

# DE ADAPTIEVE STAD



**TNO** innovation  
for life

## FLEXIBEL INSPLEN OP DE TOEKOMST

Steden zijn permanent in interactie met hun omgeving. Zowel die omgeving als de steden zelf zijn veranderlijk. Deze dynamiek brengt onzekerheden, uitdagingen en vernieuwingsopgaven met zich mee, waar een stad adaptief mee moet omgaan. Het gaat erom dat een stad kan inspelen op datgene wat op haar afkomt, en kan omgaan met verandering. Dit vergt slagkracht en flexibiliteit waarop een stad haar inrichting organisatorisch en procesmatig moet afstemmen. De slimheid en het leervermogen van een stad zit in de mensen. Daarom is het belangrijk dat een stad inclusief is. Een stad moet ook open en transparant zijn in haar besluitvorming. En niet alleen kunnen voorspellen maar ook kunnen handelen, door strategisch gebruik te maken van de data en informatie die zij tot haar beschikking heeft.

De stedelijke dynamiek is deels ingebed in de historische context van een stad of regio. Hierbij is de ligging belangrijk, maar ook de economische structuur (inclusief specialisaties) en de kennisbasis van inwoners en bedrijven. Tot op zekere hoogte speelt (of speelde) toeval een rol in de stedelijke dynamiek. Economische omvang, economische groei en stedelijke ontwikkeling in het verleden vormen geen garantie voor bloei in de toekomst. Een langetermijnvoorspelling voor de groei of krimp van stedelijke regio's en ruimtelijke concentratie van (economische) activiteiten is daarom niet met honderd procent zekerheid te geven. Als regio's of steden kantelen van groei naar krimp, hangt dit vaak samen met grote economische transformaties, zoals de opkomst en ondergang van alomvattende (*general purpose*) technologieën en de economische

bedrijfsactiviteiten daaromheen.

Uiteindelijk spelen hierbij ook veranderende voorkeuren een rol: voorkeuren van mensen voor waar ze willen wonen en voorkeuren van bedrijven voor de plaats waar ze zich willen vestigen.

In de recente geschiedenis zijn de woonvoorkeuren veranderd, onder andere door de opkomst van ICT als meest actuele *general-purpose* technologie en door de toegenomen mobiliteit, aangevuld met ruimtelijkeordeningsbeleid (gericht op suburbanisatie).<sup>1</sup> Hierdoor hebben we in eerste instantie Nederlandse steden zien krimpen en zien we recentelijk de stad weer meer in trek raken. Ongeacht het uiteindelijke patroon van economische groei en stedelijke dynamiek, is er altijd een wisselwerking tussen ruimtelijke ordening en beheer van de gebouwde

1. De Groot, H.L.F. (2016). *Naar evenwichtige arbeids- en woningmarkten in de MRA*. In: Economische Verkenningen Metropoolregio Amsterdam 2016. Amsterdam: Gemeente Amsterdam

omgeving. Maatschappelijke uitdagingen maken dat er vernieuwingsopgaven en innovatieopgaven op de stad afkomen. Die uitdagingen liggen bijvoorbeeld op het gebied van klimaat, energie en demografie (vergrijzing en migratie), welvaart en welzijn (inclusief gezondheid), en in (de snelheid van) technologische ontwikkelingen en verschuivingen in de mondiale economie. Dit vraagt van steden dat ze weerbaar zijn op verschillende vlakken. Zo moeten ze op fysiek vlak het hoofd kunnen bieden aan weersextremen, zeespiegelstijging, bodemdaling en verzilting, is het belangrijk dat ze op sociaal vlak inclusiviteit, zelfredzaamheid en participatie onder hun bewoners stimuleren, en dat ze op digitaal vlak verantwoord omgaan met big data, privacy, en het *Internet of Things*.

Tegen deze achtergrond stellen we in dit position paper de *adaptieve stad* centraal en vragen we ons af hoe steden flexibel kunnen of moeten inspelen op de toekomst. We diepen dit onderwerp uit vanuit het Nederlandse perspectief.

## WAT IS EEN ADAPTIEVE STAD?

Een *adaptieve stad* is in staat om haar regio economisch vitaal, leefbaar en bereikbaar te houden binnen de context van maatschappelijke uitdagingen, (snelle) technologische veranderingen en fundamentele onzekerheden die hiermee samenhangen. De essentie is dat alle partijen hierbij innovatief en met open vizier omgaan met de spanningen en dilemma's die onlosmakelijk verbonden zijn met autonome trends en met de stedelijke dynamiek. Cruciaal hierbij: vooruitkijken, experimenteren, leren en flexibel zijn. Dit geldt niet alleen voor regionale bestuurders, maar ook voor bedrijven, kennisinstellingen en burgers. Het is belangrijk dat al deze belanghebbenden samenwerken, en van elkaar (blijven) leren.



Het is goed om te beseffen wat steden zijn: verzamelaars van mensen, bedrijven en activiteiten of functies. Een kernaspect is dat de nabijheid en concentratie een toegevoegde waarde heeft ten opzichte van spreiding en vestiging elders. Een groot deel van de stedelijke dynamiek (de *flow*) wordt bepaald door de existentiële keuzes die mensen maken over de plek waar zij willen wonen, werken en recreëren en de plek waar bedrijven zich willen vestigen. Uiteindelijk maken (of breken) zij daarmee de stad. Een te hoge concentratie van mensen, bedrijven en activiteiten leidt tot negatieve effecten zoals congestie en vervuiling, waardoor de balans voor verblijf in de stad negatief kan uitpakken.

