



Beleidsprocessen en bouwblokken voor Digitale Tweelingen

Versie 1.3
Status definitief
Datum 7 november 2024

Onderzoek door Geonovum en provincie Utrecht

Opdrachtgevers

Drs. Luc de Horde | luc.de.horde@provincie-utrecht.nl
Dr. Rob Peters | rob.peters@provincie-utrecht.nl

Auteurs

Bart De Lathouwer | b.delathouwer@geonovum.nl
Gineke van Putten | g.vanputten@geonovum.nl
Silvy Horbach | s.horbach@geonovum.nl
Dr. Michel Grothe | m.grothe@geonovum.nl

Copyright

Creative commons

Inhoudsopgave

Lijst van afkortingen	3
1. Inleiding	4
1.1 Aanleiding	4
1.2 Opdrachtformulering van het onderzoek	5
1.3 Eerder onderzoek naar bouwblokken voor gebiedsgerichte ontwikkeling	6
1.3.1 Over het internationale Digital Twin Consortium en Capabilites	6
1.4 Aanpak en proces	7
1.4.1 Aanpak	7
1.4.2 Uitvoering workshop 1; start en interviews	8
1.4.3 Uitvoering workshop 2; functionele eigenschappen van Digitale Tweelingen	8
1.4.4 Uitvoering workshop 3; discussie	9
2. DT bouwblokken voor beleid	9
2.1 Digitale Tweeling bouwblokken in context brengen voor beleid	9
2.2 Functiemap en definities van beleidscapabilites	11
3. Het beleidsproces en DT beleidsbouwblokken	19
3.1 De Plan-Do-Check-Act cyclus	19
3.2 Beleidscyclus omgevingswet en Zicht op Nederland	21
3.3 DT beleidscapabilites en de beleidscyclus; een match?	23
4. Indicatoren als linking pin	25
4.1 De rol van indicatoren in de beleidscyclus	25
4.2 Het use case canvas verfijnt met de linking pin methode	32
4.3 Belangrijke aanbevelingen	34
Gebruikt bronmateriaal	39
Bijlage 1 – Vragenlijst interviews	40
Bijlage 2 – Deelnemers workshops en interviews	42
Bijlage 3 – Gezonde gebiedsontwikkeling provincie Utrecht	43

Lijst van afkortingen

API	Application Programming Interface
AR/VR/xR	Augmented Reality/Virtual Reality/eXtended Reality
AVG	Algemene Verordening Gegevensbescherming
CISO	Chief Information Security Officer
CPT	Capabilities Periodic Table
DT	Digitale Tweeling of Digitale Tweeling
DTC	Digitale Tweeling Consortium
DTC	Digitale Tweeling Capabilities
GGO	Gezonde GebiedsOntwikkeling
HTTP	Hypertext Transfer Protocol
IT	Informatie Technologie
nDTFL	nationale Digitale Tweeling Fysieke Leefomgeving
DTNL	Digitale Tweeling Nederland
URI	Uniform Resource Identifier
OUP	Open Urban Platform

1. Inleiding

1.1 Aanleiding

Nederland staat voor een groot aantal maatschappelijk opgaven die te maken hebben met fysieke leefomgeving en onlosmakelijk met elkaar zijn verbonden. Technologieën zoals data gedreven werken en een digitale tweeling, waarin data uit verschillende thematieken (beleidsterreinen) integraal inzichtelijk gemaakt en afgewogen worden, worden gezien als manier om het beleidsproces rond maatschappelijke opgaven te verbeteren.

Digitale tweelingen bieden mogelijkheden om data en modellen vanuit de verschillende sectoren bij elkaar te brengen (te extrapoleren) en de integratie te verbeelden. Dat betekent echter ook dat een digitale tweeling het meest succesvol zal zijn als hij perfect aansluit op het (integrale) vraagstuk waarvoor dit middel zal worden ingezet. Dat vraagt om specialistische kennis vanuit verschillende disciplines:

- het inhoudelijke en bestuurlijke beleid (het beleid);
- evenals de technische IT en dataspecialisme (de techniek).

Voor het kunnen ontwikkelen en gebruiken van Digitale Tweelingen dienen het beleid en de techniek bij elkaar gebracht te worden. Beleid en techniek hebben elk hun eigen jargon. Samenwerking tussen beleid en techniek is noodzakelijk om Digitale Tweelingen mogelijk te maken. Dat betekent ook dat een gemeenschappelijk taal spreken tussen beleid en techniek nodig is. Beleidsmensen praten niet technisch en techniek mensen niet beleidsmatig. Vanuit de techniek willen we termen relevanter maken voor beleid en vanuit beleid willen we dat beleidsthema's concreetiseren, die begrijpelijker zijn voor de techniek. We geven in deze studie een eerste aanzet om het gemeenschappelijke taal in de samenwerking tussen beleid en techniek voor het maken en gebruiken Digitale Tweelingen een stap verder te brengen.



We zullen deze studie niet los kunnen zien van het perspectief van de federatie van digitale tweelingen. De federatie van digitale tweelingen benadrukt het belang van een samenhangend netwerk van verschillende digitale tweelingen, die met elkaar kunnen communiceren en samenwerken (uitwisseling van data, rekenmodellen en visualisaties). Deze federatieve aanpak is cruciaal om complexe, grootschalige systemen in de fysieke leefomgeving, zoals steden, infrastructuren, en landelijke en natuurlijke omgevingen, op een geïntegreerde en efficiënte manier te beheren. Het perspectief van de federatie van digitale tweelingen omvat een aantal verschillende aspecten:

- Veel maatschappelijke uitdagingen, zoals klimaatverandering, mobiliteit, en duurzame stadsontwikkeling, zijn interdisciplinaire problemen. Een federatie van digitale tweelingen kan bijdragen aan een geïntegreerde aanpak door gegevens en modellen uit verschillende domeinen samen te brengen;
- In een federatie van digitale tweelingen is het van essentieel belang dat verschillende systemen naadloos met elkaar kunnen communiceren (interoperabiliteit). Dit maakt het mogelijk om data en inzichten uit te wisselen tussen verschillende domeinen, zoals energie, transport, waterbeheer, en stedelijke planning;

- Door gegevens en modellen te delen tussen digitale tweelingen, kunnen besluitvormers op alle niveaus sneller en beter geïnformeerde beslissingen nemen. Dit leidt tot efficiënter gebruik van middelen, betere planning, en verhoogde responsiviteit bij noodsituaties.

In een federatie moeten alle betrokken digitale tweelingen zich houden aan gemeenschappelijke beleidskaders. Dit zorgt ervoor dat de uitwisseling van data en modellen voldoet aan juridische en ethische normen, zoals privacy, dataveiligheid, en eigendomsrechten. Het vereist ook afstemming op maatschappelijke opgaven, zoals duurzaamheid, inclusiviteit en ethiek.

Voor effectieve uitwisseling tussen digitale tweelingen moeten er technische standaarden en protocollen zijn voor semantiek, uitwisseling (API's), metadata en architecturen om compatibiliteit en interoperabiliteit tussen systemen te waarborgen.

In essentie ziet de federatie van digitale tweelingen de uitwisseling en samenwerking tussen verschillende digitale tweelingen als een noodzakelijke voorwaarde voor het (partieel) oplossen van complexe maatschappelijke problemen en het ondersteunen van de efficiëntie en besluitvorming.

1.2 Opdrachtformulering van het onderzoek

In de onderstaande figuren is het doel van de opdracht weergegeven.

Het doel van Provincie Utrecht is om aan de hand van casussen, semantiek, classificaties en afspraken het gesprek te kunnen voeren om te kunnen komen tot 'digitale beleidsproducten'. Hiervoor zullen verschillende invalshoeken bij elkaar komen; het inhoudelijke en bestuurlijke beleid als de technische IT. Door optimaal samen te werken kan in een Digitale Tweeling juiste data en informatie samengebracht worden wat een breder begrip en goede inzichten oplevert in het hele beleidsproces, het kan leiden tot meer inclusieve besluitvorming en een grotere kans op het vinden van creatieve en duurzame oplossingen voor de maatschappij.

Gewenst is ook een aanzet tot methodiek om indicatoren voor een Digitale Tweeling zo weer te geven in een stelsel voor digital ~~twinning~~, dat een beleidsmedewerker het kan begrijpen en beleidsmedewerkers van alle domeinen weten hoe dat wordt gedaan. De huidige beschrijving 'dataprodukten' is in omloop. Dit is meer vanuit de techniek geschreven en niet vanuit beleid. Bij communicatie over de praktijk van beleidsindicatoren voor een Digitale Tweeling dient nadrukkelijk meer aansluiting te worden gezocht bij het vocabulaire van beleid.

We kijken daarbij nadrukkelijk ook naar de rol van de Digitale Tweeling in het gehele beleidsproces. Dat doen we door een aanzet van een methodiek te presenteren waarin het beleid en de beleidsmedewerker centraal staat in de interactie met de techniek om een Digitale Tweeling te maken voor de integratie van de vele aspecten die bij een beleidsopgave komen kijken, zoals watermanagement, hittestress, wonen, parkeren, recreëren. Functionele bouwblokken en indicatoren voor beleid spelen daarbij een centrale rol. Zij zijn een linking pin tussen de beleidswereld en de IT en datawereld van Digitale Tweelingen. Voor beiden wordt en is het werken met functionele bouwblokken en indicatoren voor beleid bekend terrein en dat geeft verbinding en een gemeenschappelijk taal.



