sterk opgelopen. Op 1 januari 2014 waren er volgens het UWV Werkbedrijf 5.229 niet-werkende werklozen in Delft, dat is 44% meer dan op 1 januari 2013. In de regio Haaglanden is de werkloosheid in 2013 gestegen met 46%. Bijna de helft van de Delftse werklozen (48%) is laag opgeleid, 35% heeft een middelbare opleiding en 18% is hoog opgeleid. Binnen de gegroeide groep werklozen is het aandeel mensen met een lage opleiding toegenomen [27].



indexcijfers niet-werkende werkelozen [27]

arbeidsplaatsen in Delft per sector op 1 januari 2014	
gezondheids- en welzijnszorg	9.102
onderwijs	8.309
advisering, onderzoek en overige specialistische zakelijke dienstverlening	7.220
groot- en detailhandel, reparatie van auto's	6.954
informatie en communicatie	2.732
industrie	2.688
logies-, maaltijd- en drankverstrekking	2.456
openbaar bestuur, overheidsdiensten en verplichte sociale verzekeringen	2.065
bouwnijverheid	1.544
vervoer en opslag	1.378
verhuur roerende goederen en overige zakelijke dienstverlening	991
cultuur, sport en recreatie	968
winnning en distributie van water, water- en afvalwaterbeheer en sanering	827
overige dienstverlening	660
financiële instellingen	528
productie en distributie van en handel in elektriciteit, aardgas, stroom en gekoelde lucht	549
verhuur van en handel in onroerend goed	536
landbouw en visserij	72
Totaal (fulltime en parttime)	49.579
kennisintensieve sectoren	

[bron: Statistisch Jaarboek gemeente Delft 2015, tabel 4.2]



aantal werkzame personen in bedrijven en instellingen op 1 januari 2014 [26]

Werkgelegenheidseffecten

Het aantal fulltime banen in de kennisintensieve sector bedroeg op 1 januari 2014 38% van het totaal aantal banen in Delft. Een groot gedeelte hiervan betreft banen voor mensen met een technische hoge opleiding. Doelstelling van de gemeente is om de sterke kenniseconomie bij te laten dragen aan de toename van banen op alle niveaus en ook in andere sectoren dan de kenniseconomie. Hieronder wordt een aantal mogelijke werkgelegenheidseffecten van de kenniseconomie benoemd. Deze effecten worden in het vervolg van dit hoofdstuk verder onderzocht.

Meer hoogopgeleide technische kenniswerkers
Het cluster van kennisintensieve bedrijven en instellingen kan andere kennisintensieve bedrijven en instellingen aantrekken waardoor nieuwe arbeidsplaatsen voor hoogopgeleide (technische) kenniswerkers ontstaan.

Technische banen laag niveau en middenniveau
Een toename van het aantal kennisintensieve bedrijven kan ook leiden tot toename van banen voor mensen met een technische opleiding op laag niveau of middenniveau. Met name in de hightech-instrumentatie en maakindustrie is vraag naar goedgeschoold personeel op mbo- en hbo-niveau.

Toename van consumentendiensten
Wanneer er meer hoogopgeleiden in een stad wonen, ontstaat er meer werkgelegenheid voor mensen met een lagere opleiding doordat zij geld besteden aan zogenoemde "consumentendiensten". Dit effect wordt het "trickle down"-effect genoemd.

Toename producentendiensten voor bedrijven
Naast een toename van consumentendiensten door hoogopgeleiden in de stad kan ook een toename van producentendiensten voor bedrijven ontstaan. Producentendiensten zijn bijvoorbeeld reiniging, beveiliging, catering of koeriersdiensten.

Kenniseconomisch epicentrum

In 2013 is met de studie *Delft in regionaal perspectief* de positie van Delft binnen de regio voor verschillende domeinen onderzocht door bureau Louter. De tekening hiernaast laat het aantal arbeidsplaatsen in (technische) kennissectoren per vierkante kilometer zien [34]. Duidelijk zichtbaar is een aaneengesloten gebied dat zich uitstrekt vanaf Technopolis (Delft), via Plaspoelpolder (Rijswijk) naar de Utrechtsebaan en de Binckhorst (Den Haag). De clustering van bedrijven in dit deel van de Zuidvleugel is positief voor de economie en de werkgelegenheid in Delft en de regio. Het betekent wel dat er voor bedrijven veel keuze is voor verschillende locaties.

Vestigingslocaties voor bedrijven

In het aanbod in de regio domineren met name de **formele locaties**: monofunctionele kantoorlocaties en grote kantoorconcentraties op bedrijventerreinen. **Centrale locaties** zijn locaties die nabij een stadscentrum liggen of er onderdeel van zijn. Kenmerken zijn: multifunctionaliteit, levendigheid en een goede ontsluiting met het openbaar vervoer. Dergelijke locaties bevinden zich voornamelijk in Den Haag en Rotterdam [28]. Ook in Delft bestaat het merendeel van de kantoorlocaties uit formele locaties. Door de ontwikkeling van het Spoorzonegebied krijgt Delft de beschikking over een centrale vestigingslocatie voor kantoren en bedrijven. Nieuw Delft zorgt voor een verbreding van het aanbod en zal naar verwachting bedrijven met een ander soort profiel aantrekken dan de bestaande locaties.

Kennisclusters in Delft

In Delft is een groot aantal kennisinstellingen gevestigd. Ruimtelijk gezien zijn er drie kennisclusters in Delft aan te wijzen die een regionale functie hebben.

1. TU Delft en Technopolis

De campus van de TU Delft en het sciencepark Technopolis liggen in het zuidoosten van de stad. Ze vormen veruit het grootste kenniscluster in de stad. Behalve alle faculteiten van de TU Delft bevinden zich hier vestigingen van de Haagse Hogeschool, Hogeschool Inholland, onderzoeksinstellingen zoals TNO en Deltares, diverse bedrijven en de incubator YES!Delft. In het totale gebied (inclusief Delftechpark en het TNO-terrein) werkten op 1 januari 2014 9.908 personen [26].

2. Biotech Campus Delft - DSM

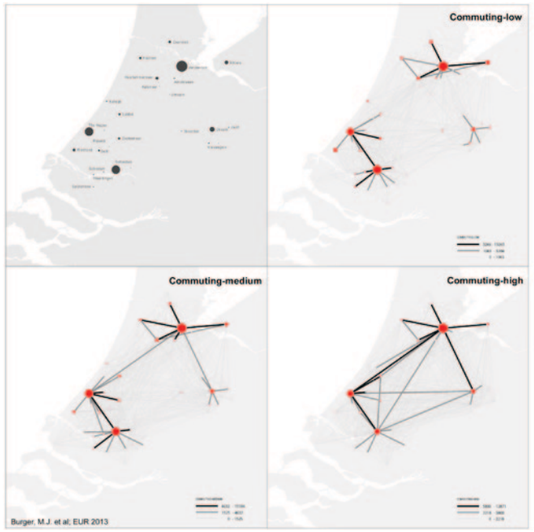
In het noorden van de stad ligt het DSM-terrein met o.a. het DSM Biotechnology Centre en de Bioprocess Pilot Facility. Deze proeffabriek biedt bedrijven en onderzoeksinstellingen de kans om na te gaan of hun ideeën haalbaar zijn op industriële schaal. De komende jaren wordt het DSM-terrein verder ontwikkeld tot een park voor industriële en R&D-activiteiten op het gebied van biotechnologie en life sciences, waar ook andere bedrijven zich kunnen vestigen [29]. Op deze locatie werkten op 1 januari 2014 1061 personen [26].

3. Reinier de Graaf Gasthuis

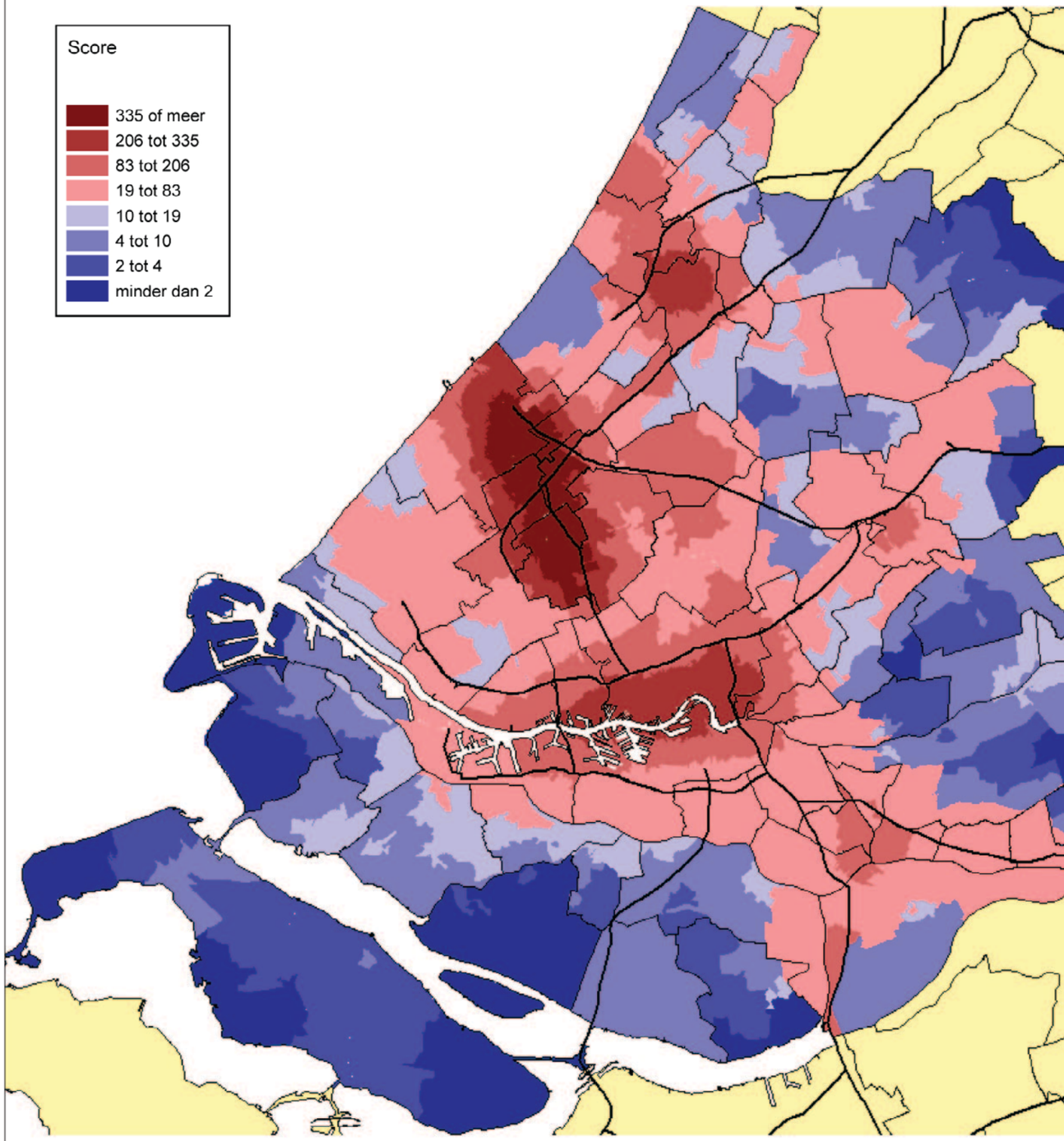
Het Reinier de Graaf Gasthuis is een topklinisch opleidingsziekenhuis. Wanneer de nieuwbouw gereed is, is het Reinier de Graaf het meest duurzame ziekenhuis van Nederland [30]. Om de patiëntenzorg te optimaliseren is het ziekenhuis recentelijk een samenwerkingsverband met Philips aangegaan op het gebied van innovatieve medische technologie, klinische IT en dienstverlening [31]. Door de nieuwbouw komt op het terrein ruimte vrij. Op 1 januari 2014 werkten er 3.231 personen op het terrein [26].

Werkplek, woonplek

De reisafstand die mensen afleggen voor hun werk neemt toe naarmate opleiding en inkomen hoger zijn [33]. Hoogopgeleide kenniswerkers die in de Delftse kennisclusters werken, wonen niet automatisch in Delft. Van de wetenschappelijk opgeleide mensen die in Delft wonen, werkt minder dan de helft in Delft. Voor hoogopgeleide kenniswerkers is de regio, of zelfs de Randstad, potentieel woon- en werkgebied. Voor mensen met een lage opleiding ligt dit anders. In Delft werkt bijna twee derde deel van de mensen zonder of met een lage opleiding in Delft zelf. Als we Rijswijk, Westland, Midden-Delfland en Pijnacker-Nootdorp meenemen werkt circa 80% in Delft en dit omliggend gebied [32]. Juist voor mensen met een lage opleiding is lokale werkgelegenheid dus erg belangrijk.



commuting: arbeidsmarkt en pendelrelaties [kaarten van M.J. Burgers et al. afkomstig uit ATLAS Metropoolregio Rotterdam Den Haag (2013)]



Weergegeven is het aantal arbeidsplaatsen in (technische) kennissectoren per vierkante kilometer.
[kaart van P. Louter et al., afkomstig uit Delft in regionaal perspectief, economische en fysiek domein (2013)]

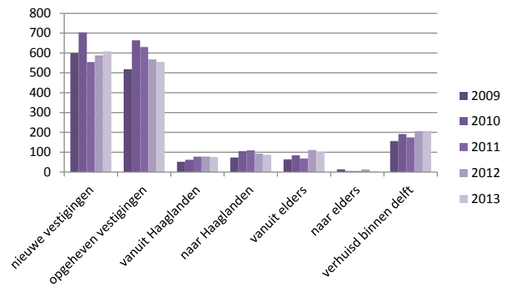
4.3.2 KENNISINTENSIEVE BEDRIJVEN

Algemeen

Meer bedrijven, minder arbeidsplaatsen
In de afgelopen jaren is het aantal vestigingen van bedrijven en instellingen in Delft gestaag toegenomen. Ten opzichte van 2009 is het aantal vestigingen met 5% toegenomen (in Haaglanden is dat ook 5%). Het aantal mensen dat werkzaam is bij die vestigingen neem echter al jaren af. Op 1 januari 2014 waren er 5.778 vestigingen in Delft. Dat zijn 140 vestigingen meer dan op 1 januari 2013. In die vestigingen waren echter 907 mensen (fulltime) minder werkzaam [26].

Verloop van bedrijven
Wanneer we het verloop van bedrijven over een aantal jaren bekijken, zien we dat het aantal gestarte bedrijven structureel iets hoger is dan het aantal opgeheven bedrijven, maar het ontloopt elkaar niet veel. Het aantal bedrijven dat vanuit Delft naar Haaglanden verhuist is iets hoger dan omgekeerd, maar ook deze cijfers ontlopen elkaar niet veel. Het aantal bedrijven dat vanuit elders naar Delft verhuist, is daarentegen flink hoger dan het aantal bedrijven dat vanuit Delft naar elders verhuist. Het is dus blijkbaar voor bedrijven van buiten Haaglanden interessant om naar Delft toe te komen. In 2013 zijn er 775 nieuw gevestigde en nieuw opgerichte vestigingen bijgekomen waarin 1311 personen werkzaam zijn. Er zijn 635 vestigingen opgeheven of vertrokken waarin 1871 personen werkzaam waren. Van de in totaal 907 minder werkzame personen in Delft in 2013 komen er dus 560 voor rekening van de opgeheven of vertrokken vestigingen. Een gemeente kan weinig doen aan de afname van arbeidsplaatsen bij bedrijven. Zij kan echter wel beïnvloeden waar nieuwe bedrijven zich vestigen.

Verloop van bedrijven per jaar



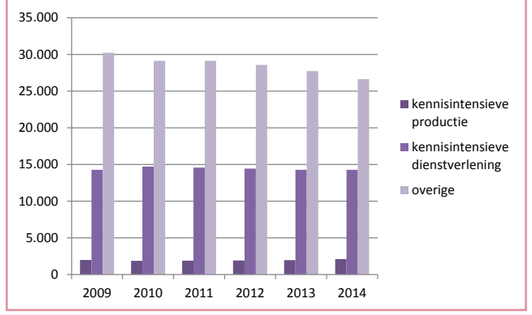
Vestigingslocaties van bedrijven
In Delft bevinden zich 20 verschillende bedrijventerreinen en kantoorlocaties. Dit zijn voornamelijk formele locaties, die vanaf de snelweg goed bereikbaar zijn. Alleen de locatie Tanthof-Oost lijkt zich naast autobereikbaarheid te richten op de nabijheid van een station, in dit geval Delft Zuid. Op de Delftse bedrijven- en kantoorlocaties bevonden zich op 1 januari 2014 771 vestigingen met 15.950 werkzame personen [26]. De locaties zijn op de kaart weergegeven.

Kennisintensief

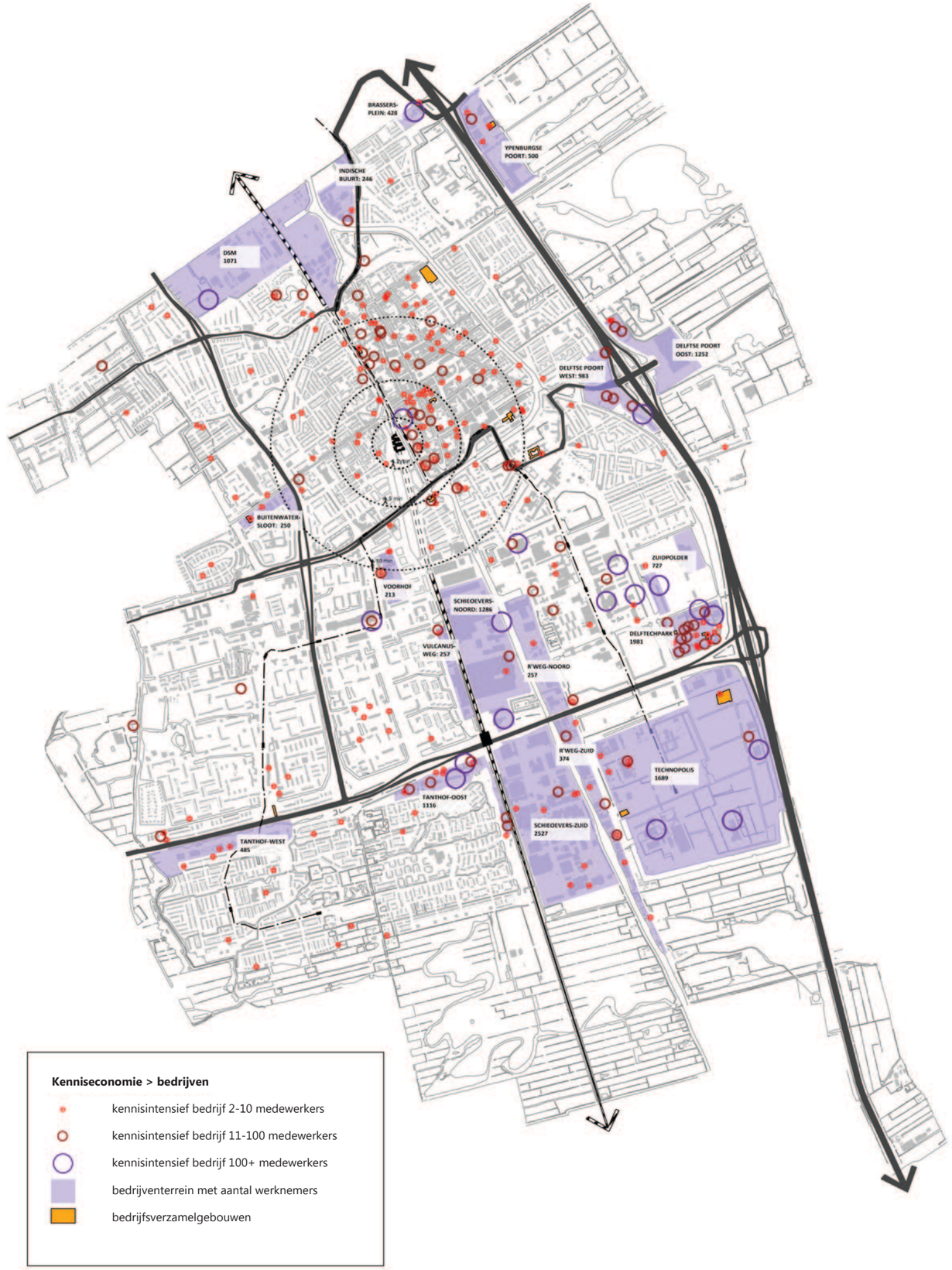
Meer bedrijven, gelijk aantal arbeidsplaatsen
In de kennisintensieve sector zien we ook een toename van het aantal bedrijven. Hier zien we echter geen afname van het aantal werkzame personen, maar een stabilisatie of lichte toename. In de kennisintensieve dienstverlening is het aantal banen in 2013 gelijk gebleven. In de kennisintensieve productie is het aantal banen met ca. 140 toegenomen [26].