Dit soort factoren in tijd en ruimte bepalen welke interventies noodzakelijk zijn. De beste keus om in te spelen op de toekomst is flexibel meebewegen met de stroom, door bestaande bedrijvigheid en behoeften van inwoners zo goed mogelijk te faciliteren: *go with the flow*.<sup>2</sup>

Een adaptieve stad is dan ook een stad met een governancestructuur die voldoende ruimte biedt aan bottom-up-voorkeuren en bottom-upinitiatieven. Een adaptieve stad is daarnaast een stad die onvermijdelijke transformaties accepteert en deze vervolgens zo goed mogelijk begeleidt. Zo gaat een adaptieve stad slim en flexibel om met de dynamiek in het heden en sorteert ze tegelijkertijd

voor op de toekomst. Het doel moet zijn om de ontwikkelingen in het heden zo goed mogelijk in de pas te laten lopen met een punt op de horizon (de middellange en lange termijn). Uiteraard is de verre toekomst onzeker, maar compleet onbeschreven is dit blad niet.

Zoals gezegd bepalen maatschappelijke uitdagingen voor een belangrijk deel de agenda voor stedelijke vernieuwingsopgaven in de toekomst. Zo stelt de Adviesraad voor het Wetenschaps- en Technologiebeleid<sup>3</sup> dat maatschappelijke uitdagingen 'simultane gedragsveranderingen, infrastructurele aanpassingen en innovaties in allerlei aspecten van het systeem vereisen'. Er is dus wel sprake van een richtinggevend kader waarbinnen partijen die werken aan de stedelijke ontwikkeling met concrete doelen aan de slag kunnen gaan.

Een adaptieve stad beseft vooral dat ze *nu* moet beginnen met het uitvoeren van stedelijke ontwikkelplannen, maar dat technologische innovatie in de toekomst mogelijk nog betere oplossingen kan bieden. Daarop wachten is echter geen optie. Kortom, het gaat erom te vernieuwen en tegelijkertijd te leren over de beste manier om (verder) te vernieuwen. Dit vereist *learning by doing*, ofwel continue monitoring van effecten van interventies en die vervolgens zo goed mogelijk bijsturen.

2. Sociaal-Economische Raad (2015). De SER-agenda voor de Stad. Advies 15/05. Den Haag. Centraal Planbureau en Planbureau voor de Leefomgeving (2015). Cahier regionale ontwikkelingen en verstedelijking. Den Haag. Centraal Planbureau en Planbureau voor de Leefomgeving (2015). De economie van de stad. Den Haag. Ponds, R. & O. Raspe (2015). Agglomeratievoordelen en de REOS. Utrecht: Atlas voor gemeenten. De Groot, H.L.F. (2016). Naar een wettelijke arbeids- en woningmarkten in de MRA. In: Economische Verkenningen Metropoolregio Amsterdam 2016. Vermeulen, W., Teulings, C., Marlet, G. & H. de Groot (2016). Groei & Krimp. Waar moeten we bouwen – en waar vooral niet? Nijmegen: VOC Uitgevers.

3. Adviesraad voor het Wetenschaps- en Technologiebeleid (AWT) (2013). Waarde creëren uit maatschappelijke uitdagingen. Den Haag.

### De stad in permanente interactie met haar omgeving

Groei en krimp van steden en regio's zijn een natuurlijk en permanent verschijnsel. Wetenschappelijk onderzoek toont aan dat groei van stedelijke regio's divers is, een niet-lineair patroon kent en dat deze groei sneller of langzamer kan gaan in het verloop van de tijd. Het groeipatroon hangt in belangrijke mate samen met de fase in de levenscyclus waarin sectoren in een stad zich bevinden.<sup>4</sup> Macro-economische en technologische ontwikkelingen zijn, samen met de bevolkingsdynamiek, onlosmakelijk verbonden met de toekomstige kansen en opgaven in de fysieke leefomgeving. Deze ontwikkelingen bepalen in essentie waar mensen wonen, waar bedrijven hun activiteiten ontplooiën, wat er wordt geproduceerd, en welk beslag dit legt op natuurlijke hulpbronnen, het milieu en het klimaat.

Afhankelijk van regionale specialisaties, en (de snelheid van) technologische veranderingen, zijn er winnaars en verliezers, en verschuiven zwaartepunten. Op korte termijn kunnen hier meer pijnlijke transformaties mee gemoeid zijn. Bijvoorbeeld verlies aan banen doordat *fintech* verder wordt uitgerold, de financiële dienstverlening wordt gedigitaliseerd, of petrochemische complexen en havenoverslagterreinen

een andere bestemming krijgen als de fossiele energieproductie grootschalig wordt afgebouwd.

Eenzijds dragen elementen van de fysieke leefomgeving (kwaliteit als aantrekkingskracht of vestigingsplaats-factor) bij aan een gunstige uitgangspositie voor toekomstige stedelijke (economische) ontwikkeling. Anderzijds kan de fysieke leefomgeving ook juist veranderen door de macro-economische en demografische context (veroudering als afstotende kracht).

De stad en de economie beïnvloeden elkaar dus over en weer. Een belangrijke vraag is dan op welke manier een stad *adaptief* om kan gaan met zowel goede als slechte tijden. Tegelijkertijd is het misschien wel een geruststellende gedachte dat steden ook in staat blijken zichzelf opnieuw uit te vinden en nieuwe wegen vinden om te groeien.<sup>5</sup> De mate waarin (stedelijke) regio's nieuwe groeipaden bewandelen, hangt er vooral van af of ze succesvol verbindingen kunnen leggen en nieuwe, domein-overstijgende, combinaties (*cross-overs*) kunnen realiseren tussen technologieën en sectoren binnen een functionele regio én in de internationale waardeketen. Zo kan een stad effectief inspelen op innovaties. Ook dit is onderdeel van wat wij een adaptieve stad noemen.

data, 3D-printing en de impact van dergelijke technologieën op de arbeidsmarkt, competenties, privacy.