1.3 Eerder onderzoek naar bouwblokken voor gebiedsgerichte ontwikkeling

Deze opdracht is een vervolg op een eerdere opdracht over bouwblokken voor de Digitale Tweeling gebiedsgerichte ontwikkeling van de provincie Utrecht. Om nieuwe en bestaand beleid te ondersteunen met Digitale Tweelingen zijn in een voorgaande opdracht [1] op hoofdlijnen de functionele bouwblokken of 'capabilities' vastgesteld. 'Capabilities' zijn het vermogen om bepaalde acties uit te voeren of bepaalde resultaten te bereiken in de Digitale Tweeling [2]. We duiden ze ook wel aan met 'functionele bouwblokken'. Deze capabilities worden gevisualiseerd in een zogenaamde Capabilities Periodic Table (CPT) afkomstig van het Digitale Tweeling Consortium (DTC). Voor dit voorgaande advies over de bouwblokken voor de DT zijn eerst drie modellen van Digitale Tweeling bouwblokken kort geïntroduceerd, respectievelijk de bouwblokken van de DT provincie Utrecht, de bouwblokken van de nDTFL¹ en de bouwblokken van het Digitale Tweeling Consortium. Vervolgens is een eerste match gemaakt van de nDTFL en DTC bouwblokken. Dit vormt een toets van de bouwblokken nDTFL (voldoet de nDTFL functionaliteit aan de DTC functionaliteit of ontbreken elementaire functies?). Daarna heeft een match (quick-scan) gevonden tussen de bouwblokken DT provincie Utrecht en de bouwblokken nDTFL.

1.3.1 Over het internationale Digital Twin Consortium en Capabilities

Het internationale Digital Twin Consortium (<https://www.digitaltwinconsortium.org/>) heeft een generieke bouwblokkenplaat ontwikkeld, dat we hier in beschouwing nemen [2]. Het Digital Twin Capabilities Periodic Table (CPT) is een architectuur- en technologie-agnostisch 'requirements definition framework'. Het is gericht op organisaties, die Digitale Tweelingen willen ontwerpen, ontwikkelen, implementeren en exploiteren op basis van use case-capaciteitsvereisten versus de functies van technologische oplossingen.

Het verbeelden van een ontwerp scenario voor een nieuwe duurzamer stuk wegdek of het verbeelden van het aanbrengen van een geluidscherm rond een woningbouwproject heeft verschillende technische hulpmiddelen nodig voor het schaalniveau, detailniveau, weergave van diepte en hoogte en dergelijke. De technische capaciteiten worden gematched met de beleidsbehoeften.

Het CPT-raamwerk vergemakkelijkt samenwerking voor teams, die vereisten en specificaties moeten maken voor Digitale Tweelingen in grootschalige, complexe omgevingen. Het CPT-raamwerk houdt de focus op de 'capability requirements' van individuele use cases. De CPT volgt een periodiek systeembenadering met mogelijkheden gegroepeerd of "geclusterd" rond gemeenschappelijke kenmerken. Het is gemakkelijk te interpreteren in zowel de bestuurskamer bij het uitleggen van de business case om financiering te krijgen voor een Digitale Tweeling project, als op de werkvloer bij het verzamelen van vereisten voor een Digitale Tweeling toepassing. Het biedt visuele begeleiding voor samenwerking, brainstormen en het expliciet maken van

¹ De Nationale Digitale Tweeling Fysieke Leefomgeving (nDTFL) is een initiatief in Nederland, dat zich richt op het ontwikkelen van een digitale representatie van de fysieke leefomgeving van het land [5], [6]. De digitale tweeling bevat gedetailleerde en actuele data, rekenmodellen en visualisaties over infrastructuur, gebouwen, waterbeheer, mobiliteit, biodiversiteit en natuur, en diverse andere aspecten en elementen van de fysieke leefomgeving. Het doel van de nDTFL is om overheid, bedrijven en andere stakeholders te ondersteunen bij het nemen van betere en meer geïnformeerde beslissingen door middel van real-time data en geavanceerde simulaties. Het initiatief bevordert samenwerking tussen verschillende partijen en zorgt ervoor dat data en rekenmodellen uit diverse bronnen gestandaardiseerd en geïntegreerd worden, zodat ze effectief kunnen worden gebruikt in de digitale tweeling van Nederland [5], [6].

² DTC is als één van de weinige initiatieven met een capabilities framework voor digital twins. Daarbij is het framework open en toegankelijk beschikbaar (i.t.t. enkele frameworks uit de industrie).

capaciteitsvereisten. Alle bronnen die nodig zijn om de CPT te begrijpen en in te zetten, zijn hier verstrekt.

In de onderhavige opgave wordt opnieuw met de CPT verder gewerkt om te komen tot bouwblokken, die ook begrijpbaar en toepasbaar zijn voor de gebruikers van de Digitale Tweeling en voor de beleidmedewerkers. Het CPT model is vereenvoudigd weergegeven in een beperkt aantal beleidsbouwblokken, die begrijpbaar zijn gemaakt voor beleidmedewerkers om beter het gesprek te kunnen voeren over het gebruik van Digitale Tweelingen in het beleidsproces.

1.4 Aanpak en proces

1.4.1 Aanpak

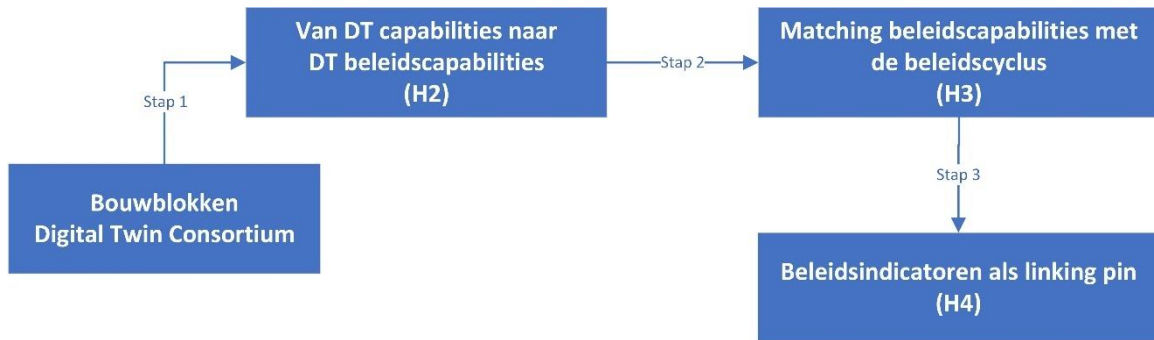
In enkele interviews en workshops is de opgave toegelicht op basis van de onderstaande figuur 1. Er is gewerkt via een workshopaanpak waarbij de deelnemers aan de workshops de inhoudelijke onderwerpen hebben aangedragen om tot wederzijds begrip tussen beleid en IT en datawereld te komen over hoe digitale tweelingen in te zetten voor beleidsvraagstukken. Voor deze opgave is de onderstaande aanpak in een viertal stappen gevolgd (figuur 2).



Figuur 1. – Aanpak van deze opgave

In een eerste stap is aandacht besteed aan de functionele eigenschappen van Digitale Tweelingen in de vorm van de bouwblokken of 'capabilities'. De functionele eigenschappen van Digitale Tweelingen zijn vereenvoudigd, zodat ze betere aansluiten bij de belevingswereld van beleid. In de tweede stap is gekeken naar hoe deze vereenvoudigde functionele eigenschappen zijn te koppelen aan het beleidsproces en aan architecturale principes (algemene opbouw van de Digitale Tweeling waar dezelfde functionele eigenschappen worden (h)erkent. Daarvoor zijn de Plan-Do-Check-Act cyclus als voorbeeld van de beleidscyclus gebruikt om de functionele eigenschappen mee te matchen.

In de derde stap is een verdere analyse uitgevoerd om het gebruik van indicatoren te koppelen aan de beleidscyclus.



Figuur 2. – Werkwijze voor deze opgave

In de uitvoering zijn een aantal workshops georganiseerd. De wijze waarop deze workshop zijn vormgegeven en uitgevoerd en is hieronder kort beschreven.

Om invulling te geven aan de aanpak is een interactieve werkwijze gevolgd. Door drie workshops te organiseren en interviews te houden is informatie opgehaald om te toetsen of het werken met bouwblokken ook in interactie met beleidsmensen leidt tot wederzijdse inzichten over de vorm in invulling van een digitale tweeling. Geonovum heeft daarbij een model voor beleidsbouwblokken toegepast en getoetst.

1.4.2 Uitvoering workshop 1; start en interviews

In workshop 1 d.d. 10-11-2023 is de aanpak toegelicht en geaccepteerd. Ook is er kennisgemaakt met elkaar. De afspraak is gemaakt om door te geven welke data gebruikt kunnen worden voor de nodige interviews. De interviews zijn ingepland en uitgevoerd waarbij themagericht te werk is gegaan (zie onderstaande tabel). In de bijlage 1 is de vragenlijst opgenomen. Van de eerder aangegeven 7 deelnemende organisaties zijn er 5 overgebleven: provincies Utrecht, Noord-Holland, en Flevoland, gemeente Eindhoven, Grenzeloos Data Landschap (Rotterdam). De deelnemers in de workshops zijn opgenomen in bijlage 2.

Organisatie	ema	Datum interview
Provincie Noord-Holland	Slimme logistiek	13-12-2023
Gemeente Eindhoven	Woningbouwmonitor	14-12-2023
Grenzeloos Data Landschap (Rotterdam)	Digitaal samenwerken in de ondergrond	11-1-2024
Provincie Flevoland	Bossenstrategie	6-2-2024
Provincie Utrecht	Cartesius en GGO	14-2-2024

Bij de interviews is in het algemeen geconstateerd, dat het zeer relevant is, dat beleidsmensen en de techniek mensen (data en IT) rond de tafel zitten en in het algemeen het gesprek met elkaar voeren over hoe een DT het beleid kan ondersteunen. Dit bevestigt de opgave dat deze mensen met elkaar in gesprek moeten gaan. Tijdens de interviews is de context geschetst waarin de Digitale Tweelingen gemaakt zijn. Ook werden de (on)mogelijkheden van het proces besproken.