In de overige sectoren is het aantal banen met ca. 1030 afgenomen. De afname van werkgelegenheid vind dus niet plaats in de kenniseconomische sectoren. Afhankelijk van de economische situatie in Nederland kan de huidige stabilisatie mogelijk omgezet worden in groei. Wanneer grote bedrijven zich in Delft vestigen of vertrekken kan het om enkele honderden arbeidsplaatsen gaan. Zo vestigde in 2014 het bedrijf 3M zich op Technopolis met circa 200 arbeidsplaatsen. Voor 2015 zal in ieder geval rekening gehouden moeten worden met een verlies van circa 500 arbeidsplaatsen door het vertrek van het hoofdkantoor van TNO uit Delft.

Aantal banen per sector op 1 januari



Vestigingslocaties van kennisintensieve bedrijven
De locaties van vestigingen van kennisintensieve bedrijven (exclusief eenmanszaken) is op de kaart in beeld gebracht. Kennisintensieve bedrijven bevinden zich voornamelijk in het oosten van Delft. De meeste kennisintensieve bedrijven met meer dan 100 medewerkers bevinden zich in het zuidoosten, op de campus van de TU Delft, Technopolis en Schieoevers. Een groot deel van de kennisintensieve bedrijven bevindt zich op de bedrijven- en kantoorlocaties. Grote uitzondering hierop is de binnenstad waar zich circa een derde van de kennisintensieve bedrijven bevindt. In en om de binnenstad bevinden zich ook de meeste bedrijfsverzamelgebouwen.



4.3.3

KENNIS-
EN ONDERWIJSINSTELLINGEN

Kennisontwikkeling en -overdracht

Via de vele kennis- en onderwijsinstellingen “stroomt” kennis door de stad. Het gaat enerzijds om kennisontwikkeling en anderzijds om kennisoverdracht. Deze vinden plaats op bepaalde plekken en met behulp van bepaalde middelen: de kennisinfrastructuur. De verbinding tussen onderwijs (kennisontwikkeling) en arbeidsmarkt is belangrijk voor werkgelegenheid in technische sectoren op middenniveau en laag niveau. Valorisatie (kennis maatschappelijk beschikbaar en bruikbaar maken) kan zorgen voor meer werk voor technische mensen met een hoge opleiding.

1. Kennisinfrastructuur

De fysieke kennisinfrastructuur bestaat uit onderwijs- en onderzoeksruimten en -faciliteiten, zoals collegezalen, studieruimten, werkplaatsen, laboratoria en testvoorzieningen. In verschillende proeftuinen en ‘living labs’ worden innovaties getoond en ontwikkeld. Er zijn ook plekken die meer gericht zijn op publieke kennisoverdracht, zoals de Botanische Tuin, het Science Centre, TU Delft Library en DOK. Daarnaast zijn er voorzieningen voor congressen en evenementen. Het leeuwendeel van deze fysieke infrastructuur bevindt zich op de terreinen van de drie (regionale) kennisclusters. Uitzondering zijn de scholen voor middelbaar beroepsonderwijs en voortgezet onderwijs die zich meer centraal in de stad bevinden en een aantal voorzieningen in de binnenstad.

2. Aansluiting onderwijs en arbeidsmarkt

Van een sterke kenniseconomie wordt verwacht dat deze bijdraagt aan de toename van banen voor mensen met een technische mbo- of hbo-opleiding. Door de opleidingen goed op de vraag van bedrijven af te stemmen kunnen jongeren sneller een baan vinden en wordt Delft als vestigingslocatie aantrekkelijker voor bedrijven die op zoek zijn naar goed geschoold technisch personeel.

Technisch onderwijs
Speerpunt in het beleid van de gemeente en onderwijsinstellingen is om technisch onderwijs op alle niveaus aan te kunnen bieden. Naast de technische opleidingen aan de TU Delft, de Haagse Hogeschool en Hogeschool Inholland, zijn er nu ook mbo-opleidingen Green Tec en Mechatronica. Op de nieuwe locatie van de SC Delfland in Nieuw Delft zal op vmbo-niveau techniekonderwijs gegeven worden.

High Tech Centre Delft
Op 1 januari 2015 is het High Tech Centre Delft opgericht. Hierin werken onderwijsinstellingen op alle niveaus, bedrijfsleven en overheid samen aan een goede afstemming tussen onderwijs en arbeidsmarkt. Het High Tech Centre Delft is gevestigd naast de Betafactory van De Haagse Hogeschool. Op de kaart zijn de samenwerkende partijen weergegeven, waaronder een aanzienlijk aantal op Schieoevers gevestigde bedrijven. Op de betrokken scholen zitten veel Delftse leerlingen. Van het High Tech Centre kan daarom naast een regionale een lokale impact verwacht worden.

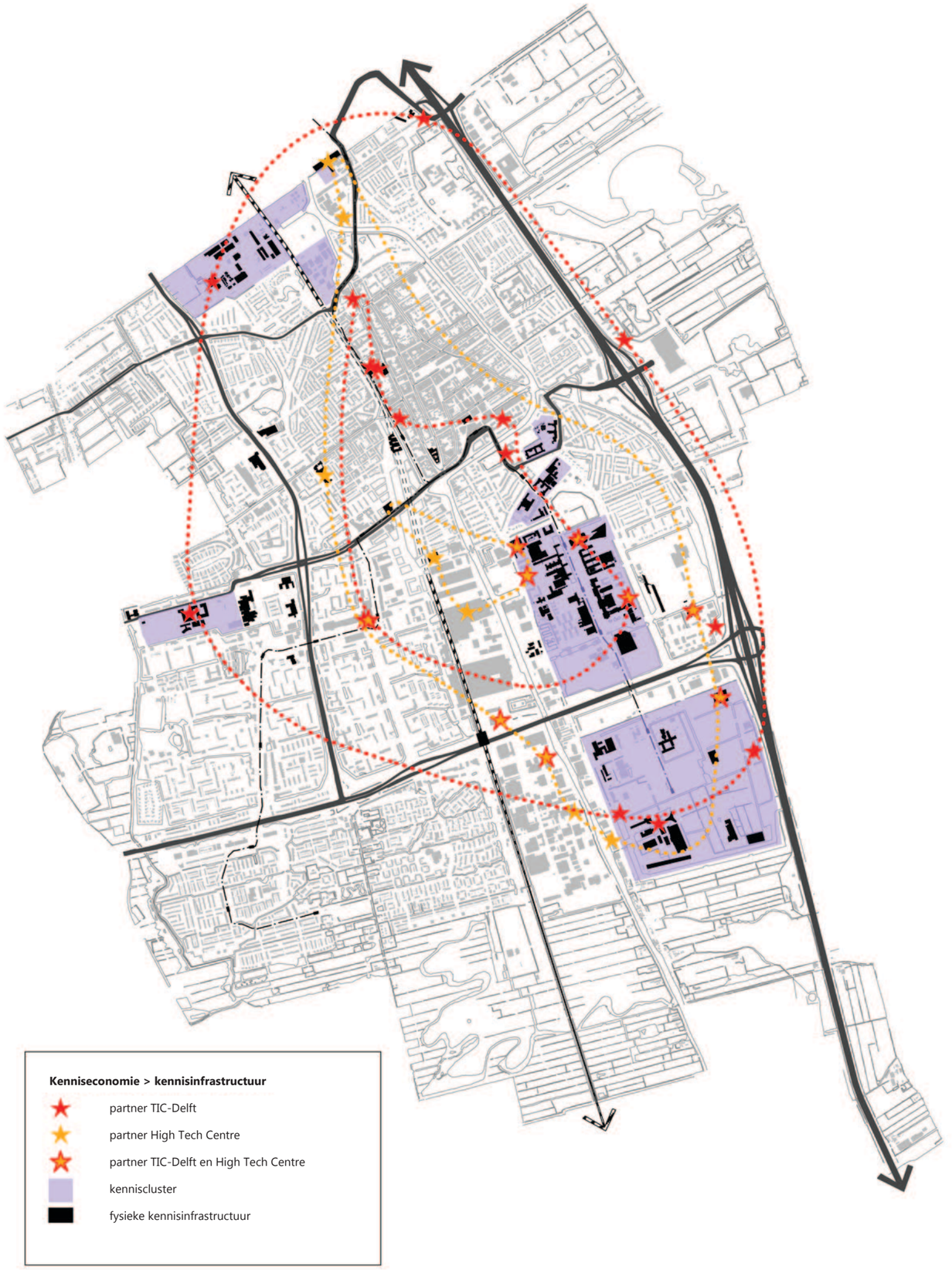
3. Kennisvalorisatie

Het omzetten van kennis in nieuwe producten en diensten kan leiden tot meer werkgelegenheid. Om valorisatie te stimuleren kan de toegang van bestaande bedrijven tot nieuwe kennis verbeterd worden. Ook kunnen jonge bedrijven geholpen worden bij het ontwikkelen en in de markt zetten van innovatieve ideeën, zoals gebeurt in YES!Delft. Verschillende organisaties en samenwerkingsverbanden faciliteren deze ontwikkelingen. Binnen het project Delft Smart City zijn in dit kader het TIC-netwerk en Zorg&Techniek besproken.

TIC-netwerk
Het TIC-netwerk is in 2012 opgericht door de gemeente en TU Delft met twaalf kennispartners. Het netwerk is opgezet om kennispartners bij elkaar te brengen om gezamenlijk te investeren in de Technologische Innovatie Campus Delft. Inmiddels is het netwerk uitgebreid met een aantal grote bedrijven en gaat de aandacht uit naar het betrekken van het mkb. De nadruk van TIC ligt enerzijds op het profileren van Delft (en de TIC-partners) als hart van de regionale kenniseconomie; om hiermee investeringen en werkgelegenheid naar Delft en Delftse bedrijven en kennisinstellingen te halen. Dus een regionale rol. Anderzijds vervult TIC ook lokaal een belangrijke rol door het stimuleren van ontwikkelingen als het High Tech Centre en de BetaFactory. TIC ondersteunt TIC-partners in verschillende sectoren zoals Water- en Deltatechnologie, Biotechnologie, ICT en Creatieve Industrie.

Zorg&Techniek
Zorg&Techniek is een netwerk van zorgaanbieders, kennisinstellingen, techniekbedrijven en eindgebruikers, gericht op innovatie en implementatie van zorgtechnologie. Er zijn bijeenkomsten georganiseerd om de vraag naar nieuwe producten en diensten sterker te articuleren en het aanbod van nieuwe technologie onder de aandacht brengen. Ook heeft het netwerk promotie-, afstudeer- en studentenprojecten ondersteund. De innovatiemakelaar verbond het aanbod van techniek (de studenten/promovendi) met de vraag van de zorg (zorginstelling of eindgebruiker).

Het TIC-netwerk wijst uit dat door gezamenlijk op te trekken partijen meer slagkracht hebben en hierdoor doelen kunnen bereiken. Dit zou voor zorginstellingen ook een interessante strategie kunnen zijn. Zorg&Techniek laat zien dat het bij elkaar brengen van partijen op inhoud leidt tot implementatie van nieuwe producten en diensten in Delft. Voor TIC zou het interessant kunnen zijn een vergelijkbare werkwijze te volgen voor bijvoorbeeld de thema’s “klimaatbestendig” en “energieneutraal”.



Doorwerking in andere sectoren

Meer werk voor hoogopgeleide kenniswerkers kan leiden tot meer werk voor mensen met een lage opleiding. Dit geldt ook voor andere dan alleen de kennisintensieve sector.

Consumentendiensten

Wanneer er meer hoogopgeleiden in een stad wonen, ontstaat er meer werkgelegenheid voor mensen met een lagere opleiding doordat de hoogopgeleiden geld besteden aan zogenoemde consumentendiensten. Er zijn verschillende consumentendiensten: detailhandel, horeca, cultuur en recreatie, en huishoudelijke en persoonlijke dienstverlening. Voor de sectoren horeca en cultuur en recreatie is het trickle down-effect aangetoond. Eén procentpunt meer hoogopgeleiden in de stad leidde gemiddeld genomen tot 0,31% meer banen voor laagopgeleiden in die stad. Voor Delft betekent dit dat - bij een gelijkblijvende omvang van de woningvoorraad - honderd extra hoogopgeleiden zorgen voor bijna acht extra banen voor laagopgeleiden [35].

Ook wanneer hoogopgeleiden in de stad werken is het mogelijk dat zij meer geld uitgeven aan consumentendiensten en dat hierdoor groei van werkgelegenheid ontstaat. Er valt dan met name te denken aan bestedingen in lunchrooms, cafés en koffiebarretjes. Of dit effect daadwerkelijk optreedt, is niet aangetoond. Uit rondvraag blijkt dat mensen die op de TU-campus of Technopolis werken op dit moment nauwelijks gebruik maken van horecavoorzieningen in Delft.

Producentendiensten

Producentendiensten zijn ondersteunende diensten die bedrijven voor andere bedrijven uitvoeren: reiniging, beveiliging, catering of koeriersdiensten. Het is waarschijnlijk dat een groei van het aantal kennisintensieve bedrijven ook een groeiende vraag naar productendiensten met zich meebrengt. Hierover is echter geen specifieke informatie beschikbaar.

Congrestoerisme

In Delft vindt naast recreatief toerisme ook zakelijk verblijfstoerisme plaats. In 2008 werden er 66.000 zakelijk verblijfbezoeken gebracht aan Delft. Dit betrof met name individuele zakenreizigers [36]. Sinds 2011 voert de gemeente acquisitie op congressen, wat resulteerde in 13.750 congresmandagen in Delft in 2014. Wanneer het aantal congressen in Delft toeneemt, kan ook het aantal zakelijke verblijfstoeristen toenemen, wat meer werkgelegenheid voor met name de horeca in de Delftse binnenstad kan opleveren, omdat zich daar de meeste hotels bevinden. Door hotels juist in en rond de binnenstad te (blijven) houden kan er ook daadwerkelijk een trickle down-effect plaatsvinden.

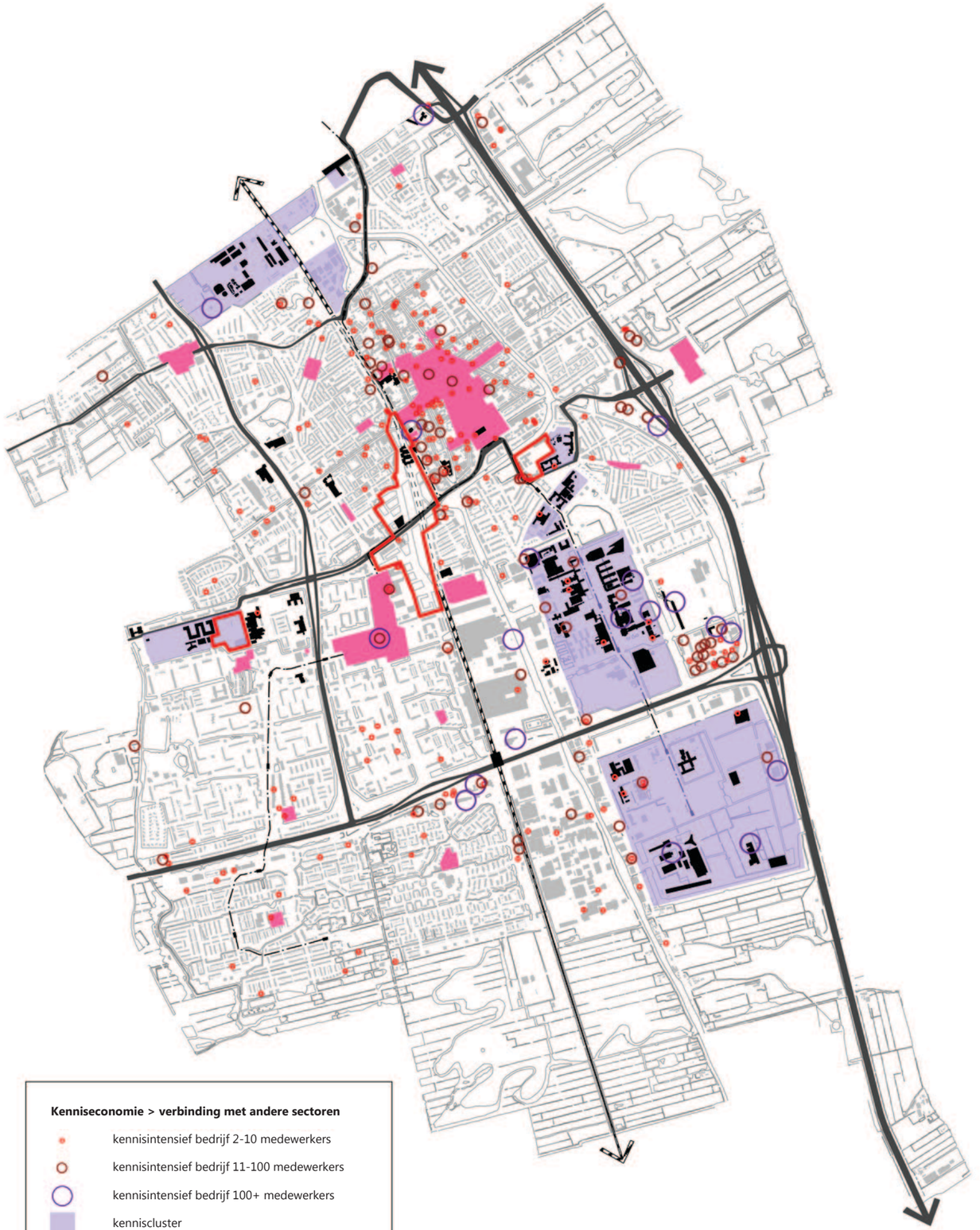
Verbinding met horeca en voorzieningen

Op de kaart zijn de locaties van drie verschillende groepen aangegeven: horeca en culturele voorzieningen, de kennisinfrastructuur van kennis- en onderwijsinstellingen, en de kennisintensieve bedrijven. De kennisintensieve bedrijven en horeca en voorzieningen overlappen elkaar duidelijk in de binnenstad en bij het winkelcentrum De Hoven Passage. Kennisinfrastructuur en de horeca en voorzieningen overlappen elkaar niet. De vraag is dan ook in hoeverre trickle down-effecten optreden. Er zijn drie plekken aan te wijzen waar momenteel ontwikkelingen plaatsvinden die een rol kunnen spelen in het ruimtelijk verbinden van de kennisinfrastructuur met andere sectoren.