#### 4. Een duurzame leefomgeving

Thema's in dit cluster zijn onder andere: urbanisatie in Nederland en daarbuiten, *smart cities*, mobiliteit en transport, groei en krimp, een leefbaar platteland.

#### 5. Een gezonde samenleving

Thema's in dit cluster zijn onder andere: leefstijl en preventie, chronische ziekten, zorgkosten en ethische vragen.

Binnen deze brede clusters van maatschappelijke uitdagingen die op Nederland afkomen, kunnen we concrete stedelijke vernieuwingsopgaven benoemen.

### SLIMME STEDEN (SMART CITIES)

We hebben al gewezen op de stedelijke dynamiek (groei in steden versus krimp elders) die tot opgaven leidt voor het inrichten van de gebouwde omgeving. Hier spelen mogelijke ruimtelijke dilemma's rond inclusie en sociale cohesie, bereikbaarheid en mobiliteit (bijvoorbeeld draagvlak voor ov-verbindingen) en het algemene voorzieningenniveau om de leefbaarheid te waarborgen in de meer perifere gebieden. Aan de andere kant van het spectrum biedt de technologische ontwikkeling opties voor nieuwe stedelijke productiesystemen, met name omdat ICT de mogelijkheid biedt om data en informatie snel en eenvoudig te delen. Zo kunnen steden profiteren van 'slimme' productiemethoden, zoals digitalisering, automatisering, robotisering, 3D-printing, clouddiensten en het *Internet of Things*. Deze productiemethoden maken het mogelijk om flexibel in te spelen op de vraag of sturing van klanten, óók als het gaat om productie op kleine schaal (*series of one*) en maatwerk in tijd en plaats. Naast een attractieve vestigingslocatie voor kennisintensieve diensten, komen steden nu ook weer meer en meer in beeld als broedplaats voor moderne maakindustrie, gebaseerd op de laatste technologische innovaties.

Meer op het gebied van beheer van de gebouwde omgeving biedt de moderne (ICT-)technologie mogelijkheden om

## WAAROM MOETEN STEDEN ADAPTIEF ZIJN/WORDEN?

### MAATSCHAPPELIJKE UITDAGINGEN VRAGEN OM CONTINUE STEDELIJKE VERNIEUWING

In onderzoek<sup>6</sup> in samenwerking met het Ministerie van Economische Zaken concluderen we dat de belangrijkste maatschappelijke uitdagingen voor Nederland passen binnen vijf clusters:

#### 1. Een veilige en veerkrachtige samenleving

Thema's in dit cluster zijn onder andere: omgaan met externe bedreigingen en

instabiliteit, kritische infrastructuur, terrorisme, sociale cohesie en polarisatie, immigratie en vluchtelingen.

#### 2. Duurzaam gebruik van hulpbronnen in productie en consumptie

Thema's in dit cluster zijn onder andere: duurzame energieproductie, waterbeheer, klimaatadaptatie en -mitigatie, leveringszekerheid van grondstoffen, het sluiten van productie- en consumptieketens, biobased productie, voedselveiligheid en voedselzekerheid.

#### 3. Omgaan met nieuwe technologie

Thema's in dit cluster zijn onder andere: digitalisering, automatisering en robots, biotechnologie, nanotechnologie, big

4. Neffke, F., Henning, M., Boschma, R., Lundquist, K.-J. & L.-O. Olander (2011). *The dynamics of agglomeration externalities along the life cycle of industries*. In: *Regional Studies*, 45(1), p. 49-65.

5. Hier heeft met name Edward Glaeser (1998, 2005) onderzoek naar gedaan. Zie ook het samenvattende literatuuroverzicht van Ponds, R. & O. Raspe (2015) in: *Agglomeratievoordelen en de REOS*.

6. Bakker, B., T. van Bree, G. Gijsbers en T. van der Horst (2017). *Portfolioanalyse: kansrijke innovatieopgaven voor Nederland. Fundament voor het maken van keuzes. TNO rapport 2017 R10266. Den Haag: TNO.*

fysieke infrastructuur voor steden 'slim' in te richten (*data driven metropolis*, zie figuur 1), waarbij continue metingen met behulp van sensoren en big-data-analyse bijvoorbeeld voorspellen hoeveel en wanneer onderhoud nodig is (*predictive maintenance*). Ook kunnen zo stedelijke ecosystemen worden geoptimaliseerd. Denk hierbij aan energieproductie die (centraal en decentraal) wordt afgestemd op het actuele lokale gebruik en de mogelijkheid om flexibel in de behoefte elders te voorzien, maar ook aan fysieke stromen door de stad, zoals water, afval, verkeer en emissie van schadelijke stoffen. In 'slimme steden' leidt een verantwoorde toepassing van meten en de analyse van big data tot een symbiose van technologie en de maatschappij, waarin belanghebbenden flexibel (in tijd en ruimte) en *adaptief* kunnen inspelen op knelpunten bij stromen door de stad.