1.4.3 Uitvoering workshop 2; functionele eigenschappen van Digitale Tweelingen

In de tweede workshop is getracht de functionele eigenschappen van Digitale Tweelingen voor beleid vast te stellen. Aan de hand van de 'Capabilities Periodic Table' (CPT) van het Digital Twin Consortium is gekeken of beleid kan worden gekoppeld aan de functionele eigenschappen van Digitale Tweelingen.

Al snel bleek dat de Capabilities Periodic Table een te omvangrijk en complex model was om te hanteren voor beleidstoepassingen van Digitale Tweelingen. Dat leidt tot spraakverwarring en in context brengen is nodig om 'overdondering' van beleidsmensen te voorkomen. In de 2e workshop is derhalve gewerkt aan het in context brengen van de Digital Twin Capabilities Periodic Table voor beleidstoepassingen van Digitale Tweelingen. Dat heeft in de workshop geresulteerd in 16 capabilities voor beleid. Deze 16 beleidscapabilities of beleidsbouwblokken zijn voorzien van een beschrijving voor beleid en voor techniek (data en IT).

Tijdens de 2^e workshop zijn de deelnemers meegenomen in het hiervoor beschreven proces. Hoe we tot de periodic table zijn gekomen, en welke functionaliteiten gekozen zijn en waarom. Tevens zijn de 16 functionaliteiten en de bijbehorende beschrijvingen/definities geverifieerd. In paragraaf 2.1 zijn de resultaten van de workshop opgenomen.

Het was de bedoeling om nog 2 huiswerk taken te geven:

1. Van elke deelnemer wordt gevraagd om aan te geven in hoeverre een bepaalde functionaliteit gebruikt wordt in hun Digitale Tweeling;
2. Van elke deelnemer wordt gevraagd om aan te geven per Digitale Tweeling in hoeverre een bepaalde functionaliteit gebruikt wordt voor welke beleidsstap.

1.4.4 Uitvoering workshop 3; discussie

In het workshop 3 zijn de opgedane bevindingen uit de eerste 2 workshops gepresenteerd en is het gesprek gevoerd over opgedane bevindingen. Daarbij is nadrukkelijk aandacht uitgegaan naar de rol van indicatoren als mogelijke linking pin tussen het beleid en de techniek bij het ontwikkelen en gebruik van Digitale Tweelingen. In een levendige discussie zijn diverse aspecten en denkbeelden uitgewisseld.

2. DT bouwblokken voor beleid

In dit hoofdstuk wordt beschreven hoe de bouwblokken van het Digitale Tweeling Capabilities Periodic Table (CPT) ook beter begrijpbaar en toepasbaar kunnen zijn voor de gebruikers van een Digitale Tweeling en beleidmedewerkers. Het CPT model is daarvoor vereenvoudigd en omgezet in een beperkt aantal beleidsbouwblokken, die in context zijn gebracht voor mensen zonder technische achtergrond om beter het gesprek te kunnen voeren over het gebruik van Digitale Tweelingen in het beleidsproces.

2.1 Digitale Tweeling bouwblokken in context brengen voor beleid

In de eerste workshop is in een interactieve sessie met beleidsmedewerkers gekeken naar de functionele eigenschappen van Digitale Tweelingen volgens het CPT. De functies van het CPT bleken niet altijd aan te sluiten bij de begrip en de beleving van de beleidswereld. Daarop is een vereenvoudiging gemaakt van het aantal functionele eigenschappen, die beter aansluiten bij beleid en deze zijn geplot op de CPT (zie onderstaande figuur 3).



Figuur 3. – Bouwblokken voor beleid geplot op het CPT

Ook is van een aantal use cases, die besproken zijn in de interviewronde heatspots gemaakt, die aangeven welke functionaliteiten in de Digitale Tweeling vanuit de use cases (interview thema's) aan bod zijn gekomen. De interviews zijn gebruikt om te toetsen of het werken met de 16 beleidscapabilities werkt en of ze terugkomen in de use cases (de interview thema's). De groene wolken in de figuur 4 geven de heatspots waar de beleidscapabilities zijn herkend.



Figuur 4. – Use cases geplot op het CPT Bouwblokken

Deze analyse heeft geleid tot een reductie van het aantal van 64 capabilities naar 16 beleidscapabilities, die het makkelijker maken om het gesprek over de benodigde functionele eigenschappen van Digitale Tweeling met beleidsmensen aan te gaan. In de onderstaand figuur 5 zijn de beleidsbouwblokken gegroepeerd en gevisualiseerd (met een icoon) weergegeven op het CPT.



Figuur 5. – Visualisatie van de beleidsbouwblokken op het CPT

2.2 Functiemap en definities van beleidscapabilities




De workshopanalyse heeft uiteindelijk geleid naar een functiemap met beleidscapabilities voor Digitale Tweelingen. In de onderstaande figuur 6 zijn deze 16 beleidscapabilities weergegeven. We hebben figuur 5 en figuur 6 bewust in de vorm van een praatplaat opgemaakt zodat ze bruikbaar zijn in het gesprek tussen beleidsmedewerkers en mensen met een technische achtergrond.







Figuur 6. – Functiemap beleidscapabilities voor Digitale Tweelingen

Voor iedere beleidscapability is een omschrijving gemaakt voor zowel de beleidsmedewerker (niet-technische beschrijving) als de IT/dataspecialist (technische beschrijving). In de onderstaande tabel zijn de beschrijvingen van de beleidscapabilities opgenomen. Ook zijn de ontwikkelde iconen opgenomen in de onderstaande tabel.

Beleidsbouwblok	Niet-technische beschrijving	Technische beschrijving
Tijdreizen	Het concept van tijdreizen in een digitale tweeling biedt de	Door gebruik te maken van een combinatie van (veel) historische



 <p>Tijdreizen</p>	<p>mogelijkheid om een situatie in de tijd te kunnen bestuderen. Dat betreft het teruggaan in de tijd om zo een weerspiegeling te geven van hoe iets was in het verleden. Digitale Tweelingen maken ook mogelijk om vooruit te kijken in de tijd. Hierdoor kun je er historische analyses mee uitvoeren, wat-als scenario's mee verkennen, toekomstige situaties verbeelden of voorspellen.</p>	<p>gegevens (over een onderwerp), (bijna) real-time informatie en algoritmen (rekenmodules) kan een Digitale Tweeling in de tijd reizen: de digitale tweeling kan middels het tijdsaspect in historische gegevens de tijd terugzetten naar een bepaald moment om zo een weerspiegeling te geven van hoe iets in de verleden was. Ook reizen in de toekomst is mogelijk, door gebruik te maken van rekenmodules die kunnen extraheren en voorspellen (aan de hand van vooropgestelde rekenregels). Het heden wordt voorgesteld door o.a. bijna real-time sensor informatie, bijgestaan door up-to-date administratieve gegevens.</p>
<p>Integreren</p>  <p>Integreren</p>	<p>Een Digitale Tweeling maakt het mogelijk om verschillende beleidsperspectieven te definiëren en zo een holistisch beeld te krijgen van beleidsgebied of beleidsproject. Deze combinatie helpt om een dieper inzicht te krijgen, betere beslissingen te nemen en waarde te genereren in diverse domeinen. Dit is een belangrijk instrument om alle lagen te integreren tot 1 situationeel beeld.</p>	<p>Een Digitale Tweeling is vanuit een technisch oogpunt een data/gegevens/informatie integratie oefening: door verschillende gegevens samen te brengen (data lagen) en ze te combineren ontstaan nieuwe inzichten en dataproducten. Het combineren van (traditionele) data is geen triviale oefening modellen sterk kunnen verschillen. Data Transformatie functies (om data om te vormen) zijn daarom een belangrijk deel van de Integratie functie. Het integreren moet gevoelig zijn voor de beleidsprocessen (en niet omgekeerd) – processen uit de werkelijkheid vinden hun afbeelding in de Digitale Tweeling.</p>
<p>Zoeken/vinden</p>  <p>Zoeken/vinden</p>	<p>In een Digitale Tweeling zijn verschillende soorten gegevens samengebracht en een zo nauwkeurig mogelijke afbeelding maken van de beleidskeuzes. Digitale Tweeling moeten de taal en beelden spreken die beleidsmedewerkers (h)erkennen – inclusief het normaliseren en standaardiseren van de gebruikte indicatoren. Een Digitale Tweeling biedt ook</p>	<p>Een Digitale Tweeling is een data integratie oefening (zie ook Integratie), waarvan men ervan uitgaat dat men weet waar (de URI) die data staat en dat we toegankelijk is. Meestal weet men dat niet. Als men het weet, dan is data als thuis: iemand zal het ooit elders gaan leggen – en moet je het opnieuw gaan zoeken. Net zo met data. Daarom is het zoeken naar data, gegevens (kunnen ook</p>