Nieuw Delft
In Nieuw Delft kunnen alle beschreven werkgelegenheidseffecten plaatsvinden. Nieuwe banen voor hoogopgeleide kenniswerkers kunnen ontstaan door de vestiging van nieuwe bedrijven. Technische banen voor mensen met een middelbare of lage opleiding kunnen ontstaan door in de omgeving van Nieuw Delft ruimte te bieden aan technische bedrijven in de maakindustrie en de verbinding te maken tussen deze bedrijven en de onderwijsinstellingen in dit gebied: de (v)mbo's, het High Tech Centre en de Betafactory. Een toename van consumentendiensten rond het gebied kan optreden doordat mensen er gaan wonen en werken. Een toename van productendiensten kan volgen op de clustering van bedrijven met vergelijkbare vragen. In het hoofdstuk over locaties wordt hier verder op ingegaan.

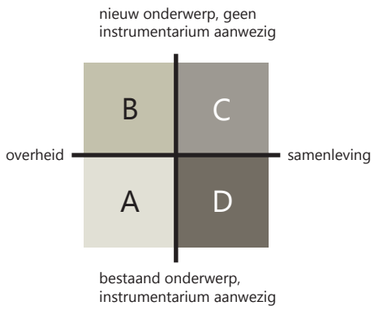
TU-Noord
In TU-Noord ontwikkelt DUWO een International Student House met horeca en voorzieningen. Daarnaast wordt het monumentale pand Kanaalweg 2B gerenoveerd, waar naast huisvesting voor promovendi ook het kantoor van DUWO zelf in zal komen. Voor het pand aan de Kanaalweg 4 zijn plannen om het te ontwikkelen tot een broedplaats voor startende bedrijven. Gezien de huidige bedrijvigheid in het Science Centre en de Dynamohal en gezien de toeristisch-educatieve functie van de Botanische Tuin en het Science Centre, kan dit gebied zich ontwikkelen tot een zeer aantrekkelijk en divers woon-, (kennis)werk- en recreatiemilieu, waar alle drie de stromen een plek krijgen. Het gebied kan ruimtelijk de functie van verbindingszone tussen de TU Delft en de binnenstad vervullen omdat het op loopafstand van enerzijds de faculteiten en anderzijds de binnenstad ligt.

Reinier de Graaf Gasthuis
Door de nieuwbouw van het Reinier de Graaf Gasthuis komt er ruimte op het terrein vrij. Bij de ontwikkeling van dit gebied kan er mogelijk een verbinding gemaakt worden met de winkels in de Buitenhof aan de andere kant van het water. In het hoofdstuk over locaties wordt hier verder op ingegaan.



4.3.5 OVERZICHT
DOEL > INSPANNINGEN

Het schema laat een samenvatting van de voorgaande analyse zien. Voor elke (sub)stroom is aangegeven welke opgave er ligt en welke inspanningen nodig zijn om het doel te bereiken. Per inspanning is aangegeven in welk governance-kwadrant deze zich bevindt. De indeling in governance-kwandranten is bedoeld als een eerste vingeroefening, om gevoel te krijgen voor de rol van overheid en samenleving bij het invullen van de opgave.



Veel van de inspanningen gaan over bekende onderwerpen, waar ook instrumentarium voor aanwezig is. De verantwoordelijkheid ligt met name bij de samenleving, waarbij de overheid een rol speelt in het faciliteren van randvoorwaarden voor groei van bedrijven en kennisinstellingen, die op hun beurt voor nieuwe werkgelegenheid kunnen zorgen.

Het ontwikkelen van living labs en de daaraan gelieerde vergroting van de kennisinfrastructuur middels onderzoeks- en innovatieprogramma's zijn inspanningen die innovatieve governance vereisen.

Bij het vergroten van de impact van de kenniseconomie op de ondersteunende economie (trickle down) is het van belang dat de ondersteunende economie genoeg mogelijkheden heeft om te profiteren van de hoogopgeleide kenniswerkers. Deze mogelijkheden lopen uiteen van zichtbaarheid, fysieke nabijheid, verminderen van regelgeving, volgen van opleidingen en toegang tot financiering.

DELFT SMART CITY
toekomstbestendige stad

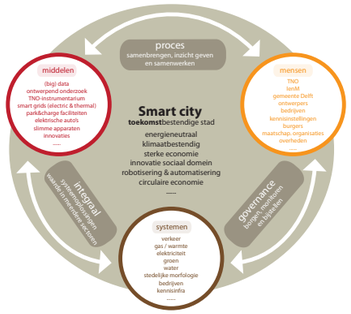
KENNISECONOMIE
2030:
voldoende werk op alle niveaus, met als basis een sterke kenniseconomie

(sub)stroom	doel (opgave)	inspanning	
kennisintensieve bedrijven (diensten en industrie)	aantrekken bedrijven van elders	aantrekkelijke vestigingslocaties bedrijven	A
		aantrekkelijke woonlocaties medewerkers	A/D
		goed aanbod cultuur, horeca en recreatie	A/D
		netwerk potentiele opdrachtgevers, klanten en investeerders	A
	(faciliteren) groei bestaande bedrijven	automatisering productieprocessen (smart industry)	C
		aanbod bedrijfshuisvesting	A/D
	bevorderen nieuwe bedrijven (starters)	gemeente als launching customer	A
		Delft als living lab voor testen innovaties	B/C
		voldoende aanbod studentenhuisvesting	D
	faciliteren sterke kennisinstellingen	goede bereikbaarheid	A
		(internationaal) aantrekkelijke stad	A/D
kennis- en onderwijsinstellingen	aantrekken nieuwe kennisinstellingen	interactie met andere kennisinstellingen: kennisclusters	D
		(inter)nationale lobby	A/D
	vergroten kennisinfrastructuur	(inter) nationale subsidie- en ontwikkelingsprogramma's	B/C
		deelgebruik voorzieningen en faciliteiten	D
	kennisvalorisatie	vergroten toegang tot kennis van bedrijven (middels netwerken)	A/D
		fysieke werkplaatsen voor jonge ondernemers	A/D
	aansluiting onderwijs op de arbeidsmarkt	stageplaatsen bij technische bedrijven	D
		contact tussen opleiding en arbeidsmarkt: technisch leer/werk interactiemilieu	D
		uitbreiden aanbod technisch (v)mbo	D
		techniekprogramma in basisonderwijs	D
detailhandel, horeca, cultuur en recreatie	vergroten impact kenniseconomie op ondersteunende economie (trickle down)	mogelijkheden bieden: zichtbaarheid, fysieke nabijheid, regelluw	A
		stimuleren MVO	A
		eigen ondernemerschap	D

valorisatie

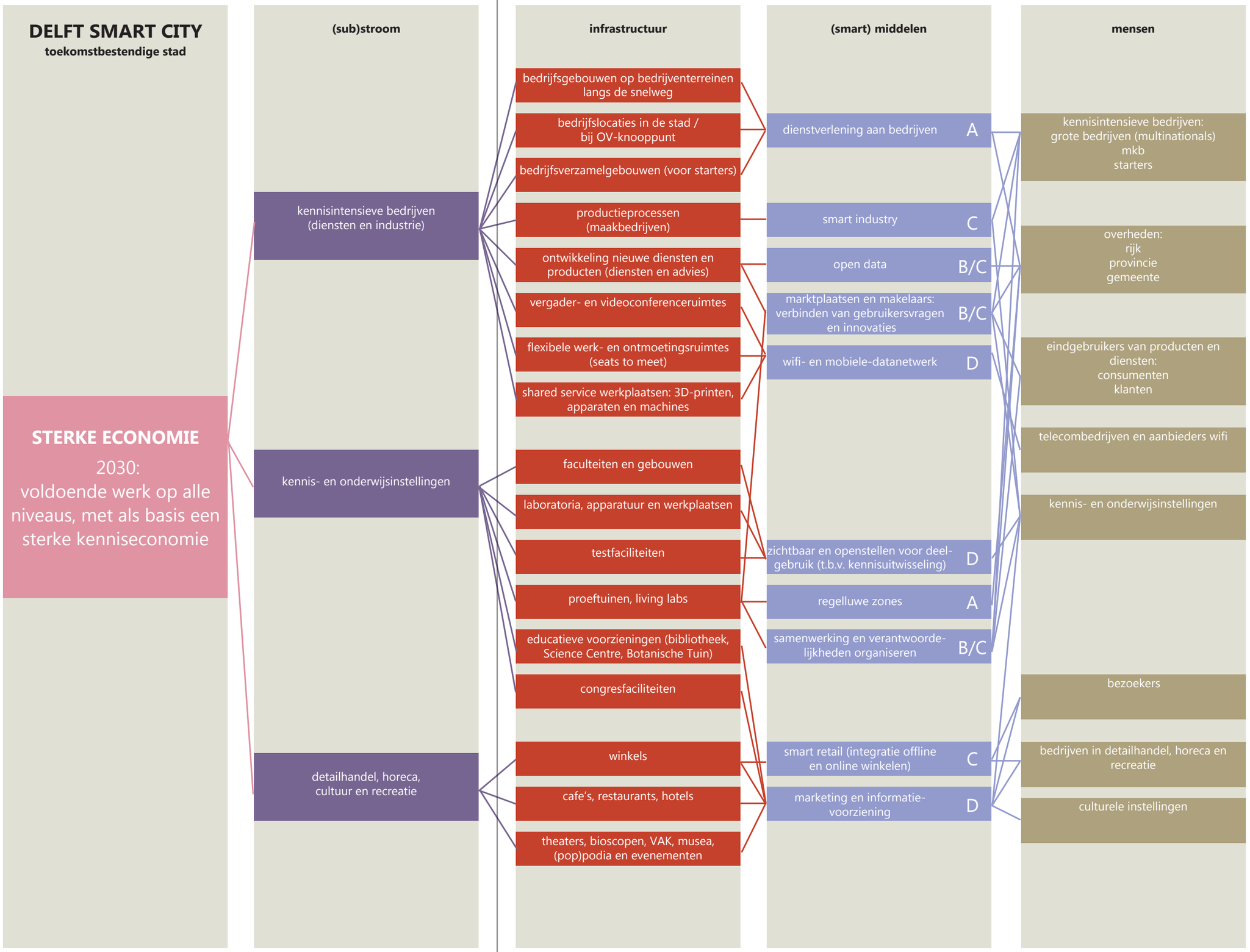
4.3.6 OVERZICHT
INFRA > TECHNOLOGIE > PARTNERS

In het tweede schema wordt teruggegrepen naar het bollenschema van de Delftse visie op Smart City. Alle drie de pijlers zijn voor "kenniseconomie als motor" ingevuld. Ook hier is het schema niet uitputtend, maar bedoeld als een exercitie om inzicht te krijgen in de benodigde (nieuwe) middelen en partners.



Veel van de infrastructuur en (smart) middelen zijn gericht op kennisvalorisatie. Dit vergt samenwerking tussen verschillende partijen, waarbij allen over het eigen domein heen moeten kijken. Het TIC-netwerk faciliteert de samenwerking tussen overheden, bedrijven en kennisinstellingen (Triple Helix). Binnen Zorg&Techniek lag de focus op het koppelen van nieuwe technologie aan eindgebruikers om daadwerkelijk stappen te maken naar de implementatie van nieuwe technieken. Het betrekken van gebruikers in de Triple Helix wordt ook wel aangeduid met de term Quadruple Helix. Open data, (digitale) marktplaatsen en makelaars zijn middelen die verder ontwikkeld en ingezet kunnen worden om de koppeling van nieuwe technologie en gebruikers tot stand te brengen.

Daarnaast is er experimenteerruimte nodig waar geoefend kan worden met innovaties: proeftuinen en living labs. Vaak belemmert (landelijke) regelgeving echter het testen en toepassen van innovaties. Voorbeelden hiervan zijn een elektriciteitsnetwerk met gelijkstroom of het produceren van eigen drinkwater. Regelluwe zones zijn nodig om experimenteren met nieuwe technieken mogelijk te maken.



4.3.7

SAMENVATTING
EN CONCLUSIES

De kenniseconomie als motor

Voldoende werk op alle niveaus is een belangrijk speerpunt in het beleid van de gemeente Delft. Sinds 2008 verkeert niet alleen de Nederlandse maar de wereldwijde economie in zwaar weer, met een daling van het aantal arbeidsplaatsen als gevolg. Het aantal bedrijven neemt wel toe, maar het aantal banen binnen die bedrijven neemt af. In Delft blijft echter het aantal banen in kennisintensieve sectoren gelijk of neemt licht toe. De vraag is of de kenniseconomie als motor van werkgelegenheid kan functioneren. In deze studie zijn vier werkgelegenheidseffecten van een sterke kenniseconomie gedefinieerd, waarvan twee zich richten op groei in kennisintensieve sectoren en twee op groei in andere sectoren.

Ruimtelijke organisatie
De werkgelegenheidseffecten zijn onderzocht door de ruimtelijke impact van de relevante systemen in de stad te verbeelden en verbanden hiertussen te onderzoeken. In Delft is een ruimtelijke tweedeling te zien: kennisintensieve bedrijven en instellingen aan de oostkant en wonen aan de westkant. Deze tweedeling is het gevolg van jarenlang planologisch beleid, gericht op het scheiden van functies. De verschuiving van een industriële economie naar een dienstenseconomie vraagt echter om functiemenging. In Delft zijn op dit moment de kenniseconomische hotspots fysiek niet goed verbonden met de rest van de stad.

Regionale of lokale effecten
Hoogopgeleide kenniswerkers wonen en werken niet altijd op dezelfde plek. Voor hen is de regio en zelfs de Randstad potentieel woon- en werkgebied. Een sterke Delftse kenniseconomie heeft dus positieve effecten op de regio. Mensen met een lage opleiding reizen minder ver naar hun werk, voor hen is lokale werkgelegenheid dan ook belangrijk.

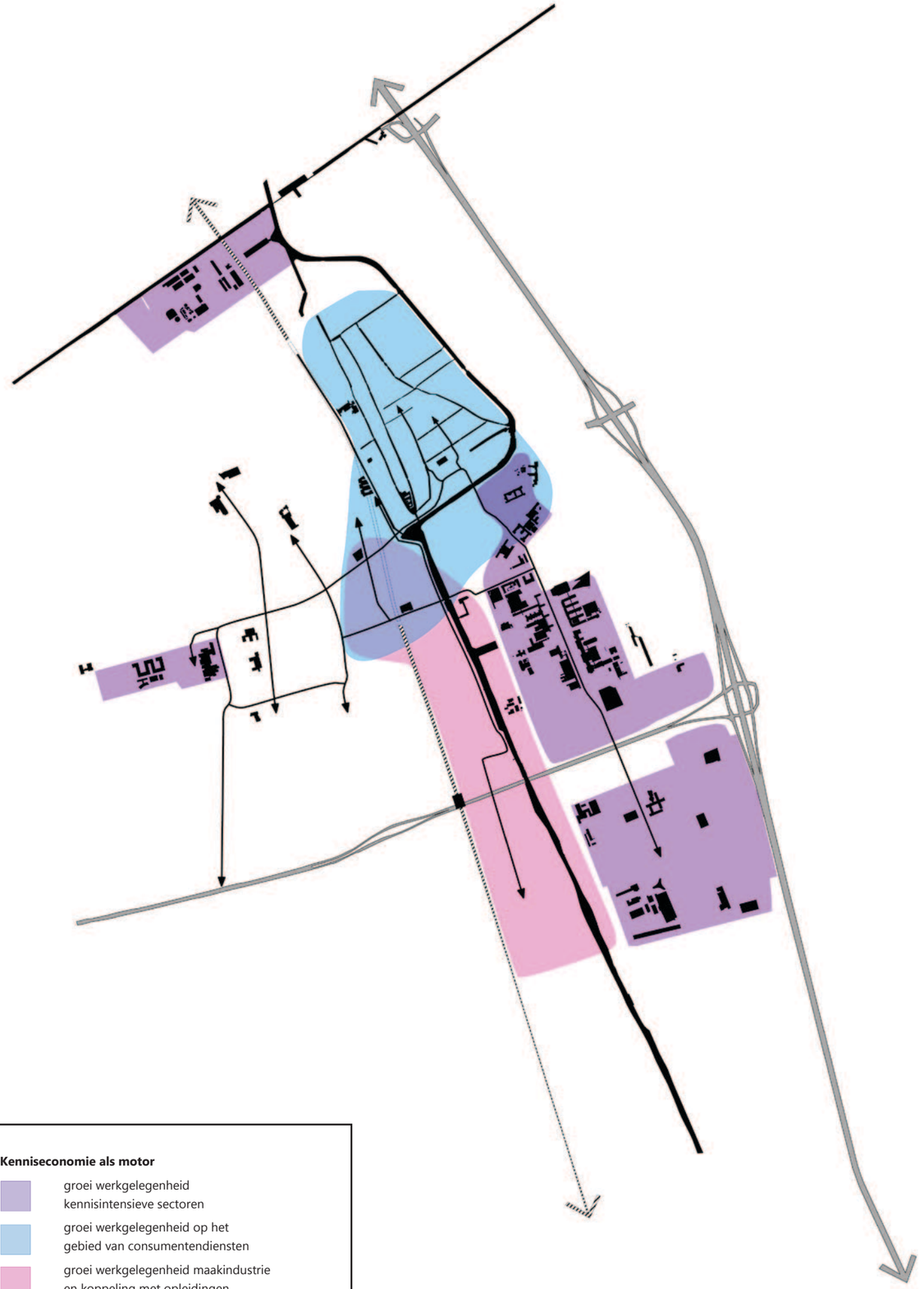
Groei van werkgelegenheid in kennisintensieve sectoren
Of werkgelegenheid op alle opleidingsniveaus in de kennisintensieve sector toeneemt, hangt af van verschillende factoren, zoals een aantrekkelijk vestigingsklimaat voor bedrijven, doorgroeimogelijkheden en de mate van toegang tot en valorisatie van kennis. Ook is de aansluiting van onderwijs op de arbeidsmarkt belangrijk. Een goede aansluiting zorgt ervoor dat mensen eerder in aanmerking komen voor een baan en maakt de aantrekkelijker voor bedrijven. De promotie van Delft in de regio middels het TIC-netwerk heeft een belangrijke functie: het aantrekken van bedrijven en creëren van werkgelegenheid voor met name mensen met een hoge opleiding. Het High Tech Centre is gericht op de koppeling van Delftse leerlingen aan lokale en regionale bedrijven en kan daardoor een belangrijke rol spelen in het scheppen van lokale werkgelegenheid voor midden- of laagopgeleide mensen en de versterking van lokale bedrijvigheid, bijvoorbeeld op de Schieoevers.

Groei van werkgelegenheid in overige sectoren
Groei van werkgelegenheid in overige sectoren door een sterke kenniseconomie is te verwachten van zogenoemde consumentendiensten, zoals horeca, detailhandel en culturele voorzieningen. Dit noemen we het trickle down-effect. Ruimtelijk gezien is er echter geen overlap tussen de locatie van consumentendiensten en de kennisinfrastructuur, die zich met name op de drie regionale kennisclusters in de stad bevindt. De consumentendiensten bevinden zich met name in en om de binnenstad. De vraag is dan ook in hoeverre het trickle down-effect nu optreedt.

Verbinden kenniseconomie met overige sectoren
Versterking van de ruimtelijke verbindingen tussen de kennisinfrastructuur en ondersteunende sectoren kan op verschillende manieren. In Nieuw Delft, TU-Noord en de locatie van Reinier de Graaf vinden ontwikkelingen plaats die hierin een rol kunnen spelen. Op kenniseconomische locaties, zoals de campus van TU Delft, kunnen ondernemers in de horeca en voorzieningen meer mogelijkheden geboden worden.