**ENERGIE IN DE GEBOUWDE OMGEVING (SMART ENERGY)**

De productie van duurzame energie vraagt in de gebouwde omgeving om regie, regulering en planning. Hierin spelen nieuwe businessmodellen, waarin decentraal zowel energie wordt geproduceerd als geconsumeerd, een belangrijke rol. De verdere opkomst van de 'prosumert' (de consument van energie die tegelijk ook zelf energie opwekt/ produceert) hoort hier onlosmakelijk bij. Vervolgens is de (stedelijke) opgave om vraag en aanbod van energie 'slim' op elkaar af te stemmen door gebruik te maken van *smart grids*, ICT-systemen, data, computermodellen en regulering. Ook een optie hierbij is energie te delen via bestaande infrastructuur. In dergelijke slimme systemen dienen opslagsystemen voor hernieuwbare energie (op basis van zon, wind en water) een plek te hebben. Verder is planning nodig om op grote schaal energie te besparen in de stedelijke bebouwing, en in industrie, verkeer en vervoer.

**KLIMAATVERANDERING VRAAGT SMART CLIMATE SOLUTIONS**

Ruimtelijke ordening en stedenbouwkundige oplossingen zijn nodig om klimaatverandering het hoofd te bieden. Gegeven de ligging van stedelijke gebieden in rivierdelta's en/of aan zee, ligt er voor klimaatbestendige (her)inrichting in Nederland een belangrijke opgave om dynamisch te ontwerpen en ruimte te bieden aan rivieren, kust en landschap. Dit wordt bekrachtigd door de nationale

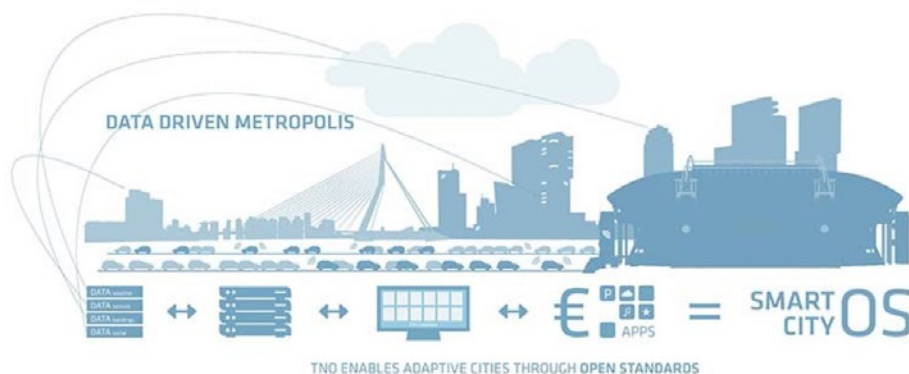


Fig. 1 – TNO enables adaptive cities through open standards.

klimaatadaptatiestrategie 'Aanpassen met ambitie', die de Staatssecretaris van Infrastructuur en Milieu eind 2016 heeft aangeboden aan de Tweede Kamer. Binnen de steden liggen er plannings- en coördinatieopgaven rond bebouwing, waterafvoer en hergebruik van reststromen (bijvoorbeeld restwarmte van de industrie).

Om de klimaatdoelen 2030 te halen, blijft het een belangrijke opgave om de uitstoot van schadelijke stoffen en CO<sub>2</sub> in het stedelijk gebied terug te dringen. Deze opgave hangt samen met het energiegebruik van huishoudens, bedrijven, industrie, verkeer en vervoer.

**Climate Resilient Cities and Infrastructures**

Weerbaar en veerkrachtig. Dat is de betekenis van *resilient*. Ontwikkelingen zoals klimaatverandering, digitalisering, de nieuwe economie en globalisering bieden nieuwe kansen en brengen nieuwe risico's met zich mee. Als steden weten in te spelen op deze dynamiek, kunnen ze groeikansen pakken ([www.resilientrotterdam.nl](http://www.resilientrotterdam.nl)).

TNO leidt een groot Europees onderzoek om steden en vitale infrastructuur klimaatbestendiger te maken. Het RESIN-project (Resilient Cities and Infrastructures – [www.resin-cities.eu](http://www.resin-cities.eu)) gaat over hoe zowel de vitale infrastructuur, zoals bijvoorbeeld hulp-

verleningsdiensten, drinkwatervoorziening en data- en energie-infrastructuur, als andere onderdelen van de stad zoals gebouwen, straten en pleinen op een integrale manier klimaatbestendig te maken zijn (zie figuur 2). Hierbij besteedt het project in het bijzonder aandacht aan het standaardiseren van procedures om de kwetsbaarheid van sectoren en gebieden te bepalen of maatregelen te kiezen en te meten hoe effectief die maatregelen zijn. Dit laatste is niet alleen belangrijk voor de besluitvorming op lokaal niveau, maar ook voor Europa. Op Europees niveau is het namelijk een politiek speerpunt hoe de kwetsbare sectoren en in het bijzonder steden moeten worden aangepast aan klimaatverandering.

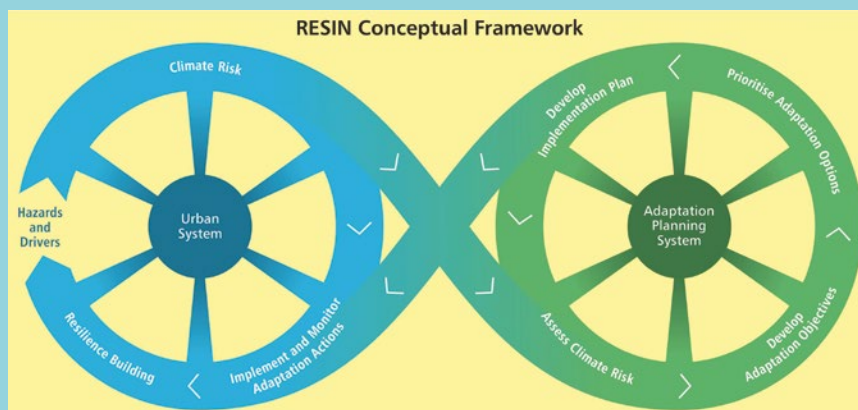


Fig. 2 – RESIN conceptueel raamwerk.