	<p>contextuele informatie die helpt gebruikers te begrijpen wat de gegevens vertegenwoordigen, waar ze vandaan komen, hoe ze zijn verzameld en hoe ze moeten worden geïnterpreteerd. Dit is vooral belangrijk omdat Digitale Tweelingen vaak complexe en diverse gegevensbronnen bevatten. Het is essentieel voor het succesvol gebruiken van Digitale Tweelingen in verschillende domeinen.</p>	<p>andere dingen zijn: rekenmodellen, begrippen, ...) voor een Digitale Tweeling zo belangrijk. Het resultaat van het zoeken wordt beschreven in Metadata: het beschrijf de data – net zoals een etiket op een fles wijn of beschrijving van een boek in de bieb (ook daar staat waar je het boek kan vinden).</p>
<p>Visualiseren</p> <div data-bbox="233 734 488 987" style="border: 1px solid black; padding: 10px; text-align: center;">  <p>Visualiseren</p> </div>	<p>De kracht van visualisatie in een digitale tweeling ligt in het vermogen om gegevens om te zetten in begrijpelijke, interactieve en bruikbare beelden die inzicht bieden, problemen detecteren, communicatie verbeteren en bijdragen aan betere besluitvorming en prestaties.</p> <p>Visualisatie kan op veel manieren: 2D (<i>plat</i> bovenaanzicht), 3D (om beter complexe ruimtelijke data te visualiseren en te analyseren op een manier die traditionele 2D-kaarten niet kunnen) er kan ook gebruik gemaakt worden van brillen waarin beelden worden geprojecteerd die overlappen met de werkelijkheid. Beelden kunnen statisch (huidig beeld van een situatie) zijn of heel dynamisch (interactieve kaart waar je aan knoppen kan draaien om indicatoren kan wijzigen en de geassocieerde beleidseffecten meteen in beeld ziet), veel details bevatten en realistisch zijn of juist niet. De keuze van visualisaties hangt af van de aard van de gegevens en het doel van de digitale tweeling. Door verschillende visualisatietechnieken te combineren, kunnen gebruikers een vollediger beeld krijgen van een systeem, processen</p>	<p>1 prentje zegt meer dan 1000 woorden. De digitale tweeling van de fysieke leefomgeving komt helemaal tot zijn recht als ie daadwerkelijk ook kan gevisualiseerd worden in 2D en 3D, met een Level-of-Detail die voldoet aan de vereisten. De beelden kunnen statisch of dynamisch zijn, heel realistisch (qua kleuren en effecten) of net niet (valse kleuren). Ook kan het gebruik van AR/VR/xR meer inzicht en interactie bieden met de werkelijkheid, zonder dat we die kunnen aanschouwen.</p>

	begrijpen, en betere beslissingen nemen.	
<p>Rekenen</p>  <p>Rekenen</p>	<p>Digitale Tweelingen kunnen gebruik maken van rekenmodellen (bv hittestress, wateroverlast, geluidszones). Deze rekenmodellen kunnen gegevens analyseren met behulp van technieken en algoritmes. Zo worden patronen en trends zichtbaar. Deze rekenanalyses kunnen worden gebruikt om inzicht te krijgen in gedrag en voorspellingen te doen over toekomstige situaties. De uitkomst van Rekenmodellen vertalen zich in indicatoren. Indicatoren zijn de schakel tussen de Digitale Tweeling en Beleid. Rekenen is dus een essentieel onderdeel van zowel beleid als van een Digitale Tweeling.</p>	<p>Eén formule zegt meer dan 1000 prenten (Edsger Dijkstra). Het nabootsen van de werkelijkheid is rekenintensief – elk proces dat in de werkelijkheid ogenschijnlijk zonder al te veel moeite wordt doorlopen moet digitaal beschreven worden. Vele processen gebeuren in parallel met elkaar en hebben ook invloed op elkaar. Het is net zo ‘onrustig’ in de digitale tweeling als in de werkelijkheid. Deze ‘onrust’ is belangrijk om mee te nemen als het over beleid met indicatoren gaat – Indicatoren beïnvloeden elkaar. Zie ook de schuifjes plaat van figuur 14. Rekenmodules worden geregistreerd in het algoritmeregister, zodat de iedereen kan lezen wat de module precies doet.</p>
<p>Ontsluiten</p>  <p>Ontsluiten</p>	<p>Om de fysieke leefomgeving in beeld te brengen worden gegevens in lagen op elkaar gelegd in een grafisch omgeving. De gegevens van de lagen komen uit uitlopende registers en stellen vaak beleidskeuzes of wettelijke normen voor en de schuifjes zijn de verschillende beleidsambities in relatie tot de normen voor bijvoorbeeld geluid of openbaar groen. De lagen kunnen aangestuurd worden met schuifjes, zodat belangen in balans kunnen gebracht worden en op een eerlijke manier in verhouding staan tot elkaar.</p>	<p>Alle vormen van data kunnen samengebracht worden. De gegevens worden minimaal gekopieerd en zijn benaderbaar via het web (HTTP, API's).</p>
<p>Bewerken</p>  <p>Bewerken</p>	<p>Een Digitale Tweeling is interactief en dynamisch (gemeten gegevens uit de omgeving – inclusief de metingen gedaan door de burger, ook gekend als Citizen Science, zodat de burger betrokken is bij initiatieven). De gebruiker ervan zal er verder mee kunnen gaan dan simpelweg observeren van</p>	<p>Een Digitale Tweeling is niet enkel statisch, maar gaat data en gegevens bronnen aanpassen – al dan niet in de 3D omgeving: de locatie van objecten kunnen verzet worden, hun attributen aangepast. Ook de metadata van elementen kunnen aangepast worden (en gelogd).</p>

	data en modellen. De gebruiker zal gegevens kunnen gaan aanpassen.	
<p>Meten/aansturen</p>  <p>Meten/Aansturen</p>	<p>Sommige Digitale Tweelingen zijn in staat om (meet)gegevens in real-time te verwerken, te monitoren (te bezien of beleid ook het gewenste effect heeft in de beleidscyclus), en optioneel te reageren op veranderingen. Dit vereist rekenregels (algoritmen) die gegevens snel kunnen analyseren en actie kunnen ondernemen op basis van resultaten. Metingen worden bewaard, zodat in het deze kunnen gebruikt worden om een uitspraak te doen over een reeks uit het verleden om zo mogelijk trend in indicatoren kunnen gezien worden)</p>	<p>Om een afbeelding te maken van de werkelijkheid in een Digitale Tweeling, moeten aspecten van de werkelijkheid gemeten worden; denk aan temperatuur, druk, status op een bepaald moment in de tijd. Die toestand op tijdstip wordt naar de Digitale Tweeling gestuurd, zodat de afbeelding kan getoond worden (in een 3D omgeving). De metingen worden bijgehouden, zodat ook een uitspraak kan gedaan worden over de toestand in het verleden (zie reproduceren). Andersom kan ook de status van een object gestuurd worden via actuators (bv het waterkraan openen vanop afstand). Ook het aansturen van de status wordt opgeslagen voor later gebruik.</p>
<p>Reproduceren</p>  <p>Reproduceren</p>	<p>Elke beleidsbeslissing (op tijdstip) die genomen wordt aan de hand van een digitale tweeling moet reproduceerbaar zijn op een later tijdstip. Dus de toestand die de Digitale Tweeling op een bepaald moment heeft moet men terug kunnen oproepen, inclusief de waarde van de indicatoren waarop de beslissing werd genomen. De reproduceerbaarheid van de omstandigheden waarin een beleidsbeslissing wordt genomen, middels een Digitale Tweeling, is erg belangrijk: 1. In een rechtstaat worden beslissing genomen gebaseerd op een juridisch kader en gekoppelde indicatoren en 2. De Digitale Tweeling werkelijk als een beleidsinstrument wordt gezien en dat deze te vertrouwen is en helpt in de efficiëntie.</p>	<p>Elke beleidsbeslissing (op een tijdstip) die genomen wordt aan de (partiele) hand van een digitale tweeling moet reproduceerbaar zijn op een later tijdstip. Dus de toestand die de Digitale Tweeling op een bepaald moment moet men terug kunnen oproepen, inclusief de waarde van de indicatoren waarop de beslissing werd genomen. Dit fenomeen wordt ook wel 'Contestability by Design' genoemd (op elk moment kan een beslissing aangevochten worden, de Digitale Tweeling wordt dan terug in de tijd gezet).</p>
<p>Analyseren</p>	<p>Analyseren is het proces van het onderzoeken en interpreteren van de gegevens in de digitale tweeling. Dit omvat het toepassen van verschillende</p>	<p>De Digitale Tweeling geeft inzicht over een aspect van de digitale tweeling, door 1 of meerdere vormen van informatie samen te brengen. Het resultaat van het</p>

 <p style="text-align: center;">Analyseren</p>	<p>analysetechnieken, modellen en algoritmen om inzichten te verkrijgen over het gedrag, de prestaties, en de trends binnen de Digitale Tweeling. Het doel van het analyseren is om te zien of sturing het gewenste effect heeft en daar waar nodig kan aangepast worden voor meer of minder effecten.</p>	<p>inzicht kan zowel grafisch, tekstueel of anders worden weergegeven. Deze functie heeft veel weg van een Business Intelligence systeem, maar ook van een operations center van een veiligheidsregio waar informatie worden samengebracht voor analyse en weergave.</p>
<p style="text-align: center;">Voorspellen</p>  <p style="text-align: center;">Voorspellen</p>	<p>Digitale tweeling maken het mogelijk om op toekomstige gebeurtenissen, trends of gedragingen te anticiperen op basis van de huidige en historische gegevens van het gesimuleerde object of systeem. Met behulp van geavanceerde analyses, modellen en algoritmen kan een digitale tweeling potentiële uitkomsten en scenario's simuleren, waardoor gebruikers proactief kunnen reageren op mogelijke veranderingen of uitdagingen.</p>	<p>De mogelijkheid om een uitspraak te doen over de toekomstige staat van de afbeelding van de werkelijkheid, gebaseerd op historische gegevens (via statistiek en modellen). De parameters van de modellen kunnen zo aangepast worden, dat verschillende toekomstsituaties worden voorspeld. De toekomstige toestand kan gevisualiseerd worden in dezelfde interface waar de huidige en vorige toestand in weergegeven werd. Zie ook Tijdreizen.</p>
<p style="text-align: center;">Orkestratie</p>  <p style="text-align: center;">Orkestratie</p>	<p>Orkestratie zorgt ervoor dat de verschillende onderdelen of services binnen de Digitale Tweeling samenwerken om een bepaalde taak of workflow uit te voeren.</p>	<p>Taken die in de Digitale Tweeling worden uitgevoerd kunnen aan elkaar verbonden worden, als dan niet volgens een conditie. De uitvoer van het ene proces wordt input voor het volgende (al dan niet geparallelliseerd). Deze aaneenschakeling is niet statisch, maar eerder dynamisch, gebaseerd op de status van objecten of gebeurtenissen (zie ook meten en analyseren).</p>
<p style="text-align: center;">Simuleren</p>  <p style="text-align: center;">Simuleren</p>	<p>Een Digitale Tweeling maakt het mogelijk om verschillende soorten gegevens samen te brengen en te combineren tot een holistisch beeld van een systeem, proces of entiteit. Deze combinatie helpt om een dieper inzicht te krijgen, betere beslissingen te nemen en waarde te genereren in diverse domeinen. Dit is een belangrijk instrument voor data gedreven werken. Met simulatie kan ook gebruik gemaakt worden van AI om aan</p>	<p>Simuleren is het op basis van een gekozen startsituaties en een model (dat de veranderingen op die startsituatie kan doorrekenen) laten zien wat er gebeurt wanneer één of meerdere parameters worden veranderd. Daarbij worden diverse technieken toegepast, zoals tijdreizen door data en modeluitkomsten, stapsgewijze simulatie van datareeksen, simulatie, event-gedreven analyse en what-if analyse.</p>