Nieuw Delft als hotspot voor nieuwe werkgelegenheid
Nieuw Delft kan op het gebied van werkgelegenheid een centrale functie vervullen voor de hele stad. In Nieuw Delft kunnen alle vier de werkgelegenheidseffecten optreden, met uitstraling naar de binnenstad, Voorhof en Schieoevers. Nieuw Delft is belangrijk voor de economische vitaliteit van de stad, ook in een krimpscenario. De verwachting is dat economische groei en werkgelegenheid weer zullen aantrekken. Er zijn echter ook studies die uitwijzen dat automatisering en robotisering tot een verlies van 2 tot 3 miljoen banen in Nederland kan leiden [37]. Een gemengd stedelijk milieu (wonen, werken en voorzieningen) in Nieuw Delft kan er voor zorgen dat er voldoende draagvlak blijft om de voorzieningen in de binnenstad op peil te houden. Vanuit deze gedachte zou Nieuw Delft wellicht prioriteit moeten krijgen als vestigings-locatie voor bedrijven, vóór locaties in de stad die een minder belangrijke rol spelen in de lokale economie.

Cross-overs met energie en klimaatadaptatie
De energie- en klimaatopgaven bieden beide kans op groei van werkgelegenheid. Enerzijds voor bedrijven in uitvoering en verkoop van producten en diensten die te maken hebben met verduurzamen van woningen, klimaatbestendig maken van de stad en de overgang naar elektrisch rijden. Anderzijds voor bedrijven en kennisinstellingen die zich bezig houden met onderzoek, advies en (product)ontwikkeling in deze gebieden. In het *Energieakkoord voor duurzame groei* is de ambitie opgenomen om in de komende jaren ten minste 15.000 voltijdsbanen te creëren. Het Deltaprogramma zorgt met een budget van minimaal € 15 miljard tot 2028 ook voor een aanzienlijke investering in de Nederlandse economie. Delft zou met haar enorme potentieel aan kennis en human capital van deze investeringen moeten kunnen profiteren.



4.4

LOCATIES

Nieuw Delft
Schieoevers Zuid
Buitenhof

Uitwerking op locaties

Nadat de drie opgaven op stedelijke schaal zijn uitgediept en in beeld gebracht, is het zinvol te onderzoeken wat een opgave op de schaal van een wijk of buurt concreet inhoudt. Welke mogelijkheden zijn er voor partijen op een bepaalde locatie om bij te dragen aan een energieneutrale of klimaatbestendige stad? Of om de economie vooruit te helpen en banen te scheppen? In het ontwerpend onderzoek zijn de langetermijnopgaven op drie locaties verder uitgewerkt: Nieuw Delft, Schieoevers Zuid en Buitenhof. In deze gebieden komen verschillende opgaven samen en kunnen wellicht cross-overs worden gemaakt. Wederom zijn eerst de systemen geanalyseerd en is vervolgens vanuit het gestelde doel naar de benodigde inspanningen toegewerkt. Waar zijn slimme integrale oplossingen aan de orde?

Nieuw Delft

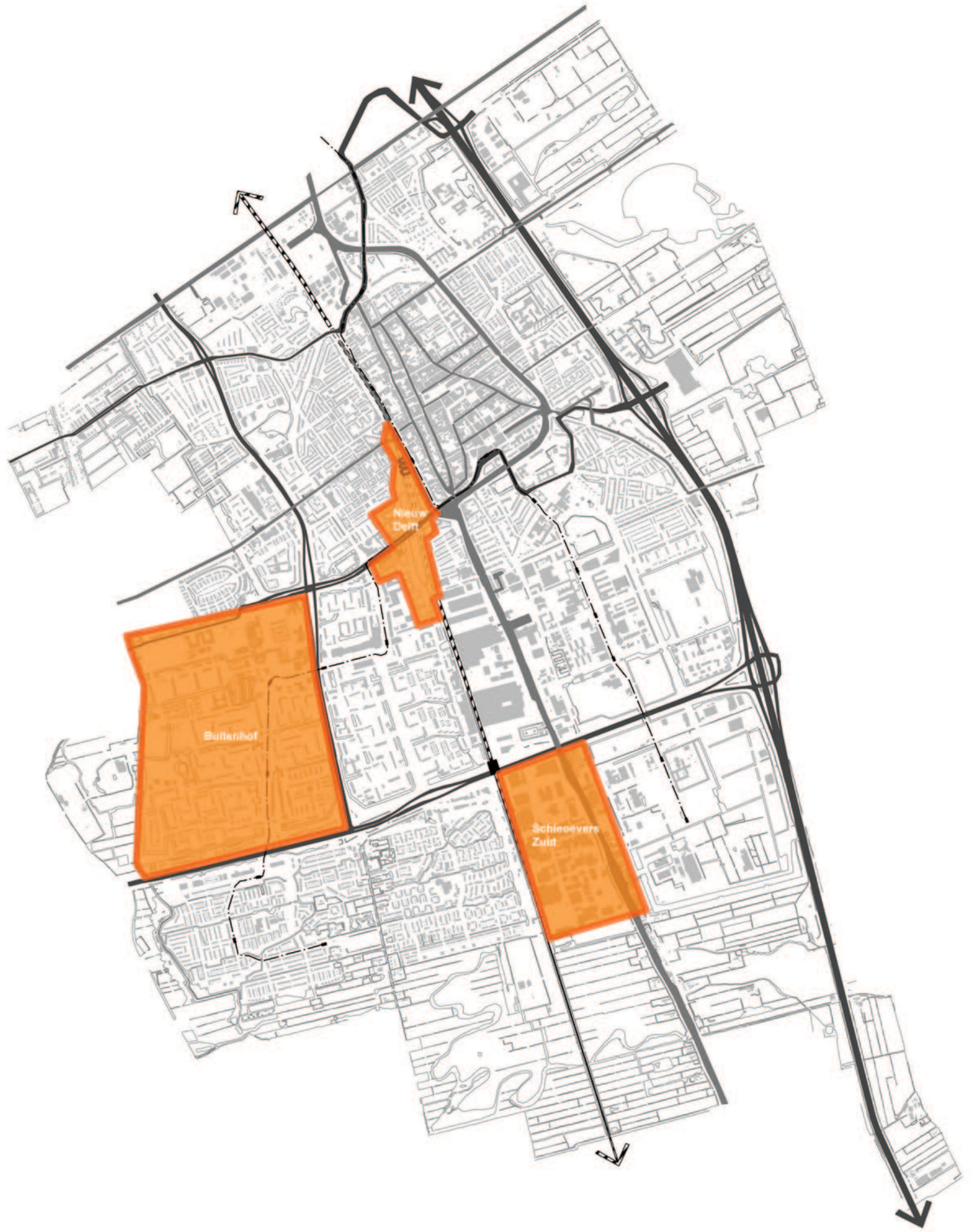
Nieuw Delft is van meet af aan in beeld als interessante locatie. Het te ontwikkelen gebied ligt in het hart van de stad en in de planvorming wordt een duurzame wijk en een behoorlijk aantal Smart City-oplossingen voorgesteld: duurzame warmte, decentrale sanitatie en een mobiliteitshuis. Uit de gesprekken met de projectleiders komen twee informatiebehoeften naar voren. Kan worden aangegeven hoe verschillende voorgenomen inspanningen bijdragen aan de doelen? Dit met het oog op het mogelijk terugschroeven van duurzaamheidsambities om financiële redenen. Ten tweede: voor welke bedrijven is het gebied interessant? Welk profiel zou Nieuw Delft dan moeten hebben? En hoe verhoudt Nieuw Delft zich als kantoren- en bedrijfslocatie tot andere locaties in de stad?

Schieoevers Zuid

Bedrijventerrein Schieoevers Zuid komt uit het ontwerpend onderzoek als locatie naar voren. Op deze locatie komt een aantal zaken bij elkaar. Zo is er door de grote hoeveelheid verharding en het weinige groen in het gebied sprake van hoge temperaturen op zomerse dagen. Daarnaast ligt het energieverbruik er hoog. Uit de uitwerking van het thema “energieneutraal” blijkt het terugdringen of verduurzamen van het zakelijk energieverbruik de voornaamste uitdaging. Schieoevers Zuid is hiervoor een uitstekende pilotlocatie. Verder is het gebied belangrijk voor werkgelegenheid, ook in het midden- en laagsegment. Door teruggelopen investeringen en toegenomen leegstand kan het gebied in een neerwaartse spiraal terechtkomen waardoor de werkgelegenheid afneemt.

Buitenhof

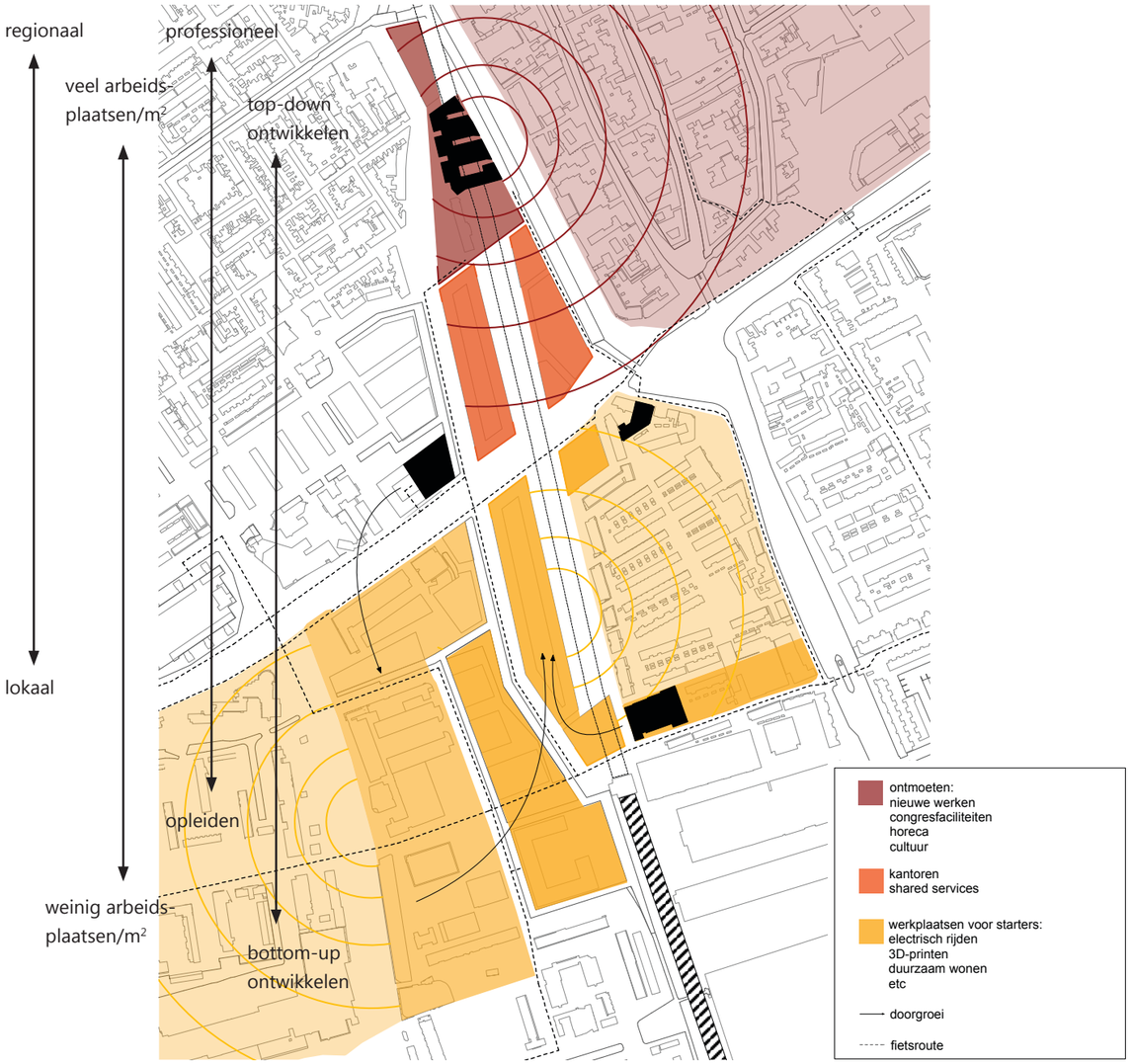
Buitenhof blijkt een interessante locatie vanwege de vraag naar de bruikbaarheid van de huidige groenstructuur voor sport en recreatie en de vraag of de Delftse kenniseconomie de hoge werkloosheid in deze wijk kan helpen verminderen.



4.4.1 NIEUW DELFT

Kenniseconomie als motor

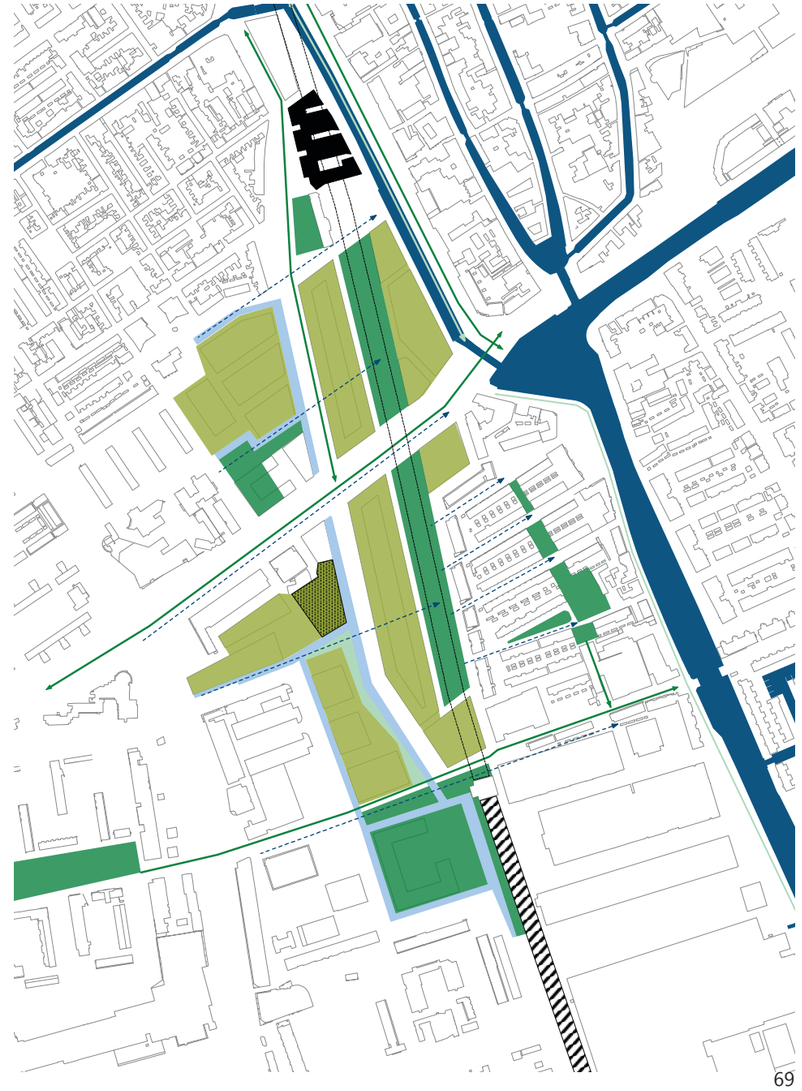
Nieuw Delft biedt mogelijkheden voor de ontwikkeling van een gemengd woon-werk-leermilieu, met effecten op de werkgelegenheid waar zowel de binnenstad als de gebieden Voorhof, Buitenhof en Schieoevers van kunnen profiteren. Verschillende typen bedrijven en faciliteiten kunnen hieraan bijdragen. In het gebied rond het station lijken bedrijven en diensten gericht op ontmoeten, zoals horeca, congres- en vergaderfaciliteiten, cultuur en het nieuwe werken het best op hun plaats. Het noordelijk deel van het Van Leeuwenhoekkwartier is meer geschikt voor kennisintensieve bedrijven die de nabijheid van openbaar vervoer en een levendige (binnen)stad waarderen. Dit zijn vaak bedrijven waarvoor veel jonge mensen werken, bijvoorbeeld in de ICT, de creatieve en de duurzaamheidsindustrie. Een dergelijke invulling van deze deelgebieden zorgt voor de aansluiting op het oude centrum van de stad, waar met name in de centrumrand en het creatief grachtengebied soortgelijke functies een plaats hebben. In het zuidelijk deel van het Van Leeuwenhoekkwartier kan ruimte komen voor bedrijven die een eigen (of gedeelde) werkplaats nodig hebben, voor startende bedrijven en voor gecombineerde leer-werkfaciliteiten. Hier kunnen leerlingen van de (v)mbo's, het High Tech Centre en de Betafactory stage lopen of zelf een bedrijf beginnen. Te denken valt aan bedrijven in de hightech-instrumentation, maakindustrie, duurzaamheidsindustrie en meet-en regeltechniek van duurzame systemen. Voor deze bedrijven is ook het gebied tussen Nieuw Delft en de Papsouwselaan interessant als vestigingslocatie. In deze gebieden is ruimte voor 2000-3000 nieuwe arbeidsplaatsen.



Klimaatbestendig

In Nieuw Delft liggen er kansen om overlast door hitte tegen te gaan. De hittekaart laat zien dat er in dit gebied hoge temperaturen optreden. Het park in Nieuw Delft kan verkoeling bieden, ook aan inwoners van de aanliggende wijken, door te kiezen voor een robuuste groene inrichting met grote bomen die voor koeling zorgen door schaduwwerking en verdamping. Diverse beplanting zorgt voor een gezonde bodem die water vast kan houden. Doordat planten dit water bij hitte de lucht inbrengen, ontstaat een goed microklimaat. Zowel het openbaar als het particulier groen kan bijdragen aan het verminderen van hittestress.

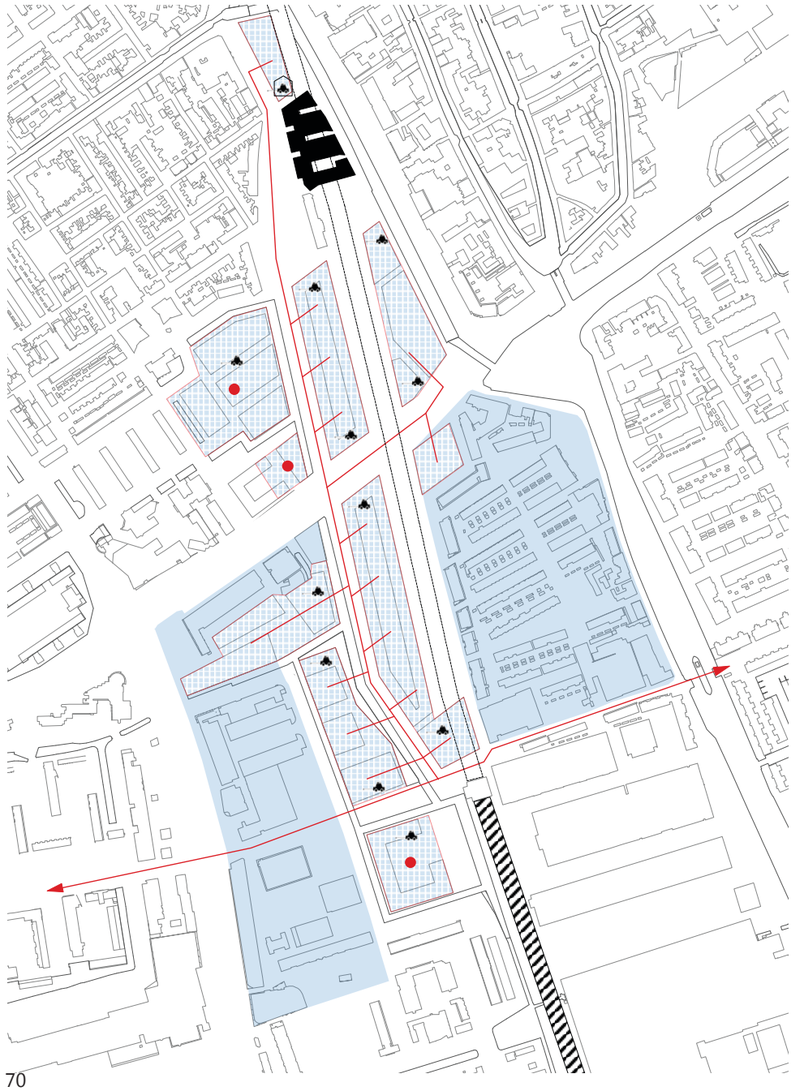
Om particulier groen voor dit doel in te zetten zouden in het kavelpaspoort prestaties kunnen worden vastgelegd met betrekking tot ontharding van tuinen, waterbestendig bouwen en het afkoppelen van hemelwater. Met dit soort maatregelen kan verstening en daarmee verhitting van de binnenterreinen van de bouwblokken voorkomen worden. In het watersysteem kan (extra) beplanting, drijvend of in holtes, met name bij de harde kades zorgen voor een verbetering van de waterkwaliteit en een toename van biodiversiteit. De diverse oost-westverbindingen in het gebied kunnen benut worden als windcorridor.