## SLIM GEBRUIK VAN NATUURLIJKE HULPBRONNEN

Om grondstoffen, materialen, reststoffen, restwarmte en water op stedelijke schaal slim te (her)gebruiken, is het belangrijk om samen te werken, informatie te delen en investeringen te coördineren. Het sluiten van energie-, grondstof-, en waterketens (geïntegreerde waterbeheersystemen) is immers primair een matchingsvraagstuk van vraag en aanbod. Het regionale economische specialisatiepatroon en de grote lokale spelers hierin vormen de juiste aanknopingspunten om te bepalen welke stromen het relevantst zijn en hoe deze te optimaliseren zijn. Naast belangrijke technologische trends, bijvoorbeeld rondom het efficiënt gebruik van nieuwe biomaterialen (zowel voor voedsel- als niet-voedseltoepassingen) en de ontwikkeling van nieuwe scheidingstechnieken, is er een centrale rol weggelegd voor governancestructuren en flexibele regelgeving. Die moeten ruimte scheppen voor nieuwe waardeketens en businessmodellen die nodig zijn om concrete stappen te zetten naar een meer circulaire economie.

## MOBILITEIT (SMART MOBILITY)

In stedelijk gebied zal de vraag naar mobiliteit zeer waarschijnlijk toenemen. Zeker als we uitgaan van de trend dat mensen en bedrijven zich verder zullen concentreren in steden, en dat de levensverwachting tegelijk zal toenemen. Technologische veranderingen in de mobiliteit en logistiek vragen om een 'slimme' fysieke infrastructuur en geavanceerde systemen voor verkeersmanagement op basis van sensoren, data en digitale communicatie tussen de verschillende vervoersmodaliteiten en installaties langs het traject. Denk hierbij aan andere energiebronnen zoals elektriciteit, waterstof en gas, en aan andere manieren van voortbewegen, zoals coöperatief en autonoom rijden tot en met de nieuwste ontwikkelingen zoals de hyperloop. Als de zelforganisatie toeneemt in het mobiliteitssysteem dat zich steeds meer als fysiek internet gaat gedragen, betekent dit een continue opgave voor stedelijke mobiliteitsplanning en voor wet- en regelgeving. De snelheid van (disruptieve) technologische verandering is hierbij de grootste onzekerheid.

## Circulaire economie: geen doel op zich, maar een middel

Vanuit *economisch* oogpunt gaat circulariteit over de balans tussen alle maatschappelijke kosten en baten, direct en indirect. Daarnaast gaat circulariteit over winnaars en verliezers, dus ook over de *negatieve* baten. Een dilemma dat onlosmakelijk met de circulaire economie is verbonden, is dat footprintreductie ergens in de (internationale) waardeketen leidt tot verlies aan economische activiteit en banen: *circulaire destructie*<sup>7</sup>. Dit directe kortetermijneffect moet niet vergeten worden. Hiertegenover staan – naast directe positieve economische effecten in bedrijfsactiviteiten die de hogere circulariteit faciliteren – ook directe kostenbesparingen (bijvoorbeeld op de inkoop van nieuw materiaal en grondstoffen voor in het productieproces) die leiden tot uitgaven en investeringen (*reboundeffecten*) en daarmee tot hogere economische activiteit elders.

Op voorhand is niet duidelijk of de balans voor de Nederlandse economie en de steden daarbinnen in alle gevallen

positief uitpakt. Veel hangt af van het ruimtelijke schaalniveau (inclusief het buitenland) waar kosten en baten landen. TNO bezit databases en modellen om vergroening of circulariteit in samenhang met economische effecten in te schatten (zie figuur 3). Omgaan met circulaire destructie vereist in ieder geval *adaptiviteit* en vooral (radicale) vernieuwing en innovatie om verliezen te compenseren met werkgelegenheid in andere bedrijfsactiviteiten.

Samen met gedegen inzicht in deze complexe maatschappelijke kosten-batenanalyse kan circulaire destructie onderdeel worden van de gereedschapskist van adaptieve (regio)bestuurders. Dit met het doel om radicale innovaties uit te lokken of te faciliteren die bijdragen aan de bloei van alternatieve bedrijfsactiviteiten. Zulke activiteiten kunnen het verlies aan banen elders compenseren en tegelijkertijd maatschappelijke doelen helpen realiseren. Dit vereist samenwerking en een gedeelde visie over de relevante onderwerpen die de stad leefbaar en vitaal maken en houden.