	‘opportunity finding’ te doen. De kanskaarten en wat-mag-waar kaarten geven gebieden aan met potentieel voor oplossingen bij conflicterende belangen in dat gebied!	
<p>Beleven</p>  <p>Beleven</p>	<p>Een grote kracht van een Digitale Tweeling is het belevingsaspect. Deze belevingen gaan verder dan het simpelweg observeren van data en modellen; ze stellen mensen in staat om virtueel te experimenteren, te leren en te begrijpen hoe iets eruitziet of functioneert. Dit wordt bereikt doordat gebruikers interactie hebben met een virtuele kopie. De interactie kan op verschillende manieren plaatsvinden. Gebruiksvriendelijkheid en intuïtieve interface die het voor gebruikers makkelijk maakt om te navigeren en de benodigde acties uit te voeren zijn ook van belang.</p>	<p>Een Digitale Tweeling biedt een zekere vorm van beleving aan – een gebruikerservaring die uitnodigend" is en wordt ervaren als "efficiënt". Onder beleven valt ook een vorm van gamificatie, waarbij ‘user rewards’ een rol spelen.</p>
<p>Identificeren</p>  <p>Identificeren</p>	<p>Identificatie is een fundament van moderne softwaresystemen die zorgen voor het efficiënt en veilig functioneren binnen digitale infrastructures. Het zijn ondersteunende componenten die kunnen zorgen voor toegangscontrole en toegangsrechten, zodat onbeveiligde toegang wordt voorkomen. Identificatie maakt het ook mogelijk om systemen te personaliseren voor individuele gebruikers of groepen, zodat de gebruikersinterface of op maat gemaakte inhoud aangeboden kan worden en dat voorkeuren en instellingen kunnen worden opgeslagen.</p>	<p>Een Digitale Tweeling biedt de mogelijkheid voor een anonieme beleving, maar deze gaat erg beperkt. Om alle functies van een digitale tweeling te beleven moet de gebruiker zich aanbieden middels zijn digitale ‘credentials’. Alle gebruikers activiteiten worden gelogged voor latere analyse (wie heeft welke toestand of analyse gevraagd of actuatoren aangestuurd). Alle gebruikers activiteiten gebeuren minimaal volgende AVG richtlijnen en het ethisch kader. Alle toegangscontrole volgens de veiligheidsvoorschriften.</p>
<p>Vertrouwen</p>	<p>Een Digitale Tweeling staat (of valt) met de accurate weergave (volgens afspraken en regels) van de werkelijkheid. Alle data en informatie die de digitale</p>	<p>Vertrouwen in de Digitale Tweeling is cruciaal. Een aantal (technische) sleutelaspecten dragen bij aan het vertrouwen in ICT-systemen: Beveiliging(protocolen),</p>

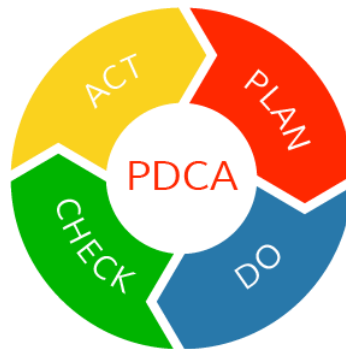
	<p>tweeling voeden zijn getest tegen afgesproken kwaliteitseisen. Fouten zijn niet te vermijden en de gebruikersverwachtingen worden dito gezet. Vertrouwen wordt ook verkregen door formele afspraken en kaders. Zo moet de gebruiker zich bekend maken in het systeem (Identity & Access Management), worden er vertrouwelijke gegevens uitgewisseld (data spaces), wordt er gelogged en worden API's beheerd (via gateway functionaliteit).</p>	<p>gegevensbescherming, transparantie in gegevensverwerking, betrouwbaarheid en beschikbaarheid van data en systeem, voldoen aan standaarden en wet- en regelgeving. Maar daarnaast speelt ook een gebruiksvriendelijke en intuïtieve interface die het voor gebruikers makkelijk maakt een rol bij vertrouwen in de digitale tweeling.</p>
<p>Vertrouwen</p>		

3. Het beleidsproces en DT beleidsbouwblokken

In dit hoofdstuk zijn de beleidsbouwblokken in enkele praktische exercities of eigenlijk vingeroefeningen gematched met enkele bekende beleidscycli of beleidsprocessen. Als voorbeelden is gewerkt met de Plan-Do-Check-Act cyclus en de ruimtelijke planning cyclus van de Omgevingswet en Zicht op Nederland.

3.1 De Plan-Do-Check-Act cyclus

De PDCA-cyclus, ook wel bekend als de Deming-cirkel, is een iteratief managementmodel, dat wordt gebruikt voor voortdurende verbetering van processen en producten. PDCA staat voor Plan-Do-Check-Act (zie figuur 7).



Figuur 7. – PDCA cyclus

PLAN oftewel plannen

In deze fase van plannen staan drie activiteiten centraal:

- Probleemidentificatie: Identificeer een probleem of een kans voor verbetering;
- Analyse: Analyseer de huidige situatie en verzamel gegevens;
- Doelstelling en planning: Stel doelen vast en ontwikkel een plan om deze te bereiken, inclusief de nodige middelen en stappen. Het gaat hier om de beleidsopgaven, beleidsambities en beleidsdoelstellingen vast te stellen.

DO of uitvoeren

Na het plannen volgt de uitvoering:

- Implementatie: Voer het plan uit op kleine schaal om de effecten te testen;
- Uitvoering en controle: Voer de geplande activiteiten uit en registreer de resultaten.

Om de gestelde ambities te bereiken, worden beleidsinstrumenten ingezet. Dit zijn maatregelen, wetten, subsidies, regels, campagnes, enzovoort, die worden ingezet om het gedrag van mensen, bedrijven en organisaties te sturen.

CHECK of controleren

In de CHECK fase wordt geëvalueerd en geanalyseerd:

- Evaluatie: Vergelijk de uitgevoerde resultaten met de verwachte doelen.
- Analyse: Analyseer de verschillen en identificeer oorzaken van eventuele afwijkingen.

Om te bepalen of de ambities daadwerkelijk worden behaald, worden indicatoren gebruikt.

Indicatoren zijn meetbare grootheden die iets zeggen over de stand van zaken of de voortgang van

het beleid. Door deze indicatoren te monitoren, kan worden beoordeeld of het beleid effectief is en waar nodig bijgestuurd moet worden.

ACT of bijsturen

Tot slot zorgt de fase van bijsturen voor:

- Corrigerende maatregelen: Neem corrigerende maatregelen op basis van de evaluatie en maak aanpassingen om de prestaties te verbeteren.
- Standaardisatie: Als het plan succesvol was, implementeer dan de wijzigingen op grotere schaal en standaardiseer de verbeterde processen.

Deze cyclus wordt continu herhaald om voortdurende verbetering te bevorderen en om processen en producten systematisch te optimaliseren. Periodiek wordt het beleid geëvalueerd aan de hand van de indicatoren en andere relevante informatie.

Match PDCA cyclus met de beleidsbouwblokken

Er is ook geoefend met het matchen van de 16 beleidscapabilities met de PDCA beleidscyclus. In twee vingeroefeningen is gekeken of er patronen te ontdekken zijn tussen de beleidscapabilities van Digitale Tweelingen en het beleidsproces. Daarvoor zijn een tweetal vingeroefeningen uitgevoerd. In figuur 8 is aangegeven dat bepaalde beleidsbouwblokken in meer of mindere mate in de beleidscyclus toegepast kunnen worden.

	Plan	Do	Check	Act		Plan	Do	Check	Act
Ontsluiten			▨▨▨▨▨▨		Visualiseren			▨▨▨▨▨▨	
Bewerken		▨▨▨▨▨▨		▨▨▨▨▨▨	Beleven	▨▨▨▨▨▨	▨▨▨▨▨▨	▨▨▨▨▨▨	▨▨▨▨▨▨
Tijdreizen		▨▨▨▨▨▨	▨▨▨▨▨▨		Identificeren	▨▨▨▨▨▨			
Zoeken/vinden		▨▨▨▨▨▨		▨▨▨▨▨▨	Vertrouwen	▨▨▨▨▨▨	▨▨▨▨▨▨		▨▨▨▨▨▨
Meten/Aansturen	▨▨▨▨▨▨		▨▨▨▨▨▨	▨▨▨▨▨▨					
Integreren	▨▨▨▨▨▨	▨▨▨▨▨▨		▨▨▨▨▨▨					
Reproduceren	▨▨▨▨▨▨		▨▨▨▨▨▨						
Analyseren			▨▨▨▨▨▨						
Voorspellen	▨▨▨▨▨▨	▨▨▨▨▨▨	▨▨▨▨▨▨						
Orkestratie	▨▨▨▨▨▨			▨▨▨▨▨▨					
Simuleren		▨▨▨▨▨▨	▨▨▨▨▨▨						
Rekenen		▨▨▨▨▨▨		▨▨▨▨▨▨					

Legenda

▨▨▨▨▨▨ Toegepast

▨▨▨▨▨▨ Deels toegepast

Figuur 8. – Vingeroefening matchen beleidscapabilities met de PDCA cyclus

Neem als voorbeeld de beleidsbouwblok ‘tijdreizen’. Tijdreizen in een Digitale Tweeling biedt de mogelijkheid om een situatie in de tijd te kunnen bestuderen.