4.4.1 NIEUW DELFT

Energieneutraal

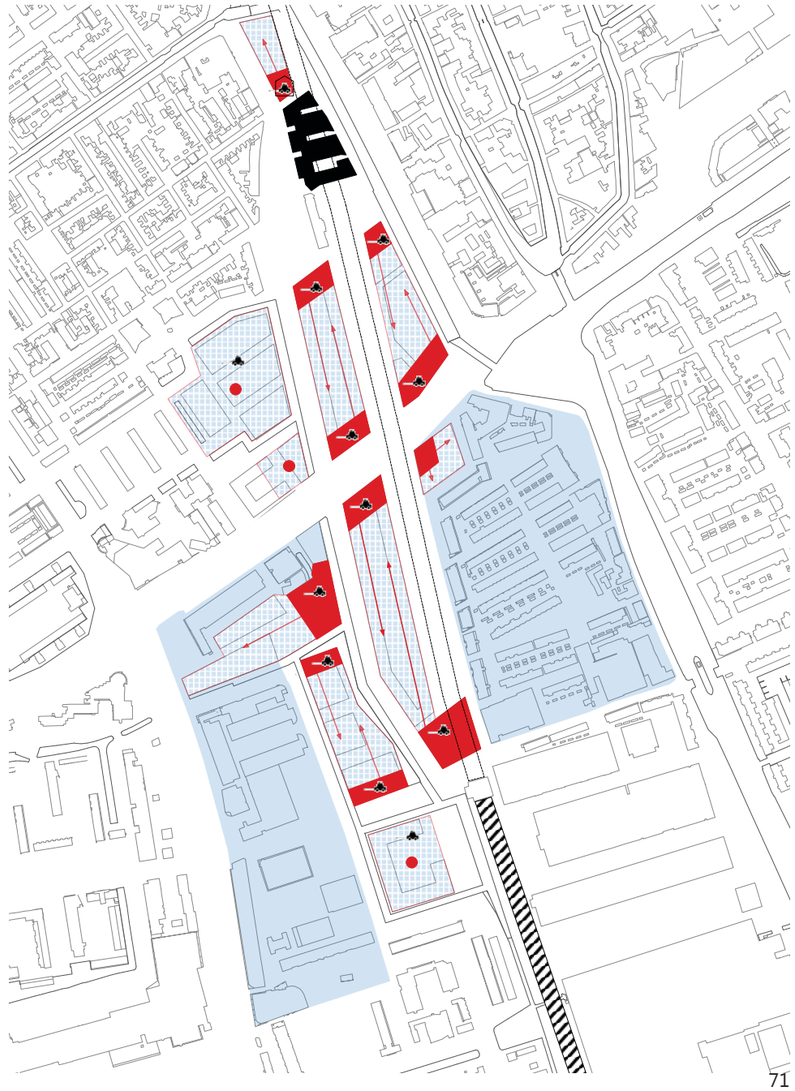
Voor Nieuw Delft zijn twee scenario's bedacht. In het eerste scenario wordt het gebied aangesloten op een warmtenet doordat het plan om restwarmte te benutten uit de geothermieput in de TU-wijk doorgang vindt of doordat restwarmte uit de Warmterotonde wordt benut. In het tweede scenario staan benutting van restwarmte in het gebied en uitwisseling van warmte tussen functies in het gebied centraal. Door in de programmering functies die restwarmte opleveren mee te nemen, zoals een supermarkt of een kas, kan aan de warmtevraag van de woningen worden voldaan. Daarnaast geldt: hoe energiezuiniger de woning- en utiliteitsbouw, des te minder warmte er nodig is. Om ook voor elektriciteit energieneutraal te worden kunnen alle gebouwen in het gebied voorzien worden van zonnecellen. Dit kan in het kavelpaspoort worden vastgelegd. Het autobezit in Nieuw Delft zal naar verwachting beperkter zijn dan in andere delen van de stad vanwege de directe nabijheid van openbaar vervoer. Op het gebied van elektrisch rijden kunnen op verschillende plaatsen Park&Charge-voorzieningen komen die bijdragen aan de afstemming van vraag en aanbod.



Cross-overs

Juist door werk, wonen, onderwijs en ontwikkeling van nieuwe producten en diensten in één gebied te combineren kunnen op alle terreinen stappen worden gemaakt. "Energieneutraal" en "klimaatbestendig" zijn thema's die ook op maatregelniveau te combineren zijn. Bijvoorbeeld door het combineren van groene daken met zonnepanelen. Dit leidt tot een hoger rendement van de panelen en het draagt bij aan waterberging en koeling. Cross-overs tussen beide thema's en werkgelegenheid ontstaan door concrete maatregelen in het gebied zelf en door clustering van bedrijven rond duurzame thema's in combinatie met, bijvoorbeeld, het Mobiliteitshuis, het High Tech Centre en de BetaFactory.

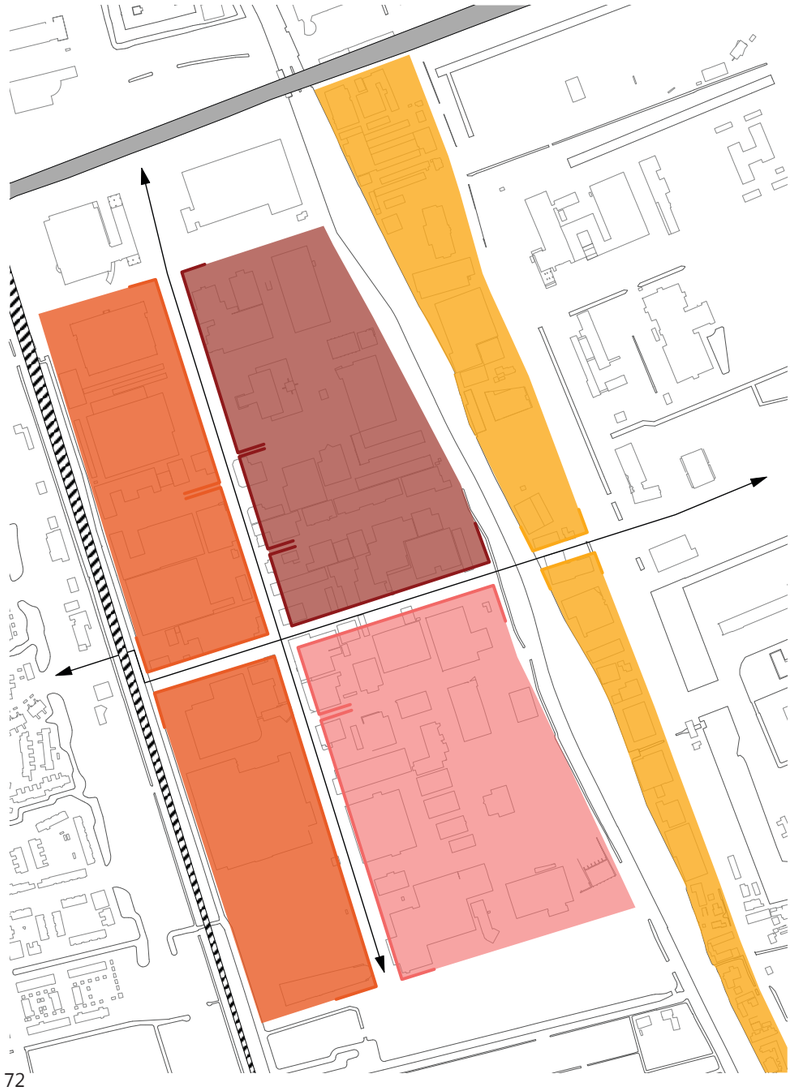
Het groene profiel van Nieuw Delft en de nabijheid van het Westland en het Oostland kunnen aanleiding zijn om bedrijven aan te trekken die werken aan innovaties in kassen. In een testkas in Nieuw Delft zouden bedrijven nieuwe systemen kunnen testen en omwonenden zelf voedsel kunnen verbouwen. De kas kan restwarmte leveren aan woningen in de omgeving. De Delftse Proeftuin genereert al aandacht voor stadslandbouw. Daarnaast zorgt meer werkgelegenheid in Nieuw Delft waarschijnlijk voor een verbetering van de modal split; er ontstaan minder nieuwe vervoersbewegingen dan wanneer deze werkgelegenheid in de periferie wordt ondergebracht.



4.4.2 SCHIEOEVERS ZUID

Kenniseconomie als motor

Schieoevers Zuid is een extensief bedrijventerrein met ruimte voor bedrijven tot en met milieucategorie 4. In het gebied neemt leegstand toe en nemen investeringen af. De verschillende typen bedrijven in het gebied vallen grofweg in vier categorieën : 'food', mobiliteit, bouw, en creatieve industrie en technische maakindustrie. Op 'food' na zouden deze bedrijven goed kunnen aansluiten bij ontwikkelingen in de stad om zo het gebied economisch te versterken. De aan de bouw gerelateerde bedrijven zouden kunnen inzetten op werkgelegenheid die ontstaat door inzet op de energie- en klimaatopgaven. Een scholings- en promotieprogramma in samenwerking met De Bouwcampus zou hiertoe een goede aanzet zijn. Voor de aan mobiliteit gerelateerde bedrijven schept de overgang naar elektrisch rijden mogelijke nieuwe kansen. Bedrijven in de maakindustrie kunnen aansluiten bij de ontwikkelingen rond het High Tech Centre. Als laatste bieden de loodsen en lege bedrijfspanden ruimte voor creatieve geesten en starters met grootse plannen maar weinig middelen. Het gebied is zeer geschikt voor proef- en pilotopstellingen maar wordt nog nauwelijks hiervoor gebruikt. Door vernieuwing van de Faradayweg (zoals beschreven in Gebiedsvisie Schieoevers 2030) ontstaan mogelijkheden voor uitwisseling van kennis en goederen met Technopolis. Deze nieuwe oost-westverbinding kan een drager zijn voor de eerste ontwikkelingen in het gebied en fungeren als een dwarsdoorsnede: de verschillende categorieën bedrijven krijgen er een plek. De goed georganiseerde bedrijvenkring Schieoevers zou een eerste aanspreekpunt kunnen zijn in de verdere uitwerking van ideeën voor dit gebied.



Klimaatbestendig

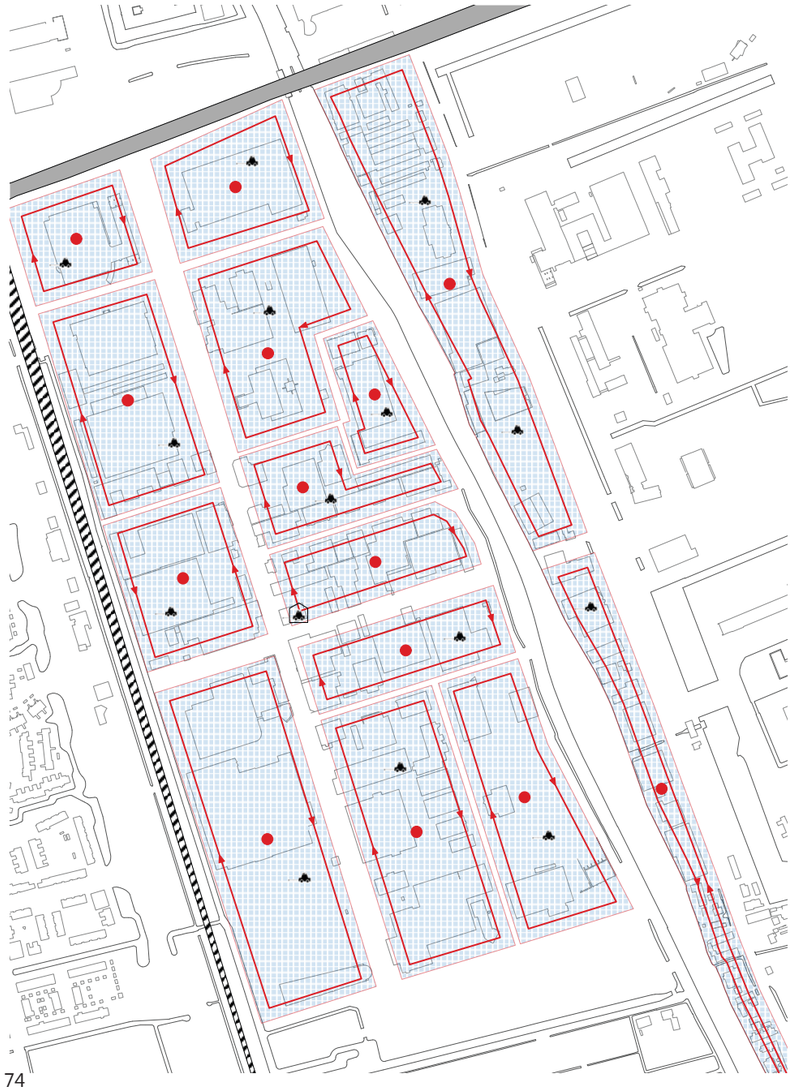
Het gebied is in hoge mate versteend. De temperatuur kan er zodoende hoge waarden bereiken; regenwater wordt niet in het gebied vastgehouden. Het inrichten van parkeerplaatsen met halfverharding kan de wateropname van de bodem helpen verbeteren. Daarnaast zouden op een aantal plaatsen groene pocketparken kunnen worden aangelegd die lokaal verkoeling bieden, voor vertraagde waterafvoer zorgen, fungeren als ontmoetingsplaats voor werknemers en als minibiotoop voor dieren en planten. Wanneer deze pocketparken ook aan de heringerichte Schieweg liggen kan langzaam maar zeker een robuuste groenstructuur in het gebied vorm gaan krijgen. Hetzelfde geldt voor de oever langs de Schie. Door aanplant van meer bomen ontstaat een schaduwrijke route die op hete dagen verkoeling kan bieden. Op gebouwen kunnen groene daken bijdragen aan een vertraagde waterafvoer, een daling van de omgevingstemperatuur, een toename van de biodiversiteit en de isolering van het gebouw. Bij bestaande bouw sluit de draagconstructie vaak groene daken uit, maar voor nieuwbouw zouden groene daken (eventueel gecombineerd met zonnepanelen) als uitgangspunt kunnen gelden.



4.4.2 SCHIEOEVERS ZUID

Energieneutraal

Voor Schieoevers Zuid zijn een individueel en een collectief systeem verkend. In het individuele systeem maken bedrijven zo veel mogelijk gebruik van warmte en koude uit de gebouwschil en de buitenruimtes. Juist door de hoge mate van verstening in dit gebied wordt warmte vastgehouden in de gevels van gebouwen en het oppervlak van wegen. In dit scenario is verder ook per bedrijvencluster een wko (warmte-koudeopslag) met warmtepomp nodig. In het collectieve systeem wordt uitgegaan van een warmtenet dat gevoed wordt door geothermie of door restwarmte uit de Warmterotonde. Een andere mogelijkheid betreft het benutten van warmte uit de Schie; het water fungeert dan als een wko voor het hele gebied. Voor zowel het individuele als het collectieve systeem geldt dat er ook goed naar de mogelijkheden voor energiebesparing, isolatie in het bijzonder, gekeken moet worden. Op alle daken zouden zo veel mogelijk zonnepanelen aangelegd moeten worden, om in de eigen elektriciteitsbehoefte te voorzien. Op alle parkeerplaatsen kunnen Park&Charge-faciliteiten komen. Een mobiliteitshuis waar men vervoersmiddelen deelt, draagt bij aan de vermindering van automobiliteit.



- warmte/koude uit oppervlak + WKO
- stimuleren pv op het dak
- mobiliteitshuis
- elektrisch laden en leveren

Cross-overs

Op eenzelfde manier als in Nieuw Delft is voor Schieoevers Zuid een cross-over van werkgelegenheid en verduurzaming mogelijk; door aan te sturen op verduurzaming van bedrijfspanden en buitenruimten ontstaat werkgelegenheid. Idealiter vullen bedrijven deze opgave zelf in en integreren ze de opgedane kennis in de bedrijfsvoering. Om dit te bewerkstelligen kan het volgende model uitkomst bieden: de aan de bouw gerelateerde bedrijven worden opgeleid in het verduurzamen van gebouwen en brengen het geleerde, als tegenprestatie, voor de eigen bedrijfspanden in de praktijk. Op eenzelfde manier kunnen de autobedrijven een omschakeling maken naar duurzame mobiliteit.

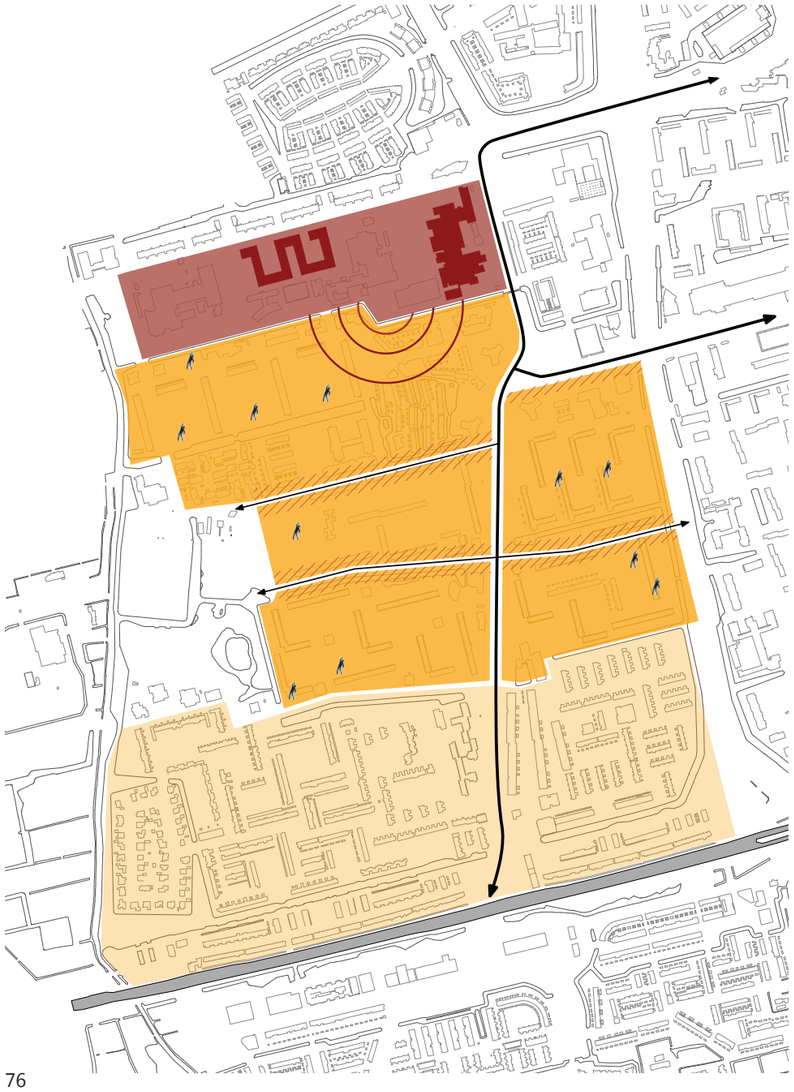


- aansluiting warmtenet
- pv op het dak stimuleren
- geothermieput
- WKO
- mobiliteitshuis
- electrisch laden en leveren

4.4.3 BUITENHOF

Kenniseconomie als motor

Buitenhof biedt verschillende mogelijkheden voor extra werkgelegenheid door koppeling aan de kenniseconomie. Het terrein dat vrijkomt naast de nieuwbouw van het Reinier de Graaf ziekenhuis kan bijdragen aan de vorming van een regionale 'zorgcampus': door vestiging van start-ups en bedrijven in de medische technologie kan hier nieuwe werkgelegenheid ontstaan. Maar ook de lokale werkgelegenheid, in een gebied met relatief veel laagopgeleide mensen, kan baat hebben bij deze koppeling. Ten eerste kan een fysieke relatie tussen de nieuwe zorgcampus en het bestaande winkelcentrum nieuwe mogelijkheden met zich meebrengen voor ondernemers in horeca en andere ondersteunende diensten (zoals kinderopvang, kappers). Ten tweede kan wonen met zorg in de wijk gestimuleerd worden, waarbij de zorg lokaal wordt verleend en gecoördineerd. Door aan zorg gerelateerde functies in de wijk te plaatsen, ontstaat er mogelijk meer contact tussen bewoners onderling en ontstaat er nieuwe werkgelegenheid door vragen van ouderen naar vervoer, ontmoeten en andere diensten; een lokale zorgeconomie. Ten derde is de koppeling met bedrijven in de maakindustrie, installatietechniek en bouw interessant omdat deze banen hebben voor mensen met een lage of middenopleiding. Deze bedrijven bevinden zich nu met name in het gebied Schieoevers. Nieuw Delft en het gebied rond de Papsouwselaan kunnen de brug vormen tussen deze bedrijven en de werkzoekenden in Buitenhof. Dit zal met name voor jongeren en scholieren gelden omdat zij via de programma's van de (v)mbo's, zoals het High Tech Centre, met dergelijk bedrijven in contact komen.