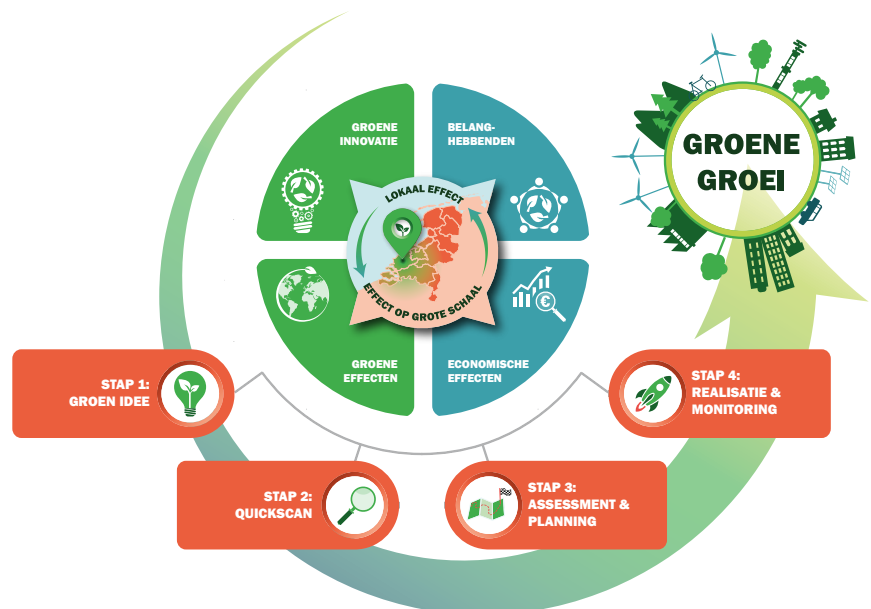


Fig. 3 – TNO stappenplan voor de analyse van groene groei.

7. Naar analogie van effecten van disruptieve innovaties zoals Joseph Schumpeter creatieve destructie beschreef.

8. Bos, F., Van der Pol, T. & P. Zwaneveld (2016). Beter omgaan met onzekerheid in MKBA's infrastructuur. In: ESB, jaargang 101 (4731), pp. 234-237.

Investerings in de fysieke infrastructuur zijn duur en de besluitvorming hierover kent een relatief lange doorlooptijd. Vervolgens heeft de infrastructuur een lange technische levensduur. De ultieme uitdaging is dus om flexibel in te kunnen spelen op de nieuwe technieken, maar tegelijkertijd de infrastructuur betaalbaar te houden. De norm zal moeten worden dat steden gaandeweg kunnen bijsturen in de dimensionering van het stedelijke verkeers- en vervoersnet, en een passende fysieke infrastructuur waarin ook 'mobiliteit als een service' kan gedijen. Kortom, flexibel en adaptief investeren in infrastructuur bespaart kosten en vergroot de mogelijkheden om in te spelen op toekomstige ontwikkelingen.<sup>8</sup>

### TNO & ADAPTIEF PROGRAMMEREN VAN SMART MOBILITY EN/OF INFRASTRUCTUUR

Adaptief programmeren van infrastructuur-opgaven, bijvoorbeeld in het kader van het Meerjarenprogramma Infrastructuur, Ruimte en Transport (MIRT), begint met concrete (beleids)doelstellingen centraal te stellen. Een doelstelling als 'een optimaal afgestemd en duurzaam stedelijk verkeers- en vervoersnetwerk' is hiervoor niet concreet genoeg. Het gaat erom deze overkoepelende doelstelling uiteen te rafelen in meetbare deelopgaven, bijvoorbeeld:

- nu maximaal gebruik maken van hernieuwbare energie, in jaar x voor 100 procent;
- uitstoot van CO<sub>2</sub> en NOx nu zo veel mogelijk reduceren, in jaar x naar nul;
- beschikbaarheid van mobiliteit (als service) garanderen naar ieders behoefte en comfortniveau.

Dit vergt een ingewikkeld samenspel van verschillende domeinen (naast verkeer en vervoer ook energie, ruimtelijke ordening, bouw, economie en milieu) en daarnaast technologische ontwikkelingen en bewegingen op de energiemarkt (ontwikkeling van vraag, aanbod en prijzen). Bovendien hangt veel af van de manier waarop de energietransitie (nu en in de toekomst) in het stedelijk gebied kan worden ingepast. In dit samenspel heeft ieder onderdeel zijn eigen onzekerheden en belanghebbenden.

Duidelijk is wel dat ergens in de beperkt beschikbare stedelijke ruimte multimodale knooppunten moeten ontstaan. Niet alleen knooppunten waar verschillende vervoersstromen samenkomen, maar ook knooppunten waar fossiele en duurzame energiestromen onderdeel van uitmaken:

**Vooraf:**  
Alternatieven afwegen



**Tijdens:**  
Bijstellen o.b.v. nieuwe informatie/gewijzigde verwachtingen

**Achteraf (verantwoording):**

- Transparantie over keuzeprocess
- Kennisdeling met alle stakeholders

Fig. 4 – Leercyclus ten behoeve van adaptief programmeren.

een *smart multi commodity grid*. Hierin kunnen zaken als warmte, elektriciteit en gas snel en flexibel worden getransporteerd en opgeslagen. Daarmee is uitwisseling en hergebruik mogelijk en kan ingespeeld worden op het patroon van vraag en aanbod van energie. Elektrische auto's kunnen daarbij fungeren als batterijen via een *vehicle-to-grid* faciliteit, ingebouwd in laadpalen.

Het blijft op voorhand lastig in te schatten hoe de infrastructuur die je dan *nu* moet kiezen (en betalen) er dan precies uit moet zien. Toekomstige ontwikkelingen zorgen mogelijk voor spanningen of dilemma's, bijvoorbeeld tussen de omvang van het wagenpark (kan in principe kleiner worden, gedacht vanuit mobiliteit als service) en de initiële 'claim' die het slimme energie-infrastructuurnetwerk op de batterijcapaciteit van auto's dacht te kunnen leggen als flexibele opslag- en uitruil-faciliteit. Dit werkt vervolgens door op het vereiste schaalniveau van ruimtelijke inpassing en eventuele *stranded assets* (nu of in de toekomst).