Dat betreft het teruggaan in de tijd om zo een weerspiegeling te geven van hoe iets was in het verleden, maar ook de mogelijkheid om vooruit te kijken in de tijd. Het tijdreizen omvat de mogelijkheden om historische analyses uit te voeren, wat-als scenario’s te verkennen, toekomstige situaties verbeelden of te voorspellen. Tijdreizen wordt in de fase van PLAN niet direct toegepast. Tijdreizen speelt een rol in de DO fase om vooral de effecten te testen. Ook in de CHECK fase is tijdreizen van belang om de uitgevoerde resultaten met de verwachte doelen te analyseren en de verschillen en oorzaken van eventuele afwijkingen te identificeren.

In de fase van Act of uitvoeren lijkt tijdreizen niet van belang. Zo heeft iedere fase van de PLAN-DO-CHECK-ACT cyclus bepaalde beleidsbouwblokken meer of minder (of juist helemaal niet) nodig. Dat leidt ook weer tot verschillende digitale tweelingen, die verschillende functies kunnen ondersteunen en bepaalde beleidsbouwblokken aanbieden. Dat betekent ook dat doorgaans de

gehele beleidscyclus wordt doorlopen met verschillende digitale tweelingen, die verschillende functies in het beleidsproces ondersteunen óf dat de digitale tweeling tijdens de cyclus van karakter zal veranderen

3.2 Beleidscyclus omgevingswet en Zicht op Nederland

Tijdens de workshops is als vingeroefening gebruik gemaakt van de neutrale PDCA-cyclus. Dezelfde vingeroefening is ook uitgevoerd met de beleidscyclus van de Omgevingswet en Zicht op Nederland (zie figuur 9).

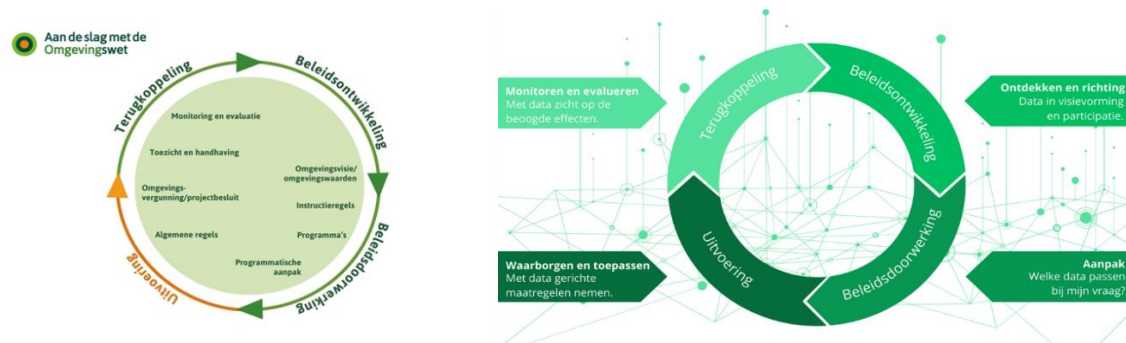
Beleidsontwikkeling

Dit omvat het proces van het formuleren van beleidsdoelstellingen, -principes en -instrumenten op basis van analyse van relevante informatie en betrokkenheid van belanghebbenden. Het resulteert in de vaststelling van strategische keuzes en richtlijnen voor het omgevingsbeleid. Dit wordt vastgelegd in een omgevingsvisie (elk BG zijn eigen O-visie), dit beschrijft de gewenste kwaliteit van de fysieke leefomgeving.

Programma: o.a. Het programma beschrijft de specifieke doelen en ambities die men wil bereiken en bevat een overzicht van de maatregelen en acties die worden genomen om de gestelde doelen en ambities te realiseren, monitoren en evalueren.

Beleidsdoorwerking

Hierbij wordt het ontwikkelde beleid doorvertaald naar concrete regelgeving, plannen en uitvoeringsinstrumenten. Dit kan onder meer bestaan uit het opstellen van omgevingsplannen die de gewenste ruimtelijke ontwikkeling en bescherming bevorderen.



Figuur 9. – Beleidscyclus omgevingswet [3] en Zicht op Nederland [4]

Uitvoering

In deze fase wordt het vastgestelde beleid geïmplementeerd door middel van operationele maatregelen, projecten, vergunningverlening en handhaving. Dit omvat onder andere het toepassen van vergunningsprocedures, monitoring van activiteiten en het waarborgen van naleving van regelgeving.

Het programma bevat een systeem voor monitoring en evaluatie om de voortgang en effectiviteit van de genomen maatregelen te meten. Op basis van deze monitoring en evaluatie kunnen eventuele bijstellingen worden doorgevoerd.

Het beleid wordt vervolgens uitgevoerd door overheidsinstanties, gemeenten, provincies of andere relevante partijen. Hierbij hoort ook handhaving om ervoor te zorgen dat regels worden nageleefd en doelen worden behaald.

Terugkoppeling

"Dit betreft het proces van evaluatie en monitoring van de effecten en resultaten van het uitgevoerde beleid. Op basis van verkregen inzichten en feedback van belanghebbenden worden aanpassingen en verbeteringen doorgevoerd in het beleid en de uitvoeringspraktijk om de doelmatigheid en doeltreffendheid te versterken. Periodiek wordt het beleid geëvalueerd aan de hand van de indicatoren en andere relevante informatie. Op basis van deze evaluaties kan het beleid worden bijgesteld om de effectiviteit te vergroten of om nieuwe uitdagingen aan te pakken."

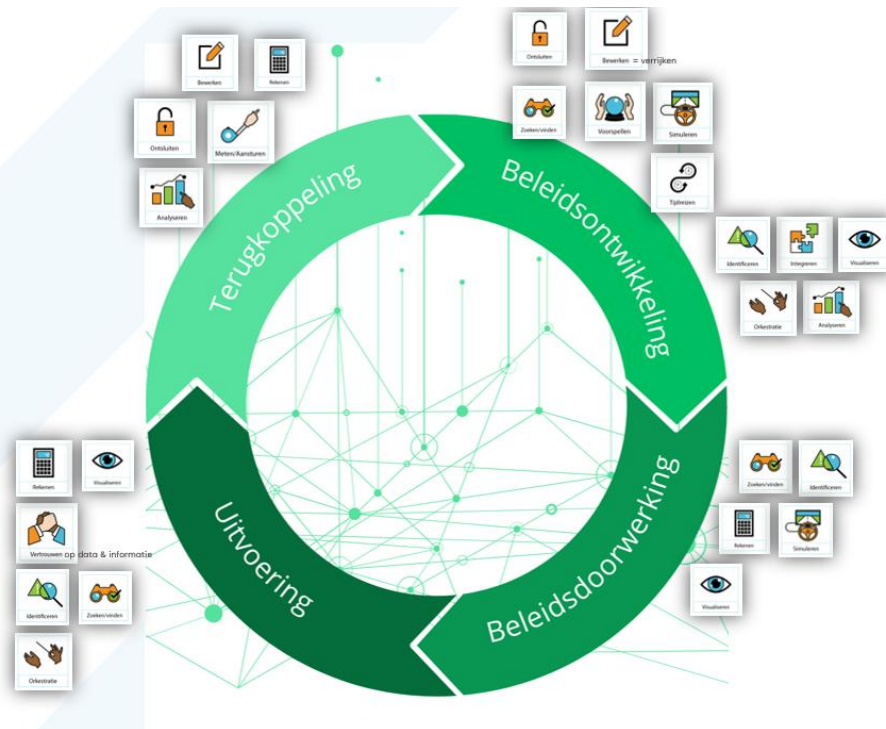
Match beleidscyclus Zicht op Nederland met de beleidsbouwblokken

Ook in een tweede oefening zijn de 16 gematched met de beleidscyclus van Zicht op Nederland [4], de beleidsvisie van de overheid waarin ook Digitale Tweelingen voor de fysieke leefomgeving als instrument voor maatschappelijke opgaven zijn benoemd. In de onderstaande figuur 10 en 11 zijn de resultaten van een vingeroefening met beleidscapabiliteiten in de verschillende fase van beleidsontwikkeling opgenomen.



Figuur 10. – Vingeroefening 1; matchen beleidscapabiliteiten met de Zicht op Nederland beleidscyclus

Groep 2



Figuur 11. – Vingeroefening 2; matchen beleidscapabilities met de Zicht op Nederland beleidscyclus

Deze oefening is uitgevoerd in een workshop waarbij zowel beleidsmedewerkers als geodataspecialisten aanwezig waren om te toetsen of de iconen en de beleidscapabilities toegepast kunnen worden als communicatiemiddel om met elkaar het gesprek te kunnen voeren. De conclusie is dat dat heel goed mogelijk is, maar ook werd duidelijk dat het belangrijk is om wel te zorgen voor goede definities van de capabilities om er zorg voor te dragen dat de begrippen met bijbehorende iconen in de juiste context worden toegepast zodat ze steeds blijven passen op de 62 capabilities van de Digital Twin Capabilities Periodic Table.