Klimaatbestendig

Door via het bestemmingsplan de groengebieden in de wijk ook voor andere functies in aanmerking te laten komen (sport en spel, eetbaar groen), kan een preventief gezondheidseffect ontstaan. Dit sluit goed aan bij de zorgvraag in de wijk. Door deze groengebieden met elkaar en het groene buitengebied te verbinden, ontstaat een robuuste structuur die het gebruik van groen in én om de stad stimuleert. De wijk kampt met een hoog grondwaterpeil en ook hiervoor kunnen de groengebieden een (deel van de) oplossing bieden. Bij de inrichting van de groengebieden moet deze dubbelfunctie genoeg aandacht krijgen, zodat het groen ook gedurende natte perioden zijn gebruiksfunctie behoudt. Een en ander is mogelijk door hoogteverschillen aan te brengen en te werken met verschillende typen ondergrond en verschillende typen beplanting. In het zuidelijk deel van Buitenhof ligt de prioriteit bij het waterbestendig maken van de bestaande bebouwing en het toevoegen van extra oppervlaktewater.



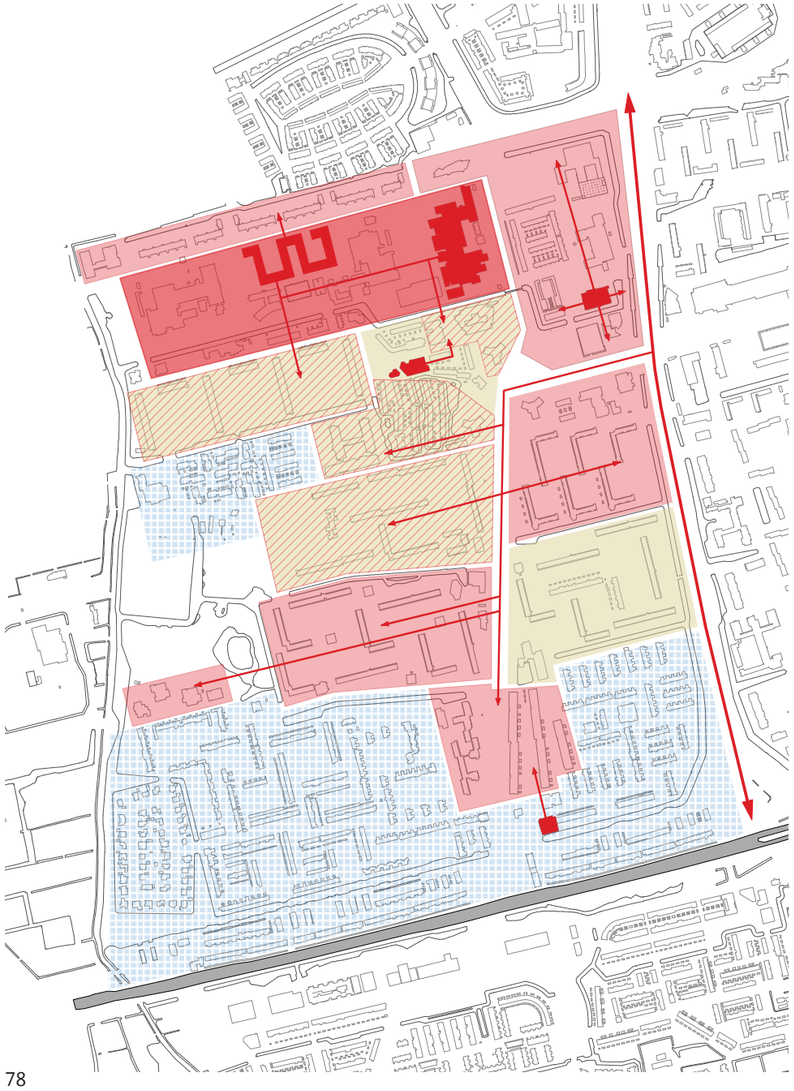
4.4.3 BUITENHOF

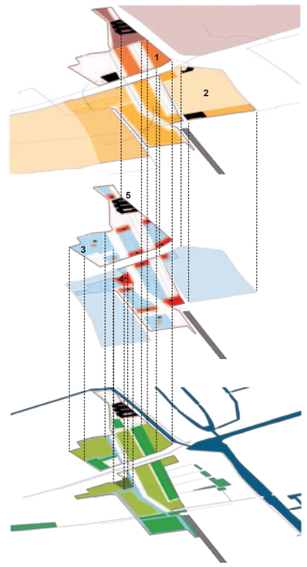
Energieneutraal

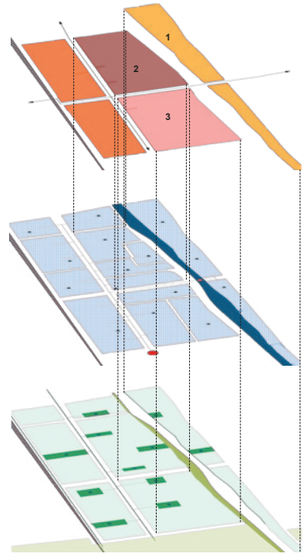
Er zijn verschillende mogelijkheden om de verschillende buurten in Buitenhof energiezuiniger te maken. Een aantal buurten kan, zonder al te veel ingrepen aan de bebouwing, op een warmtenet aangesloten worden, dat gevoed wordt door de Warmterotonde. Het Reinier de Graaf ziekenhuis en de omliggende zorgcampus zouden gebaat kunnen zijn met geothermie. De restwarmte van dit terrein zou vervolgens in de omliggende wijken ingezet kunnen worden. Ook de in de wijk aanwezige supermarkten en het crematorium zijn potentiële restwarmteleveranciers. Voor een aantal wijken levert inzetten op besparing (met name door isoleren) veel op. In buurten met veel particulier woningbezit kan tevens plaatsing van zonnepanelen op daken worden gestimuleerd.

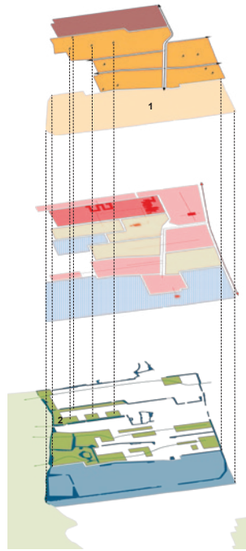
Cross-overs

Ook in Buitenhof kan verduurzaming van de woningvoorraad werkgelegenheid opleveren voor (lokale) aannemers. Vooral in het zuidelijk deel van de wijk liggen deze dwarsverbanden voor de hand. Een andere cross-over betreft de groengebieden. Aan de randen van groengebieden kunnen ondernemingen gericht op gezondheid en sport een plaats krijgen en zo bijdragen aan de functie van het gebied.









4.4.4 OVERZICHT
CROSS-OVERS

Nieuw Delft

1. Werk, wonen, onderwijs en ontwikkeling van nieuwe producten en diensten op het gebied van duurzaamheid dragen bij aan het energieneutraal en klimaatbestendig maken van de wijk- en vice versa (geldt voor alle kavels). > algemeen
2. De ontwikkelingen op het gebied van duurzaamheid in Nieuw Delft kunnen zorgen voor trickle-down effecten op het gebied van (ver)bouw in de omliggende wijken. > algemeen
3. De combinatie van groene daken met zonnepanelen zorgt voor een hoger rendement van de panelen en draagt bij aan waterberging en koeling (geldt voor alle kavels). > specifiek
4. Een stadskas kan restwarmte leveren aan woningen. > specifiek
5. Meer werkgelegenheid nabij het station in Nieuw Delft zorgt voor minder autobewegingen in de stad. > specifiek

Schieoevers Zuid

1. Creatieve en technische innovaties op het gebied van duurzaamheid dragen bij aan het energieneutraal en klimaatbestendig maken van het bedrijventerrein – en vice versa (geldt voor alle kavels). > algemeen
2. De autobedrijven in het gebied kunnen bijdragen aan de overstap naar duurzame mobiliteit. > specifiek
3. De bouw- en installatietechnische bedrijven in het gebied kunnen bijdragen aan het verminderen van hittestress en de opvang van regenwater in het gebied. > specifiek

Buitenhof

1. Het energieneutraal en klimaatbestendig maken van de bestaande woningvoorraad levert werkgelegenheid op voor lokale aannemers. > algemeen
2. De groengebieden dragen bij aan het oplossen van de wateropgave en leveren tegelijkertijd een bijdrage aan de werkgelegenheid in de wijk door ruimte te bieden voor ondernemingen gericht op sport en gezondheid. > specifiek

Instrumenten voor een slimme stad

TNO heeft in 2013 en 2014 een Smart City Flagship-project uitgevoerd. In dit project is instrumentarium ontwikkeld dat de complexiteit van de stad hanteerbaar maakt en het makkelijker maakt om integraal beleid te ontwikkelen en uit te werken. De instrumenten zouden inzicht moeten geven in een effectieve besteding van middelen ten behoeve van de langetermijndoelen van de stad. In Delft Smart City is in beide workshops succesvol met het Smart City Gameboard gewerkt. Ook zijn de mogelijkheden van Urban Strategy en het Smart City Dashboard gepresenteerd.

Smart City Gameboard

Het Smart City Gameboard geeft een overzicht van samenhangende variabelen voor een duurzame, leefbare en economisch vitale stad. Deze zijn onderverdeeld in zes domeinen, gebaseerd op de theorie van Boyd Cohen: Environment, Governance, Living, Economy, Mobility en People. In het domein Mobility bevinden zich bijvoorbeeld de variabelen bereikbaarheid, parkeervoorziening en autobezit. Van de relaties tussen variabelen is aangegeven of ze positief of negatief zijn, wat de snelheid van het effect is en hoe sterk de relatie is. Het Smart City Gameboard kan als instrument worden ingezet om een strategische discussie te voeren over de integrale impact van een beleidsmaatregel of project.

Inzet in workshops

In de eerste en tweede workshop van Delft Smart City is met het gameboard gewerkt. Voor de projecten/beleidslijnen TIC-Delft, Zorg&Techniek, Nieuw Delft, Uitvoeringsprogramma Delft Energieneutraal 2050, Afvalbeleid, en Groen- en Waterbeleid zijn de volgende stappen doorlopen:

1. Bespreken langetermijndoelen van het project en deze vertalen in variabelen.
2. Bespreken van de prestaties of inspanningen van het project/beleid en deze vertalen in variabelen.
3. Bekijken of er een relatie is tussen de inspanningsvariabelen en de doelvariabelen en hoe deze relatie loopt (direct of via andere variabelen).

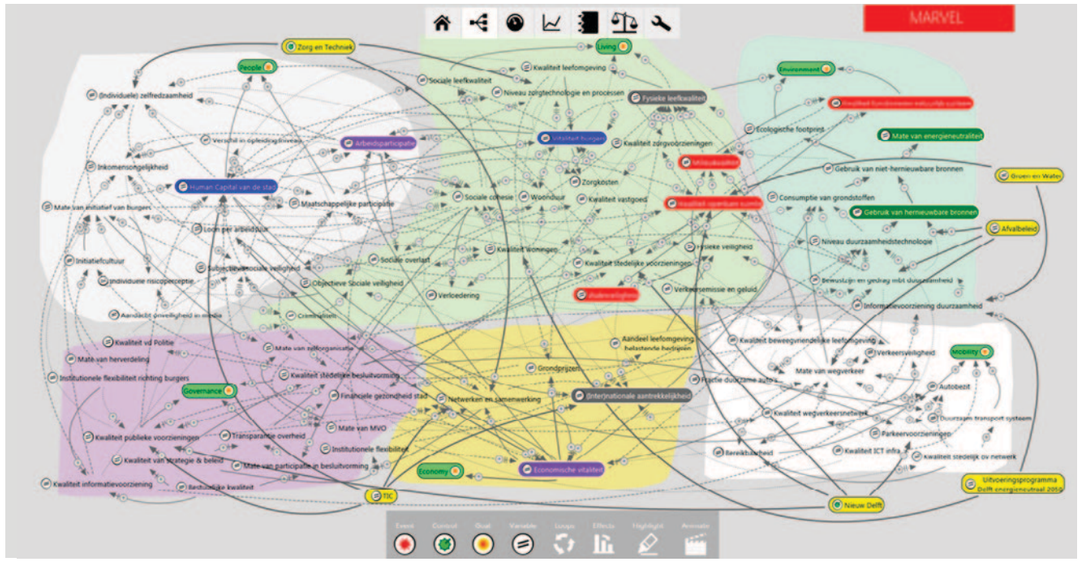
Voorbeeld 1
Het Uitvoeringsprogramma Delft Energieneutraal 2050 heeft als doelvariabele “mate van energieneutraliteit”. Eén van de inspanningsvariabelen is “informatievoorziening duurzaamheid”. De relatie tussen deze twee variabelen is niet direct, maar loopt via twee andere variabelen:

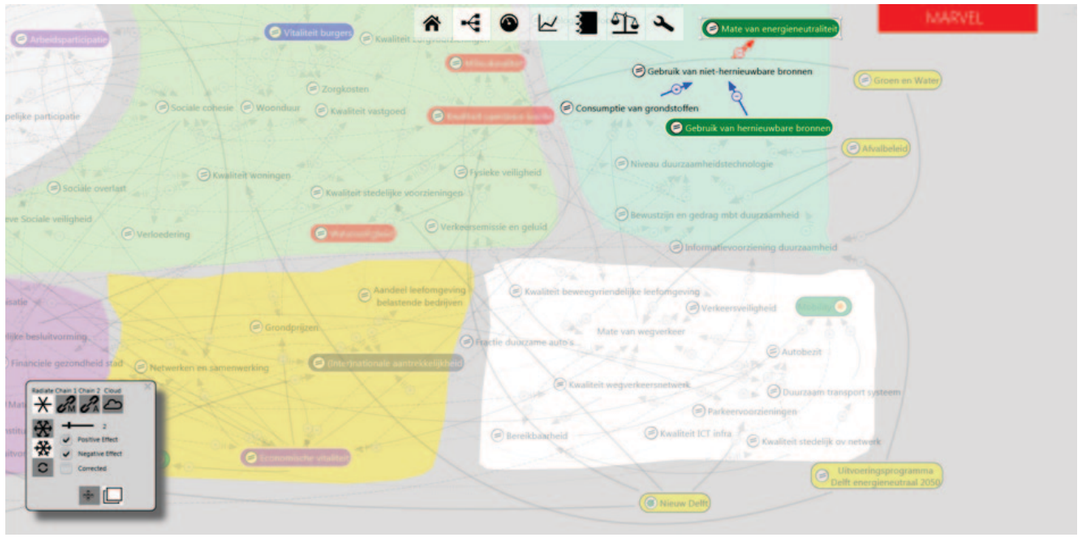
Informatievoorziening duurzaamheid -> bewustzijn en gedrag m.b.t. duurzaamheid -> gebruik van hernieuwbare bronnen -> mate van energieneutraliteit.

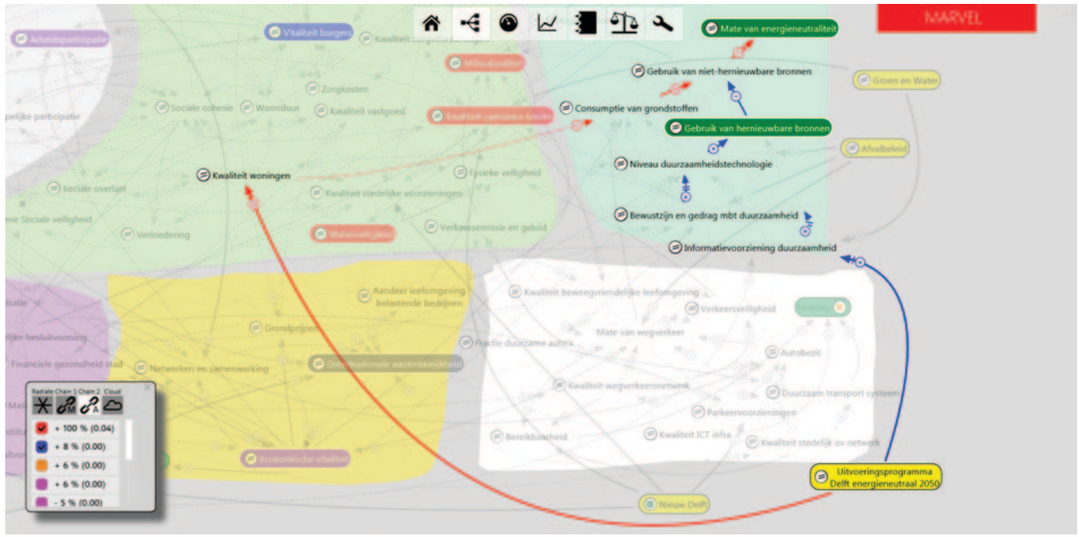
Dit is een voorspelbare route. Interessanter is om te zien dat niet alleen de beleidsmedewerkers van het Uitvoeringsprogramma Delft Energieneutraal, maar ook de beleidsmedewerkers van het Afvalbeleid, het Groenbeleid en het Waterbeleid “informatievoorziening duurzaamheid” als inspanningsvariabele benoemden. Mogelijk liggen hier kansen voor een gezamenlijke aanpak.

Voorbeeld 2
Een tweede bevinding uit de gameboardsessie is dat bij het bekijken van de inspanningsvariabelen van Zorg&Techniek en TIC-Delft bleek dat beide inspanningen pleegden in de domeinen People, Economy, Governance en Living maar dat de domeinen Environment en Mobility door beide niet geraakt werden. Omdat juist in deze domeinen zich grote opgaven bevinden (energieneutraal, klimaatbestendig) is het mogelijk interessant de netwerk-aanpak van Zorg&Techniek en TIC-Delft uit te breiden naar, of meer te richten op de domeinen Environment en Mobility.