Onder dergelijke onzekerheden betekent adaptief programmeren dat de transitie

naar de concrete deelopgaven in gang wordt gezet door simpelweg te beginnen en gebruik te maken van de objectieve informatie die nu voorhanden is (zie figuur 4). Hierbij is flexibiliteit vereist om gaandeweg te anticiperen op nieuwe informatie of verwachtingen. Door de onzekerheden is er immers een risico op overdimensionering (en onnodig hoge kosten) van keuzes die op basis van inschatting vooraf 'in beton gegoten' worden. Die flexibiliteit vereist dan ook dat de voortgang en de effecten continu worden gemonitord en geëvalueerd. Het doel staat vast, de dimensionering kan vervolgens onderweg gewijzigd worden. Het is dus belangrijk maatregelen flexibel te faseren en uit te voeren, en de in te zetten middelen ook flexibel toe te wijzen. Dit biedt op de langere termijn de bestendigste oplossing tegen minder kosten, maar is misschien nog niet de duurzaamste oplossing op korte termijn.

TNO denkt objectief en onafhankelijk na over de onzekerheden en ontwikkelingen, die op gespannen voet met elkaar kunnen staan, en kan hiertoe in participatieve processen diverse tools inzetten (zie figuur 5).



Fig. 5 – Leercyclus gekoppeld aan domeinen en bijbehorende tools.

### EEN VEERKRACHTIGE SAMENLEVING

De stedelijke (economische) dynamiek, in het speelveld van technologische innovatie en internationale handelsketens, maakt het noodzakelijk om adaptief om te gaan met kennis en vaardigheden van inwoners. Er is een continue opgave om de (krimpende) beroepsbevolking fit te houden voor de (toekomstige) economische activiteiten in het digitale tijdperk. Tegelijkertijd vraagt de veranderende samenstelling van huishoudens (kleinere omvang, groter aantal onder andere door vergrijzing) om slimme huizen en om wijken op de juiste manier te plannen. Het nieuwe werken en een trend naar meer kleinschalige bedrijvigheid (waaronder zzp'ers) vragen bovendien om de vastgoedvoorraad (kantoren en bedrijventerreinen) goed af te stemmen op de vraag. Bouwen voor verdere leegstand moet te allen tijde worden voorkomen. Hetzelfde geldt overigens voor commercieel vastgoed, waar verschuivingen in de groot- en detailhandelsector soms pijnlijk zichtbaar worden in winkelstraten. Samenwerken en coördineren van bouw- en ontwikkelplannen (op regionaal niveau) is hier een betere keuze dan concurreren.

Het draagvlak van stedelijke voorzieningen (de geografische reikwijdte voor bezoekers en gebruikers) strekt zich immers soms verder uit dan de gemeentegrens. Het is daarom verstandiger om ervoor te zorgen dat alle mogelijke typen voorzieningen goed bereikbaar zijn binnen de functionele stedelijke regio dan dat elke stad een gelijk pakket aan voorzieningen aanbiedt.

### TOOLS OM ADAPTIEF IN TE SPELEN OP UITDAGINGEN VAN VANDAAG ÉN MORGEN

Het handelingsperspectief om stedelijke regio's te besturen, betekent vooral voorwaarden scheppen voor sociaal-economische ontwikkeling en welvaart in den brede. Een wetenschappelijke consensus is dat het hierbij veelal makkelijker is om belemmeringen (zogenoemde agglomeratienadelen) weg te nemen dan om agglomeratievoordelen te vergroten. Concreet gaat het dan vooral om *bereikbaarheid, ruimtelijke ordening, leefbaarheid en veiligheid*. Denk bijvoorbeeld aan: binnenstedelijk transport en logistiek en zorgen dat die optimaal



Fig. 6 – Beeld Urban Strategy tool.

#### Ontwikkelscenario's: TNO Urban Strategy – interactieve ruimtelijke planvorming

TNO heeft een digitaal rekenmodel ontwikkeld om interactief plannen te maken en de juiste instelling te vinden voor stedelijke parameters, zoals luchtkwaliteit, verkeersstromen, geluidslast, externe veiligheid en energieconsumptie, en hun ontwikkeling in ruimte én tijd. Dit model maakt ontwikkelscenario's transparant en visualiseert de uitkomst (zie figuur 6), met als resultaat een gedeelde en samenhangende informatiebasis om besluitvorming te onderbouwen voor stedelijke planning, vastgoed, demografie, regionale economie, infra-

structuur, fysieke leefbaarheid en zorg. Kern hierbij is dat oplossingen voor de vraagstukken van vandaag ook in de toekomst nog het juiste antwoord zijn.

Aanvullend biedt TNO's SUAM-instrumentarium (Sustainable Urban Accessibility and Mobility) steden de mogelijkheid om operationele monitoring te verbinden aan tactische en strategische besluitvorming (zie figuur 7). Zo verbinden we de korte en lange termijn. Denk hierbij aan verkeersmanagement in de stad waarbij verkeerslichten, parkeerverwijzingen en route-informatiepanelen optimaal en *real time* op elkaar zijn afgestemd.



Fig. 7 – TNO Infographic Sustainable Urban Accessibility and Mobility.

functioneren op bovenregionaal niveau, een woningvoorraad op maat, en zorgen dat kennis, vaardigheden en competenties van inwoners matchen met de behoeften die bedrijven hebben. Een belangrijke randvoorwaarde voor toekomstige economische vitaliteit van Nederlandse regio's is en blijft dat hoogwaardige woonmilieus, voorzieningen en bereikbaarheid aansluiten op de (toekomstige) economische structuur en op het kwalitatieve arbeidsaanbod.