3.3 DT beleidscapabilities en de beleidscyclus; een match?

Dat een Digitale Tweeling een waardevol instrument is in maken, uitvoeren en monitoren van beleid staat eigenlijk niet ter discussie. De Digitale Tweeling kan in beleidsprocessen diverse ondersteunende functies vervullen:

- Visievorming; door analyse en inzicht in de werking van de (samenhangende) systemen en processen - in heden, verleden en toekomst;
- Simulatie en voorspellen. Simulaties helpen bij het bepalen van mogelijke effecten van voorgestelde beleidsmaatregelen in de fysieke leefomgeving. Na implementatie van beleid kunnen Digitale Tweelingen worden gebruikt voor impactanalyses en voorspellingen. Door de werkelijke resultaten te vergelijken met de voorspelde resultaten in de Digitale Tweeling, kunnen beleidsmakers de effectiviteit van beleidsmaatregelen beoordelen en eventuele bijstellingen doorvoeren;
- Participatie en communicatie. Digitale Tweelingen kunnen ook worden gebruikt als communicatiemiddel richting stakeholders en burgers. Door visualisatie van data en scenario's kunnen complexe beleidskwesties toegankelijker worden gemaakt. Dit kan de participatie en betrokkenheid van belanghebbenden vergroten bij de beleidsontwikkeling.
- Monitoring en evaluatie. De digitale tweeling worden gebruikt voor monitoring en evaluatie van beleidsmaatregelen. Beleidsmakers kunnen real-time gegevens verzamelen en analyseren

om de prestaties van de omgeving te beoordelen en indien nodig aanpassingen aan te brengen.

Eigenlijk zit de kracht van een DT in het feit dat het als ondersteunend instrument ingezet kan worden in de gehele beleidscyclus. De 16 onderscheiden beleidsbouwblokken kunnen gedurende verschillende fasen van het beleidsproces ingezet worden, sterk afhankelijk ook van het type beleidsvraagstuk dat aan de orde is. In enkele vingeroefeningen is getracht de beleidsbouwblokken te matchen met het beleidsproces. Uit de workshops bleek dat de digitale tweeling helpt bij het organiseren van integraal gebiedsgericht sturen op de omgeving, omdat de hele beleidscyclus in beeld gebracht wordt en de digitale tweeling in alle fasen een situationeel beeld kan geven van de effecten van beleid. Dit is lastiger om in beeld te krijgen op basis van stukken en onderzoeksrapporten. Op deze manier is de digitale tweeling een goed instrument voor overleg tussen beleidsadviseurs. Dit is van belang in een tijdperk dat de politieke beslissingen sneller beoordeeld worden.

De Digitale Tweeling is context afhankelijk en zal gedurende de beleidscyclus steeds een klein beetje van karakter veranderen; zoals de data die in de Digitale Tweeling bijeen wordt gebracht gedurende het gebruik in de beleidscyclus zal veranderen. In de verschillende fasen van de beleidscyclus worden daarom niet één maar meerdere Digitale Tweelingen gebruikt. Derhalve zijn we op zoek gegaan naar een aanvullend mechanisme om beleid en techniek bij het werken aan Digitale Tweelingen dichterbij elkaar te brengen. In het volgende hoofdstuk wordt daarom geïllustreerd, dat het gebruik van indicatoren brengt beleid weer dichterbij de techniek als volgende stap in de samenwerking tussen beleid en techniek.

4. Indicatoren als linking pin

Indicatoren vormen de linking pin van beleid naar de Digitale Tweeling om data en model gedreven werken mogelijk te maken binnen het beleidsproces. Indicatoren koppelen beleidsnormen aan de effecten van beleidsmaatregelen, sturen de uitvoering van de beleidsmaatregelen en de monitoring en evaluatie van het gevoerde beleid. In de diverse beleidsfasen van de beleidscyclus spelen verschillende typen indicatoren een rol.

4.1 De rol van indicatoren in de beleidscyclus

Indicatoren vormen de linking pin van een beleidsstap naar de Digitale Tweeling om data en model gedreven werken mogelijk te maken binnen het beleidsproces. Om dat mogelijk te maken, worden eerst beleidsdoelen geformuleerd m.b.v. indicatoren. Dit zijn vaak nog hoog-over indicatoren. De indicatoren worden verder gedetailleerd en voorzien van beleidsnormen of ambities. Zo gauw de indicatoren voldoende meetbaar zijn, kunnen we over die indicatoren data uit de werkelijkheid gaan verzamelen (metingen) en na verloop van tijd ook voor de toekomst berekenen (voorspellingen). Met behulp van beleidsmaatregelen kunnen we de werkelijkheid beïnvloeden en enigszins sturen, zodat de gestelde beleidsnormen worden bereikt binnen een beleidsgebied. In een beleidsmaatregel zit tevens het beoogde effect op de vastgelegde indicatoren opgesloten. Met monitoring en evaluatie wordt voor de gestelde beleidsnormen en -maatregelen, met behulp van de verzamelde data de stand van zaken rond de indicatoren vastgesteld en kunnen de werkelijke effecten van de uitgevoerde maatregelen worden geanalyseerd. Diverse typen van beleidsanalyse en -onderzoek (ook een hulpmiddel voor het beleidsproces) kunnen met de Digitale Tweeling (of andere instrumenten) uitgevoerd worden. De inhoudelijke beleidsthema's beïnvloeden elkaar natuurlijk ook. Een beleidsanalyse kan helpen om dwarsverbanden te vinden tussen beleidsthema's en hoeveel onderlinge wederzijdse invloed tussen beleidsthema's aanwezig is. De doorwerking zal ook in uitdrukking komen in de gebruikte indicatoren. Beleidsonderzoek en -analyse kan worden gebruikt om bij het opstellen van de indicatoren en hun onderling relatie een analyse te maken om de belangrijkste dwarsverbanden te bepalen zodat deze in de Digitale Tweeling kunnen worden meegenomen.

In de onderstaande figuur 12 is de rol van indicatoren als linking pin tussen een beleidsstap en techniek verbeeld. Tijdens de 'handshake' die plaats heeft tussen beleid en techniek, vindt het gesprek plaats over data, indicatoren en functies (bouwblokken) van de digitale tweeling. Dat dat te concretiseren kunnen beleid en techniek elkaar beter verstaan en begrijpen. Voor het beleid worden de beleidsthema's omgezet naar indicatoren en data om de indicatoren meetbaar te maken en geven de beleidsbouwblokken de relevante duiding voor de techniek om de digitale tweeling gestalte te geven.



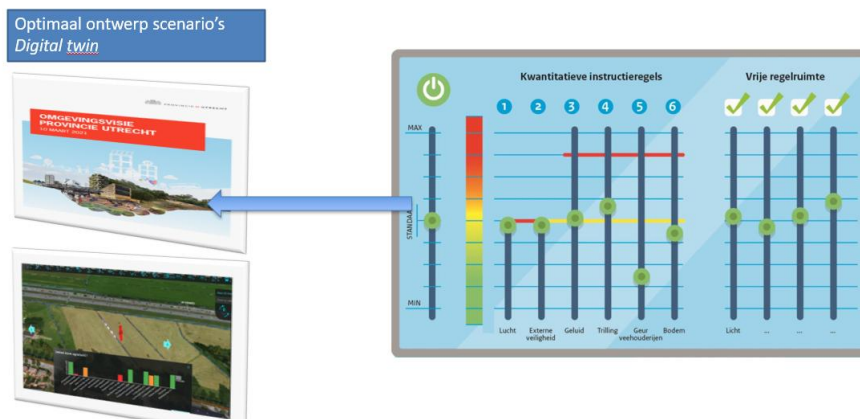
Figuur 12. – Indicatoren als linking pin tussen beleid en techniek

Best practise GGO provincie Utrecht

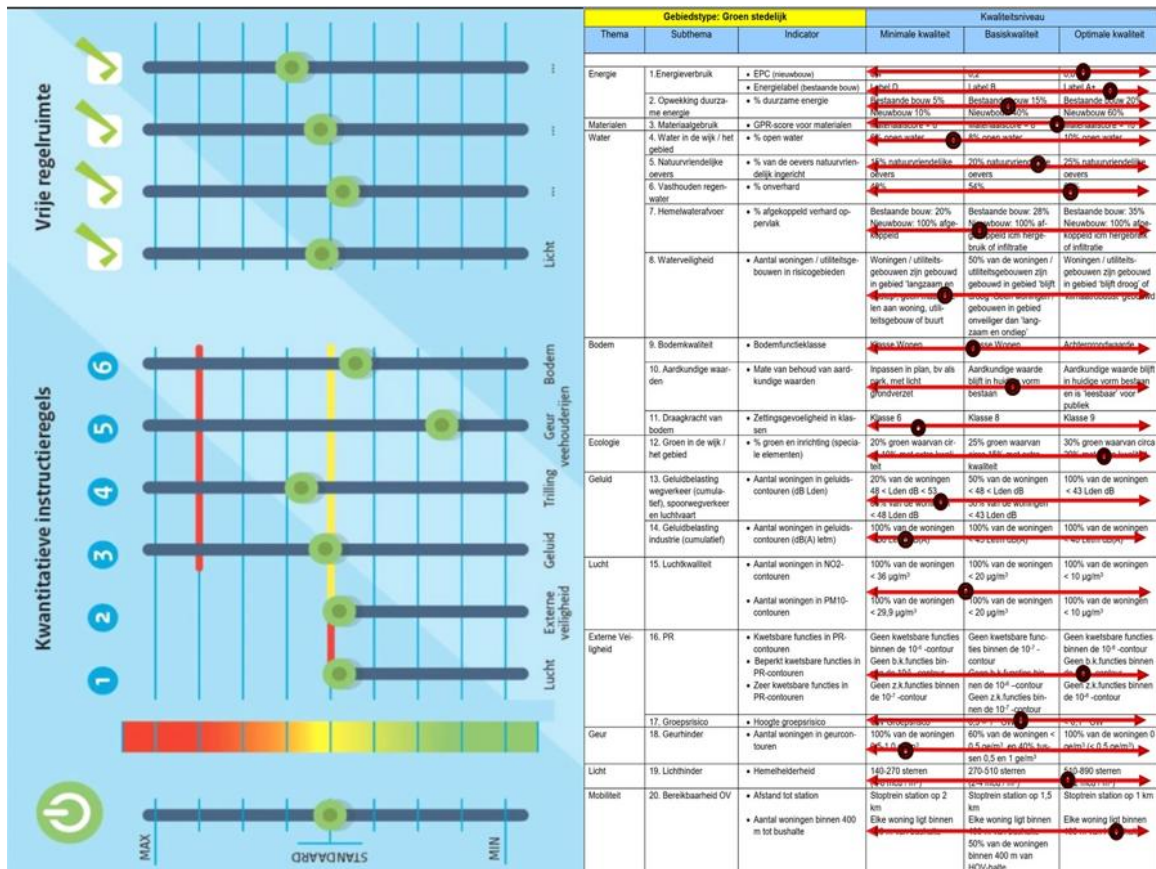
In de derde workshop is tevens geïllustreerd hoe indicatoren in de verschillende beleidsfasen kunnen worden toegepast. Daarvoor is de Digitale Tweeling van de Gezonde Gebiedsontwikkeling van de provincie Utrecht als voorbeeld genomen (zie bijlage 3). Ook in de GGO Digitale Tweeling van de provincie Utrecht spelen indicatoren op verschillende niveaus een belangrijke rol. De indicatoren zijn daarbij uitvoerig beschreven vanuit de beleidsthema's en hun sub thema's (zie ook het [Handboek GGO Digitale Tweeling Provincie Utrecht](#)). In het onderstaande voorbeelden zijn de indicatoren voor het thema lucht als voorbeeld genomen (figuur 13 tot en met 20).