Gameboard als discussie-instrument
Deelnemers hebben het werken met het gameboard positief ervaren. Het feit dat er realtime met het gameboard gewerkt kan worden toont de kwaliteit van de software en de bedieners van het model. Het gameboard stelt gebruikers in staat om op een hoog abstractieniveau na te denken over doelen, beleid en inspanningen. Doordat het instrument relaties tussen verschillende (beleids)domeinen toont, ontstaat zicht op mogelijke kruisverbanden. Het nadeel van het gameboard is dat er aan de gevonden relaties geen waarde toegekend wordt, waardoor onduidelijk blijft in welke mate de variabele bijdraagt aan het doel. Ook is er geen compleet beeld van alle variabelen die nodig zijn om het doel te bereiken. Hierdoor ontstaat het gevaar dat het dashboard slechts gemaakte keuzes bevestigt zonder een goed beeld te geven van de context waarbinnen de relatie optreedt. Het gameboard is dan ook vooral een discussie-instrument en geen afwegingsinstrument.







[screenshots van het Smart City Gameboard]

Smart City Dashboard

Voor het project Delft Smart City heeft TNO een ontwerp gemaakt van een Smart City Dashboard. In dit dashboard kan informatie worden opgenomen die op verschillende beleidsniveaus gebruikt kan worden.

Algemene prestatie
Het Algemene prestatie-dashboard bestaat uit een overzicht op basis van een generieke set indicatoren. Ook kan een vergelijking worden gemaakt met andere, vergelijkbare gemeenten aan de hand van een benchmark op deze indicatoren. Deze informatie kan in de beleidsvoorbereidingsfase gebruikt worden voor probleemidentificatie.

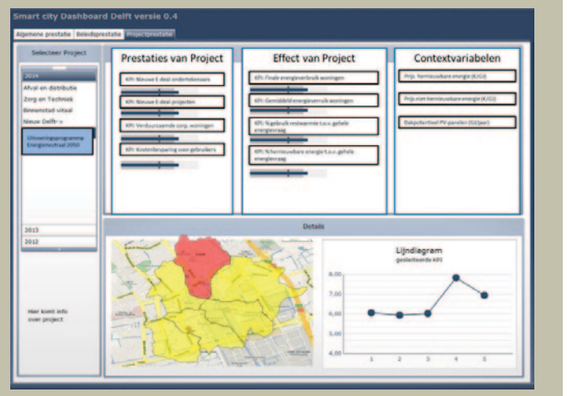
Prestatie op beleidsdoelstellingen
Elke gemeente hanteert eigen speerpunten en vertaalt deze naar specifieke beleidsdoelen. Met het Beleidsprestatie-dashboard worden deze indicatoren inzichtelijk gemaakt en kan de ontwikkeling ervan worden gemonitord. In de beleidsevaluatie kan de informatie gebruikt worden om bijsturing van beleid voor te stellen.

Prestatie van specifieke beleidsmaatregelen
Het Projectprestatie-dashboard verschaft inzicht in de prestaties van een project ten aanzien van projectdoelstellingen en strategische doelen. Deze informatie kan gebruikt worden voor monitoring en bijsturing van het project in de beleidsuitvoering.

TNO ziet mogelijkheden om dit instrumentarium samen met andere steden en (regionale) overheden verder te ontwikkelen en wil hiervoor komende tijd de blik naar buiten richten om partners en stakeholders te vinden.



[screenshot Dashboard algemene prestatie]



[screenshot Dashboard projectprestatie]

Urban Strategy

Urban Strategy is een interactief instrument voor ruimtelijke planvorming, waarin een grote hoeveelheid van de bij TNO beschikbare rekenmodellen voor de stedelijke omgeving bij elkaar worden gebracht. Zo kun je met Urban Strategy bijvoorbeeld de te verwachten luchtkwaliteit bij aanleg van een nieuwe weg modelleren. In verschillende sessies is met TNO de mogelijkheid bekeken om Urban Strategy in te zetten voor Delft Smart City. Bijvoorbeeld om te analyseren hoe maatregelen voor en kosten van 'energielabel', 'dakoppervlak' en 'potentie voor aanleg warmtenet' zich binnen "energieneutraal" tot elkaar verhouden. In de tweede workshop heeft TNO laten zien hoe dit zou kunnen werken. Binnen de scope van het project is het niet gelukt om met echte Delftse data te werken.



[screenshot Urban Strategy]

6 CONCLUSIES

Delft Smart City

Wat kunnen recente ontwikkelingen onder de noemer ‘Smart City’ voor Delft betekenen? Dit in het licht van de toenemende complexiteit van opgaven waarvoor de stad zich ziet gesteld, veranderende maatschappelijke verhoudingen, de rol van de gemeentelijke overheid en haar behoefte aan een zo efficiënt mogelijke inzet van de beschikbare middelen. Deze kennisvraag gaf aanleiding tot het onderzoeksproject Delft Smart City. Hierin is bewust gekozen om de Smart City als een strategisch vraagstuk te beschouwen. Slimme technische oplossingen zijn er genoeg, maar welk probleem wil je oplossen? Met andere woorden, vanuit de opgave zoek je de meest slimme middelen.

De Delftse visie op Smart City, zoals deze voor het project geformuleerd is, houdt in dat een toekomstbestendige stad op drie pijlers rust: systemen, mensen en middelen. Die pijlers worden door integraal werken, een proces van samenbrengen en governance met elkaar verbonden.

Wat levert het op?

In het project is een werkwijze ontwikkeld om te werken aan het toekomstbestendig maken van de stad. De basis van de werkwijze is ontwerpend onderzoek, aangevuld met andere methodieken. Tijdens dit proces zijn voor de onderzochte thema’s en locaties inhoudelijk nieuwe inzichten ontwikkeld.

Ontwerpend onderzoek
Drie langetermijndoelstellingen van de stad - energieneutraal, klimaatbestendig en de kenniseconomie als motor - zijn op eenzelfde systematische manier onderzocht. Telkens zijn de relevante systemen in de stad geanalyseerd en gevisualiseerd. Aan de hand hiervan is de opgave uiteengerafeld in doelen en inspanningen en zijn de hiervoor benodigde systemen, mensen en middelen aangegeven.

“Energieneutraal” en “klimaatbestendig” zijn beide thema’s die zich in het ruimtelijk domein manifesteren en waar al vaker ontwerpend onderzoek naar gedaan is. Voor “kenniseconomie als motor” is dit niet het geval. Uit dit project blijkt dat ontwerpend onderzoek ook voor niet-ruimtelijke thema’s tot interessante bevindingen kan leiden. Ten tweede toont het onderzoek aan dat de kenniseconomie zich wel degelijk ruimtelijk manifesteert. Met name de werkgelegenheidseffecten die te verwachten zijn door een toename van consumentendiensten vragen om een fysieke verbinding tussen consumenten en diensten. Door de verschuiving van een industriële naar een dienstenconomie waarin netwerken steeds belangrijker worden en de grenzen tussen publiek en privaat domein vervagen, zal de fysieke ruimte hierop ingericht moeten worden. Ontwerpend onderzoek kan daarmee in het actuele debat over werkgelegenheid een brug vormen tussen de onderzoeksrapporten van economen en de vertaling hiervan naar concrete maatregelen in de stad. Niet alleen in Delft maar ook in andere steden.

Cross-overs
De inhoudelijke bevindingen voor de drie thema’s en de uitwerking van die thema’s op verschillende locaties zijn in hoofdstuk 4 beschreven. De geconstateerde cross-overs (dwarsverbanden) op verschillende schaalniveaus bieden handelingsperspectieven voor verschillende partijen in de stad én aanknopingspunten voor beleid. De gevolgen van klimaatverandering, zoals overstroming en hittestress, brengen economische en gezondheidsschade met zich mee. Energieneutraliteit is uiteraard het belangrijkste middel om verdere klimaatverandering door CO_2-uitstoot af te remmen en de nadelige gevolgen ervan te beperken. Zowel de energietransitie als klimaatadaptatie bieden kansen voor werkgelegenheid. Klimaatadaptatie kan behalve aan werkgelegenheid indirect bijdragen aan de economie doordat het vestigingsklimaat wordt verbeterd. Ook kan klimaatadaptatie bijdragen aan vermindering van het energieverbruik. Een sterke economie biedt burgers en bedrijven bovendien de financiële ruimte om zelf de maatregelen te nemen die nodig zijn om de stad energieneutraal en klimaatbestendig te maken.

Governance
Voor alle drie de thema’s zijn de stromen, infrastructuur, mensen en middelen beschreven. De systemen die van toepassing zijn op “energieneutraal” en “klimaatbestendig” zijn in hoge mate overeenkomstig in hun functioneren. Er is sprake van infrastructuur die wordt beheerd en er worden producten of diensten geleverd aan eindgebruikers. Een belangrijk verschil tussen de verschillende systemen betreft de overgang van eigenaarschap van overheid naar markt. Bij het watersysteem gebeurt dat pas op het laatste moment, terwijl de markt voor energie vrij vooraan in het systeem aan zet is. Voor economie heeft de overheid helemaal geen eigenaarschap, en oefent alleen indirecte invloed uit. Ook zijn er verschillende manieren waarop de opgave vanuit de rijksoverheid bij de gemeenten terechtkomt. Binnen deze context dienen lokale overheden zo goed als mogelijk voor hun eigen grondgebied belangen te behartigen en doelstellingen te realiseren. Dat deze belangen en doelstellingen vaak de gemeentegrenzen overstijgen, is een groeiend inzicht. Regionale samenwerking wint dan ook aan populariteit. Het schaalniveau van de regio is groot genoeg om kennis en middelen gezamenlijk efficiënter in te kunnen zetten en klein genoeg om de lokale problematiek niet uit het oog te verliezen.

Switchboard
Voor elke opgave heeft de lokale overheid te maken met een veranderend speelveld. Welke directe invloed heeft zij vanuit haar kerntaken, welke handvatten geeft het landelijk beleid en welke initiatieven spelen er in stad en regio? Voeg hieraan de complexiteit van de opgave zelf toe en dan wordt duidelijk hoe lastig het is om een lijn van opeenvolgende stappen te definiëren waarlangs de opgave kan worden ingevuld. Het proces kan beter vergeleken worden met een switchboard: we kennen onze beginsituatie en we weten ook waar we willen uitkomen. Op de weg ernaartoe zullen ontwikkelingen plaatsvinden die zowel binnen als buiten de invloedssfeer van de gemeente vallen. Deze ontwikkelingen zijn als de schakelaars op het switchboard. Via welke “schakeling” de route uiteindelijk loopt is nu nog niet te zeggen. Door steeds een actueel overzicht te hebben van de opgave en het veranderende speelveld kunnen keuzes worden onderbouwd.

Wat kun je ermee ?

Deze studie biedt inzicht in de samenstelling en complexiteit van de opgaven die voortkomen uit drie strategische beleidsdoelen van de gemeente Delft. Ook geeft de studie aan in welke richtingen oplossingen kunnen worden gezocht, waar zich kansen voordoen om integraal en doelmatig te werken, en welke partijen, middelen en systemen hiervoor nodig zijn. Deze informatie kan op verschillende manieren gebruikt worden.

Slimme inzet van mensen en middelen
De gemeente kan op basis van deze informatie duidelijke keuzen maken ten aanzien van de inzet van middelen en capaciteit op de onderzochte thema’s en locaties en zo een goede invulling geven aan haar regierol. Het krachtenveld verschilt immers per opgave. De oefening met betrekking tot de governance-kwadranten kan dienstdoen als instrument om de gemeentelijke rol voor de verschillende thema’s scherp te krijgen.

Meten en monitoren
De schematische overzichten voor elk thema zijn bij uitstek geschikt om naast het meetbaar bestuursprogramma te worden gelegd. Zo wordt duidelijk voor welk deel de inspanningen in het meetbaar bestuursprogramma bijdragen aan de totale opgave. Tijdens het project is met die intentie al een korte exercitie uitgevoerd; dit zou in een vervolg verder uitgewerkt kunnen worden. Dit sluit aan bij de oefening die met TNO gedaan is ter ontwikkeling van een Smart City Dashboard. Om hier een stap verder mee te komen zijn meetbare, kwantitatieve indicatoren (KPI’s) nodig die de relatie tussen doel en inspanning kunnen laten zien. De twee schematische overzichten per thema kunnen hiervoor als basis fungeren.

Methode toepassen op andere beleidsdoelstellingen
De ontwikkelde methode kan toegepast worden op andere doelstellingen van de gemeente Delft. De analyse van de kenniseconomie als motor laat zien dat de methode niet alleen geschikt is voor thema’s die een sterke relatie hebben met het ruimtelijk domein. Te denken valt aan de thema’s ‘innovatie sociaal domein’ of ‘bereikbaarheid’.

Aan de slag met de inhoudelijke inzichten
De inhoudelijke inzichten voor de drie thema’s en de onderzochte locaties kunnen verwerkt worden in het beleid en gebruikt worden bij de uitvoering van beleid en projecten. Bijvoorbeeld de rol die Nieuw Delft kan spelen bij het versterken van de werkgelegenheid en de voorgestelde verkleuring van type bedrijven in het gebied. Deze informatie kan gebruikt worden als startpunt van gesprekken of workshops met bedrijven en kennisinstellingen die ertoe dienen om gezamenlijk een groeimodel voor het gebied te bedenken waarin iedere partij zijn eigen rol kan definiëren.

Integraal werken
De studie laat zien dat de inspanningen die nodig zijn om langetermijndoelen te bereiken zich over verschillende sectoren uitspreiden. Neem klimaatadaptatie, dat drie sectoren aangaat: water, groen en ruimtelijke ordening. Aandacht voor de eigen (sectorale) inspanningen is belangrijk, maar beseffen van welk groter (integraal) geheel die inspanning onderdeel uitmaakt, is misschien nog wel belangrijker. De informatie in deze studie kan de blik helpen verbreden en verduidelijken hoe de eigen rol zich verhoudt tot de gedeelde opgave. Dit geldt niet alleen voor de gemeentelijke organisatie, maar voor alle partijen die een rol kunnen en willen spelen in het toekomstbestendig maken van de stad.

De samenleving activeren
Inzicht in de omvang en complexiteit van langetermijndoelen voor de stad is waardevol voor alle partijen die de stad maken: de overheid, burgers, maar ook kennisinstellingen, scholen, bedrijven en organisaties. De gemeente biedt met deze gedegen (systeem)analyse en verkenning van mogelijke strategieën een openingsbod voor partijen om cross-sectoraal, integrerend – zo mogelijk gebiedsgericht – initiatieven te ontwikkelen en (technologische) innovaties gericht in te zetten. Omdat geen blauwdruk van een oplossing wordt geboden, maar informatie over wat de opgave is, kunnen partijen vanuit hun eigen kracht en expertise met oplossingen komen. Gezamenlijk kunnen zij bepalen op welke manier zij de opgave willen aanpakken en (tussen)-doelen gaan realiseren. Door ten eerste de informatie uit deze studie te delen bevordert de gemeente een algemeen begrip van de langetermijndoelen. De tweede stap is om samen met stakeholders de vertaling van het doel naar een gebiedsgerichte opgave te maken, waarbij de eigen bedrijfsvoering of doelstellingen van partijen centraal staan.

BRONVERMELDING

SMART CITIES

[1] website van HAACS, een initiatief van het Haags Arcitectuur Café: http://www.haacs.nl/blijft-het-in-den-haag-bij-smart-city-of-wordt-het-smart-urbanism/

[2] website van Europa decentraal: http://www.europadecentraal.nl/onderwerpen/regionaal-beleid-en-structuurfondsen/regionaal-beleid/urban-agenda/

ENERGIENEUTRAAL

[3] Gemeente Delft (2013) Nota Delft energieneutraal 2050 – Uitvoeringsprogramma Delft 2013-2016.

[4] C. McGlade, P. Ekins (2015) The geographical distribution of fossil fuels unused when limiting global warming to 2C. Nature

[5] H. Langenberg et al. [red.] (2014) De Nederlandse economie 2013. CBS

[6] T.F. Stocker et al. (2013) Summary for Policymakers. In: Climate Change 2013: The Physical Science Basis. IPCC

[7] Website van Europa Nu: http://www.europa-nu.nl/id/vhesf063wxu9/europese_aanpak_klimaatverandering

[8] Provincie Zuid-Holland, 2014: Nota Intensivering energiebeleid Zuid-Holland

[9] B.L. Schepers, M. van Lieshout (2011) IPO Nationale Routekaart Restwarmte. Een quickscan van de mogelijkheden. Delft, CE Delft

[10] Website provincie Zuid-Holland: http://www.zuid-holland.nl/onderwerpen/economie-energie/@8711/eerste-stap-gezet/

[11] Website provincie Zuid-Holland: http://www.zuid-holland.nl/onderwerpen/economie-energie/energie/warmte-warmterotonde/

[12] Website provincie Zuid-Holland: http://www.zuid-holland.nl/onderwerpen/economie-energie/energie/zonne-energie/

[13] Website Rijkswaterstaat, Ministerie van Infrastructuur en Milieu: http://www.rwsleefomgeving.nl/onderwerpen/lokaal_klimaatbeleid/duurzame-mobiliteit

[14] S. Silvester et al. (2010) Schiphol The Grounds 2030, A Scenario for Integration of Electric Mobility into the Built Environment. Delft University of Technology, Delft. / DIEMIGO2 (2014). DIEMIGO research continuation in Rotterdam Stadshavens. TUD, Delft

[15] L.M.L. Wielders, C. Leguijt (2015) CO_2-uitstoot 2008-2014 gemeente Delft. Delft, CE Delft

[16] Website volkswagen: http://www.volkswagen.nl/over-volkswagen/actueel/nieuws/2013/emissievrij-en-praktisch-volkswagen-e-up-en-e-golf

[17] J. Lemmers et al. (2014) PV Potentieelstudie, Het potentieel van zonnestroom in de gebouwde omgeving van Nederland. PBL-Planbureau voor de Leefomgeving & DNV GL.

[18] J. Gerdes et al. [red.] (2014) Energietrends 2014. ECN, Energie-Nederland enNetbeheer Nederland.

[19] Website gemeente Ameland: http://www.ameland.nl/zonnepark/feiten_41657/

KLIMAATBESTENDIG

[20] KNMI, 2014: KNMI'14-klimaatscenario's voor Nederland; leidraad voor professionals in klimaat-adaptatie, KNMI, De Bilt, 34pp

[21] Ministerie van Infrastructuur en Milieu en Ministerie van Economische Zaken (2014). Deltaprogramma 2015 - Werk aan de Delta, De beslissingen om Nederland veilig en leefbaar te houden.

[22] S. Döpp et al. [red.] (2014) RAS Haaglanden (Regionale klimaat Adaptatie Strategie)

[23] Website Deltacommissaris: http://www.delta-commissaris.nl/nieuws/veiligheidsregios_en_waterkolom.aspx

[24] E.T.H.M. Peeters et al. (2013) Changing weather conditions and floating plants in temperate drainage ditches, http://www.wageningenur.nl/nl/show/Meer-kroos-op-sloten-bij-verdere-klimaatopwarming.htm

[25] Gemeente Delft (2013) Nota Groen Delft 2012-2020

KENNISECONOMIE ALS MOTOR

[26] Gemeente Delft (2015) Statistisch Jaarboek, hoofdstuk 4 Economische zaken.

[27] Gemeente Delft (2014) Statistisch Jaarboek, hoofdstuk 5 Uitkeringsgerechtigden.