Het vereist allereerst brede samenwerking tussen overheid, bedrijfsleven, onderwijs, kennisinstellingen en burgers om economische activiteit optimaal te verdelen over de ruimte. Dit vereist ook dat in (groot)stedelijk verband mensen en organisaties zich verbinden en

verantwoordelijkheid nemen vanuit hun eigen positie.<sup>10</sup> Ontwikkelscenario's voor de stad, ingebed in haar eigen ommeland – de functionele stedelijke regio – dragen bij aan zo'n toekomstbestendige *urban strategy*.

Het is belangrijk om niet te onderschatten dat adaptiviteit een aanzienlijke bestuurlijke uitdaging is. Bestuurders moeten namelijk accepteren dat beleidsinterventies *learning-by-doing* inhouden en omgeven zijn met complexiteit en onzekerheid. Bijsturen op basis van feitelijke informatie kan daarbij handvatten bieden. Om bij te kunnen sturen is betrouwbare feedback cruciaal, zowel over de mate waarin doelen behaald worden als over hoe de gehanteerde instrumenten werken.<sup>11</sup>

## “BLIJF NIET EINDELOOS SCENARIO'S EN EEN VISIE ONTWIKKELEN, MAAR ONDERNEEM ACTIE EN LEER ONDERWEG!”

### Een praktijkvoorbeeld: wendbaarheid van de Metropoolregio Amsterdam

TNO heeft (op bescheiden schaal) bijgedragen aan de Ruimtelijk-Economische Actieagenda van de Metropoolregio Amsterdam 2016–2020<sup>12</sup>. In de Metropoolregio Amsterdam (MRA) is na de financieel-economische crisis, met het dieptepunt in 2009, het besef gegroeid dat (economische) onzekerheden nopen tot *wendbaarheid* en – ondanks die onzekerheid – tot onmiddellijke actie. Dit groeiend besef liep parallel aan de notie dat er snelle veranderingen afkomen op enkele pijlers van de regio, bijvoorbeeld de haven waarin veel fossiele brandstoffen worden overgeslagen – en havenoverslagterreinen dus andere bestemming moeten krijgen als de fossiele energieproductie grootschalig wordt afgebouwd – en financieel-zakelijke diensten die in toenemende mate te maken hebben met digitalisering.

Centraal hierbij staat dat in dit proces veel ruimte nodig is om te improviseren en te experimenteren, bijvoorbeeld met nieuwe economische sectoren,

flexibiliteit in regelgeving en tijdelijk of structureel beschikbaar stellen van fysieke ruimte. Dit is belangrijk zodat de metropoolregio zich snel kan aanpassen aan de veranderende maatschappij en kan inspelen op nieuwe kansen: een *adaptieve strategie*.

Innoveren, de regionale bereikbaarheid verbeteren, klimaatbestendig zijn, en voldoende woningen realiseren: dit zijn de pijlers waarop de MRA haar continue economische vernieuwing laat rusten. Dit alles om het welvaarts- en welzijnsniveau te kunnen borgen van de mensen die er wonen en werken. Het doel is duidelijk, de weg ernaartoe niet (volledig). Er zijn wel aanknopingspunten om snel en adequaat te reageren op veranderingen, bijvoorbeeld:

- flexibiliteit in woningbouw en in de aanpak van grote infrastructurele projecten;
- flexibelere bestemmingsplannen;
- continu monitoren wat er werkelijk gebeurt – niet alleen de relevante trends van buitenaf, maar ook de ongeplande initiatieven van burgers (en daar vervolgens weer op inspelen).

### SAMENVATTEND

#### “Hoe kun je vooruitlopen en inspelen op veranderingen?”

Dit begint met een breed gedragen (maatschappelijk) doel als richting, maar vereist onderweg flexibiliteit en een open vizier. Ofwel:

#### “Blijf niet eindeloos scenario's en een visie ontwikkelen, maar onderneem actie en leer onderweg!”

Dit vergt een samenspel tussen korte-termijnacties en langetermijneffecten. Het betekent ook: niet stil blijven staan, maar inspelen op de lange termijn door op korte termijn *no-regret* maatregelen te nemen.

Er kunnen echter ook spanningen bestaan tussen de korte termijn (pijn) en positieve effecten op de langere termijn. Daarom is het belangrijk dat besluiten transparant zijn en dat het voor alle partijen in het samenwerkingsverband, en ook voor belanghebbenden daarbuiten, duidelijk is op basis van welke informatie de besluiten nu zijn genomen en – waar nodig – in de toekomst bijgesteld worden. Dit is een adaptieve strategie en dito aanpak.

TNO.NL

### LEEFOMGEVING

Vanuit het thema Leefomgeving dragen wij bij aan innovaties voor vitale stedelijke regio's. Wij werken met partners aan oplossingen van vandaag en kansen voor morgen om leefbaarheid, bereikbaarheid en concurrentiekracht van deze stedelijke regio's te versterken.

### AUTEUR

Drs. M.W. (Thijmen) van Bree  
Drs. G.W. (Geiske) Bouma

### CONTACT

**Ir. L.J.J. (Leo) Kusters**  
Stieltjesweg 1  
2628 CK Delft  
T 088 866 20 20  
E [leo.kusters@tno.nl](mailto:leo.kusters@tno.nl)

10. Sociaal-Economische Raad (2015). De SER-agenda voor de stad. (p. 17–18). Den Haag.

11. Camps, M. (2017). *Durf te leren*. In: ESB, jaargang 102 (4745).

12. Zie ook: <http://www.mraagenda.nl>.