[28] M.V. Zuidema (2012) Kantorenmarkt in Zuid-Holland. Verkenning van regionale vraag- en aanbodontwikkelingen

[29] TIC compleet programma, website gemeente Delft: http://www.delft.nl/Bedrijven/Stad_van_innovatie/TIC_Delft

[30] Website Reinier de Graaf Gasthuis: https://reinier-degraaf.nl/algemeen/over-reinier-de-graaf/duurzaam-ziekenhuis

[31] Website Zorgvisie: http://www.zorgvisie.nl/ICT/Nieuws/2014/10/Reinier-de-Graaf-sluit-langdurig-met-Philips-1621740W/

[32] P. Louter et al. (2013) Delft in regionaal perspectief, sociaal domein.

[33] R. Groeneweg et al. (2013) ATLAS Metropoolregio Rotterdam Den Haag

[34] P. Louter et al. (2013) Delft in regionaal perspectief. Economisch en fysiek domein.

[35] R. Ponds et al. (2014) Trickle down in Delft

[36] Gemeente Delft (2009) Notitie Delft als toeristische en zakelijke bestemming

[37] Deloitte (2014) De impact van automatisering op de Nederlandse Arbeidsmarkt

BIJLAGEN

Bijlage 1a > toelichting figuur potentie energiebesparing

Het besparingspotentieel is een kwalitatieve benadering op basis van de gegevens beschikbaar op energielabelatlas.nl, een initiatief van Meer Met Minder. De atlas geeft een indicatie van het energielabel per gebouw. Deze indicatie is op basis van een verstrekt label, indien beschikbaar, en anders op basis van een schatting op basis van woningtype en bouwjaar. Ten tijde van het bepalen van het besparingspotentieel was een derde van de woningen in Delft voorzien van een energielabel.
Het potentieel per buurt is kwalitatief bepaald aan de hand van het gemiddelde energielabel en het aantal woningen per wijk. Een groot aantal woningen met een gemiddeld slecht energielabel betekent een groot besparingspotentieel, een klein aantal woningen en/of een goed energielabel betekent een klein besparingspotentieel.

	certificaat		certificaat + inschatting	
label	aantal	percentage	aantal	percentage
A	363	2%	5.145	10%
B	1.525	9%	3.887	8%
C	3.794	22%	12.870	26%
D	6.099	35%	8.805	18%
E	2.897	16%	6.360	13%
F	1.774	10%	11.293	23%
G	1.111	6%	1.692	3%
	17.563		50.052	

Bijlage 1b > 50% energiebesparing op warmtevraag door isoleren op niveau label A

De potentiële energiebesparing door het verbeteren van het energielabel kan gekwantificeerd worden door voor het theoretisch verbruik van alle woningen met een bepaald energielabel te bepalen welke winst er te behalen valt als het energielabel van de betreffende woning naar energielabel A gaat. De besparing is gebaseerd op het theoretisch energieverbruik behorend bij een energielabel, dus niet het werkelijk verbruik. Het theoretisch energieverbruik van een woning met een bepaald energielabel is aangenomen op het gemiddeld theoretisch verbruik. Dus alle woningen met energielabel D hebben een theoretisch verbruik van 1,8 GJ/m^2, het gemiddelde van de labelgrenzen C en D. Verder is voor het woonoppervlak het gemiddelde woonoppervlak van alle gebouwen in Delft genomen, met wonen als primaire én enige functie, te weten 89,3 m^2.

energielabel	max. geschat verbruik [GJ/m^2]	gem. geschat verbruik [GJ/m^2]	gem. afname verbruik door labelsprong [GJ/m^2]	aantal woningen per energielabel [certificaat + inschatting]	totaal gebruiks-opp. per label [m^2]	totaal theoretisch verbruik op basis van energielabel [GJ]	
						huidige situatie	scenario : alle woningen naar label A
A++	< 0,5	-	-	-	-	-	-
A+	< 0,7	0,6	-	-	-	-	-
A	< 1,05	0,875	0,1375	5145	459.449	402.017	3.910.938
B	< 1,3	1,175	0,15	3887	347.109	407.853	-
C	< 1,6	1,45	0,1375	12870	1.149.291	1.666.472	-
D	< 2,0	1,8	0,175	8805	786.287	1.415.316	-
E	< 2,4	2,2	0,2	6360	567.948	1.249.486	-
F	< 2,9	2,65	0,225	11293	1.008.465	2.672.432	-
G	< 2,9	-	-	1692	151.096	-	-
					som	7.813.576	3.910.938

De theoretische besparing komt daarmee op ((7.813.576 GJ – 3.910.938 GJ) / 7.813.576 GJ) = 50%.

Bijlage 2 > besparing bij inzet restwarmte

Van de 11.500 woningen is bekend in welke buurt deze zich bevinden. De absolute besparing is berekend door de warmtevraag te splitsen per buurt, op basis van gegevens uit Energie in Beeld. Zo is rekening gehouden met specifieke verschillen in de warmtevraag tussen bijvoorbeeld eengezinswoningen en flats.

Buurt	Aantal woningen	gemiddeld gasverbruik [m^3] volgens EIB2013	totaal huidig gasverbruik [m^3]	aandeel woningen dat in aanmerking komt voor renovatie	potentieel besparing totaal verbruik per buurt [m^3]
Harnaschpolder Delft	1.800	-	-	-	-
Westerkwartier	1.200	1154	1.384.800	1	1.384.800
Voorhof	4.143	190	787.170	1	787.170
Buitenhof	3.124	649	2.027.476	1	2.027.476
Poptahof	1.446	299	432.354	0,5	216.177
Spoorzone	1.746	-	-	-	-
Laan van Altena	30	1256	37.680	0	0
Reinier de Graaf	330	702	231.660	0	0
TU Noord *)	1.968	1764	3.471.552	1	3.471.552
TU wijk Wippolder	1.328	808	1.073.024	-	-
TNO Zuidpolder	350	-	-	-	-
Bomenwijk	295	954	281.430	1	281.430
totaal (Delft)	17.760	-	-	-	-
					8.168.605

Bijlage 3a > PV-potentieel woningen

Het beschikbaar dakoppervlak per huishouden voor zonnecellen is gebaseerd op een studie naar de woningvoorraad in Utrecht (Vreugdenhil, 2014). Op basis van data uit het Object Hoogtebestand Nederland is het beschikbaar dakoppervlak per gebouw geanalyseerd. Rekening houdend met obstakels (dakrand, schoorsteen, e.d.) en helling van het dak is voor elke combinatie van woningtype én bouwjaar een gemiddeld beschikbaar dakoppervlak afgeleid. Het resultaat van deze studie is op de woningvoorraad in Delft geprojecteerd, waarbij gebruik is gemaakt van een overzicht van het aantal woningen naar woningtype en bouwjaar per buurt. Het totaal beschikbaar dakoppervlak is bepaald op 1.037.242 m^2. In de bepaling van het totaal beschikbaar dakoppervlak is 95% van de woningen in Delft meegenomen. Omdat van de overige 5% van de woningen het woningtype niet bekend is, zijn deze woningen buiten beschouwing gelaten. Na een correctie voor helling en hoek gaat de studie (Vreugdenhil, 2014) uit van een potentiële gemiddelde opwekking van 123 kWh/m^2 beschikbaar dakoppervlak. Op basis hiervan kan bepaald worden dat de potentiële opwekking van elektriciteit door inzet van PV op de daken van alle woningen in Delft uitkomt op 124,6 miljoen kWh. Opmerking: Als bouwjaar niet wordt meegenomen in de berekening, maar alleen onderscheid naar woningtype, dan is de potentie met 127,6 miljoen kWh nauwelijks hoger.

Bijlage 3b > verbruik warm tapwater en koken

Voor de productie van warm tapwater wordt in Delft gemiddeld genomen 20% van 31,4 miljoen m^3 = 6,3 miljoen m^3 gas gebruikt. Dit staat gelijk aan 0,22 GJ ofwel 61,5 miljoen kWh. Tapwater kan ook verwarmd worden door een elektrische combi-warmtepomp. Hiervoor is dan (COP van 3 voor tapwater) is 61,5 miljoen kWh / 3 = 20,5 miljoen kWh aan elektra nodig. COP is een afkorting van *coefficient of performance*, de verhouding tussen de hoeveelheid afgegeven warmte en de hoeveelheid verbruikte energie. De inzet van PV voor de voorziening van warm tapwater kan met ongeveer 50% verminderd worden als elke woning over een zonneboiler beschikt. Dan dient wel een zonnecollector van 2,8 m^2 op het dak geplaatst te worden. Hierdoor komt er dus minder dakoppervlak beschikbaar voor PV. Voor koken wordt in Delft gemiddeld genomen 5% van 31,4 miljoen m^3 = 1,6 miljoen m^3 gebruikt. Bij de overstap naar elektrisch koken is dan ongeveer 8,5 miljoen kWh aan elektriciteit nodig.

Bijlage 3c > besparing gas door elektrisch verwarmen

Door de inzet van een elektrische warmtepomp met een COP van 4 kan 6,3 miljoen kWh aan elektra omgezet worden in 90.720 GJ aan warmte. Hierdoor kan 2,6 miljoen m^3 gas worden bespaard.

Bijlage 4 > PV-potentieel zakelijke panden

Het beschikbaar dakoppervlak op bedrijfsgebouwen is afgeleid uit data van TNO over de footprint van niet-woongebouwen (bedrijfspanden, kantoorpanden en winkelpanden). De footprint van 794.587 m^2 is direct vertaald naar het dakoppervlak. Voor de bepaling van de pv-potentie van deze daken is op analoge wijze aan de inzet van zonne-energie bij particulieren (bijlage 3a) een beschikbaar dakoppervlak afgeleid door een correctie toe te passen voor de aanwezigheid van obstakels en de helling van het dak (Vreugdenhil, 2014). Hierdoor is 71% van het totaal dakoppervlak beschikbaar voor zonnecellen. Bij een potentiële gemiddelde opwekking van 123 kWh/m^2 beschikbaar dakoppervlak is de totale opbrengst berekend op 69,4 miljoen kWh.

COLOFON

Het project Delft Smart City is uitgevoerd in opdracht van de gemeente Delft met bijdragen van het ministerie van Infrastructuur en Milieu en TNO.

Ontwerpend Onderzoek
Heleen Bothof (LUZ architecten)
Marjolein Pijpers (Designlab2902)
Remco Looman (Designlab2902)

Kaarten en beeldmateriaal
LUZ architecten en Designlab2902, tenzij anders vermeld

Publicatie
Heleen Bothof (LUZ architecten) > auteur en vormgeving
Marjolein Pijpers (Designlab2902) > co-auteur
Eric Burgers (Eric Burgers | tekst & redactie) > eindredactie

Druk
Druk. Tan Heck

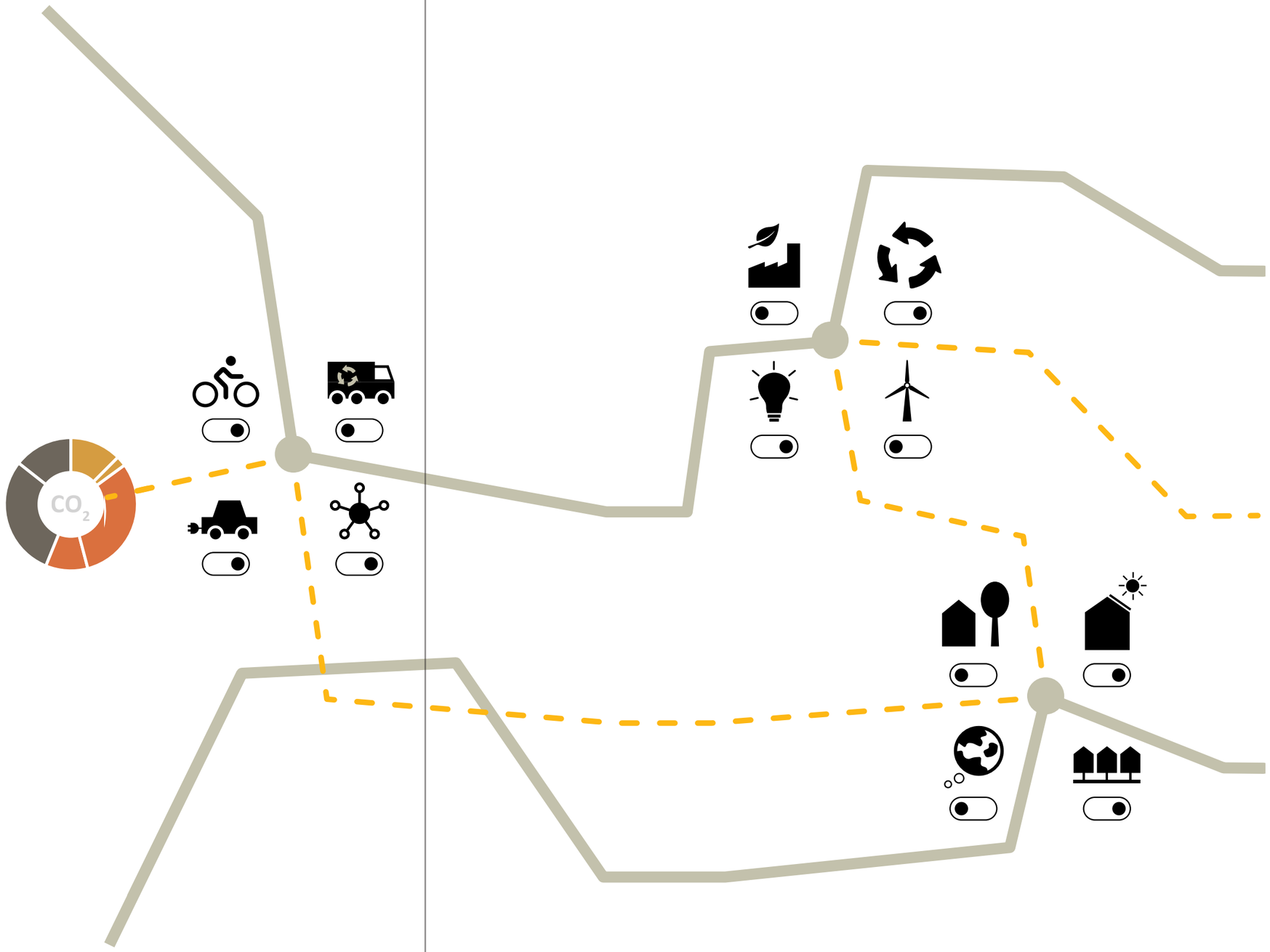
Projectbegeleiding
Maartje Scholten (gemeente Delft) > projectleider
Johan van Reenen (gemeente Delft) > ambtelijk opdrachtgever
Hans ten Hoeve (ministerie van IenM) > opdrachtgever ministerie
Wilbert Hoondert (gemeente Delft) > strategisch adviseur
Ernst Meijer (TNO) > projectleider flagship Smart City
Eric Frijters (FABRIC) > adviseur ontwerpend onderzoek
Robert de Graaff (ORG-ID) > adviseur governance
Michiel Brouwer (MBDSO) > workshopbegeleider
Evelien Ranshuysen (gemeente Delft) > projectsecretaris

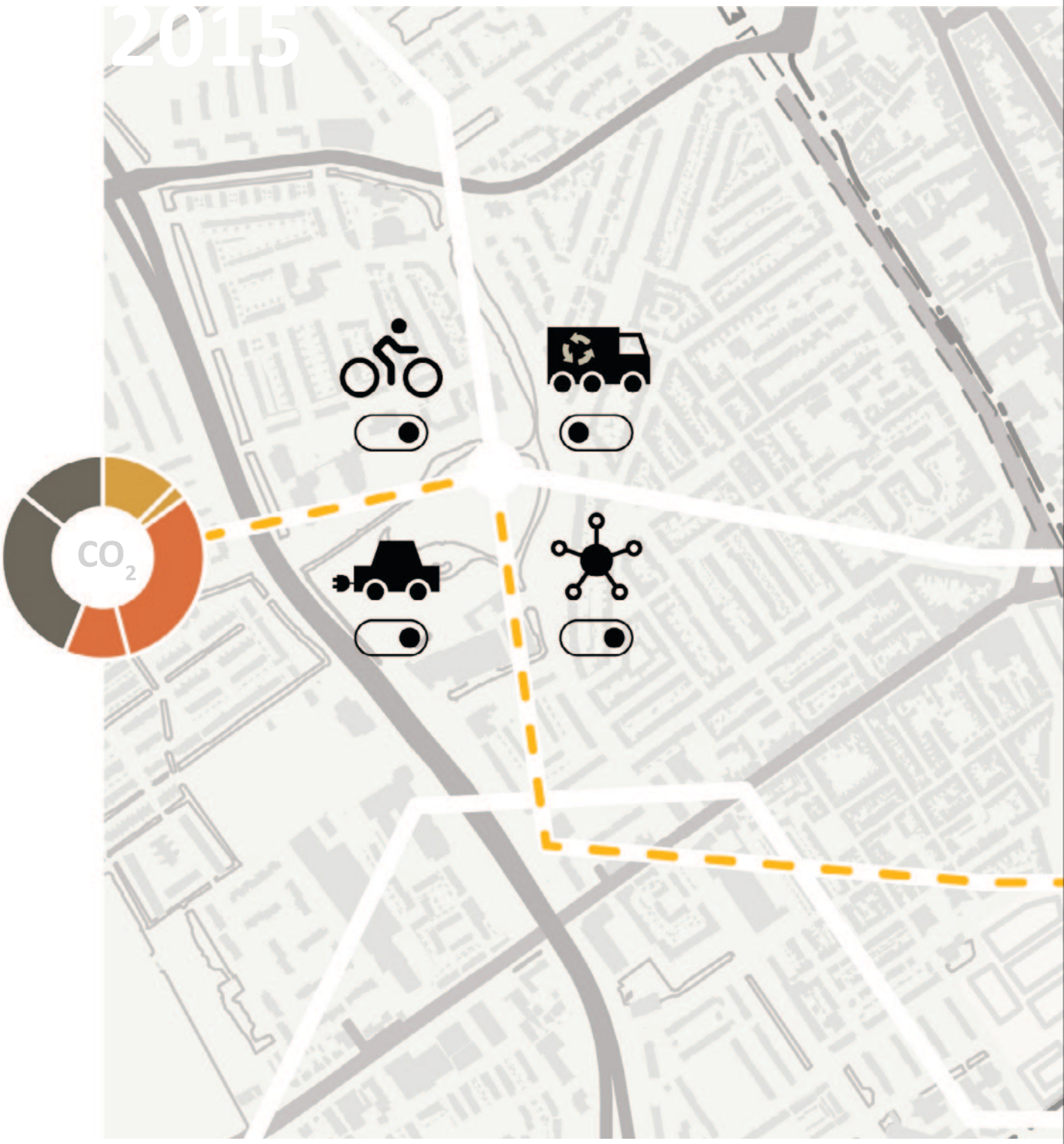
Experts gemeente Delft
Maaike Kaiser
Jan-Kees Verrest
Mirjam van den Berg
Bram Coremans
Diny Tubbing
Sjaak Clarisse
Karla Kampman
Jan Roelf Sikkens
Ronald de Groot
Jorn Douwstra
Monique Martens
Dick-Jan Zijda
Sylvia Coenen
Patrick van Geel
Jan Piet van der Mijl
Jordi van den Oord
Laurens Engelbrecht
Jose Meijboom
Jan Nederveen
Kees Speelman
Annemijn Cappenberg
Wilke Ruiter
Paula van Bleijswijk
Heleen van der Linden

Experts TNO
Peter van Scheepstal
Roel Massink
Beitske Boonstra
Nathalie Vink
Judith Borsboom
Guido Veldhuis
Eric Willems
Henk Verhagen

Niets uit deze uitgave mag zonder toestemming van de gemeente Delft worden openbaar gemaakt of verveelvoudigd.

Delft, mei 2015





ISBN 978-90-809637-0-2
Gemeente Delft