Thema	Lucht			Energie	Water	Bodem	Geluid
Subthema	Luchtkwaliteit NO ₂	PM ₁₀	PM ₁₀				
Indicator	Aantal woningen in NO ₂ contouren	Aantal woningen in PM ₁₀ contouren	Aantal woningen in PM _{2,5} contouren				

Figuur 13. – Indicatoren voor het thema lucht van de GGO Digitale Tweeling provincie Utrecht



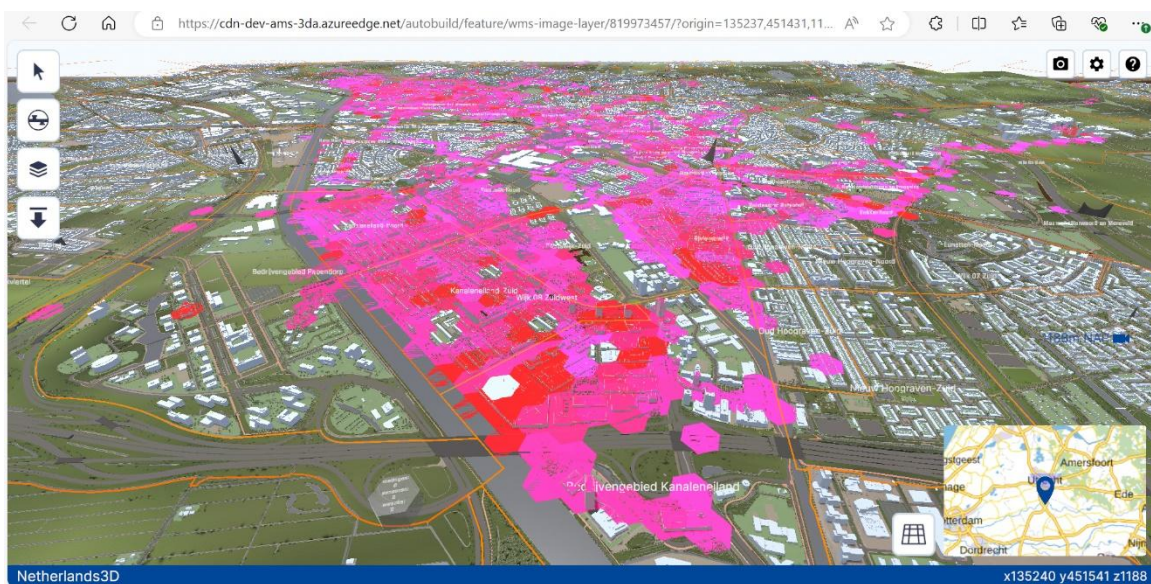
Figuur 14. – Kwantitatieve instructieregels en de GGO Digitale Tweeling provincie Utrecht



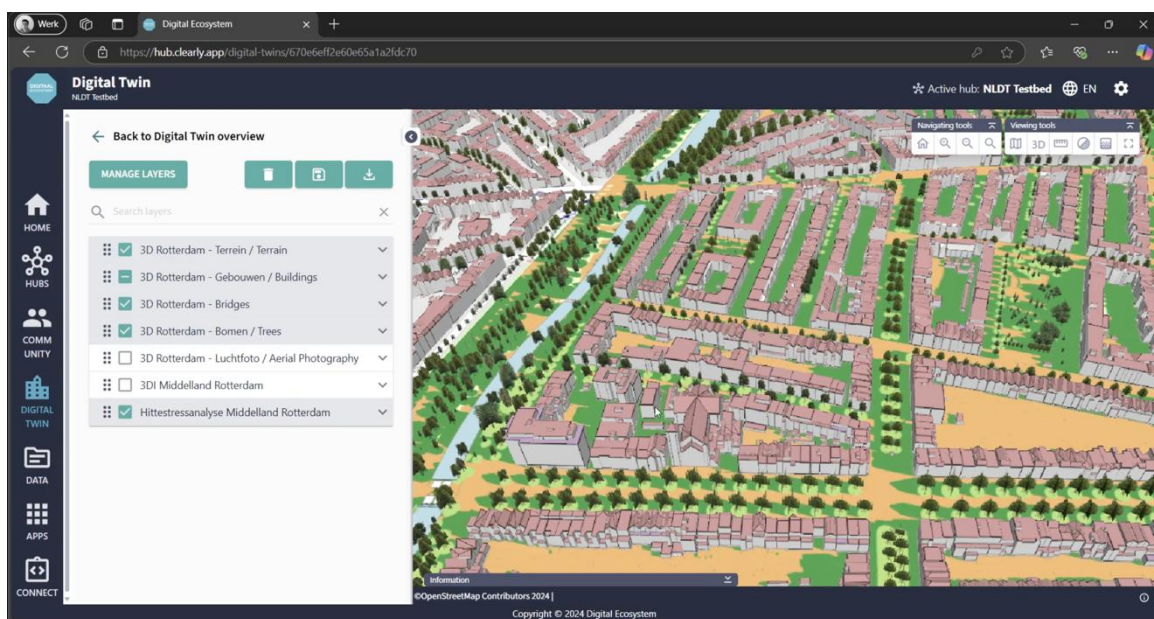
Figuur 15. – Indicatoren van de GGO Digitale Tweeling provincie Utrecht



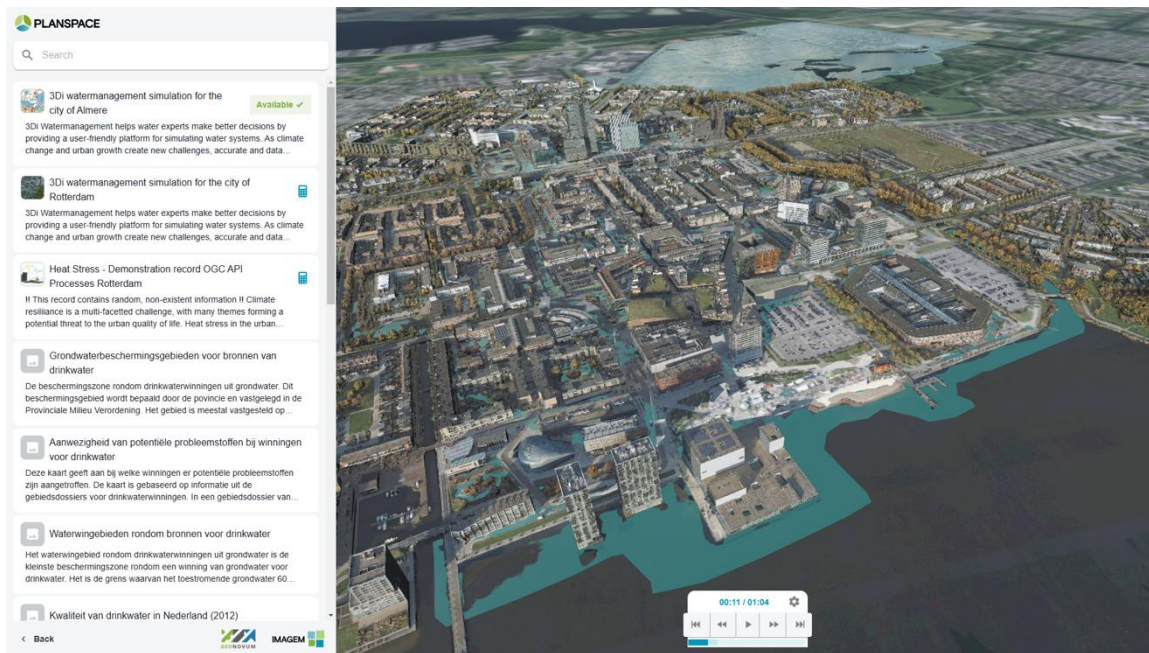
Figuur 16. – De GGO Digitale Tweeling provincie Utrecht



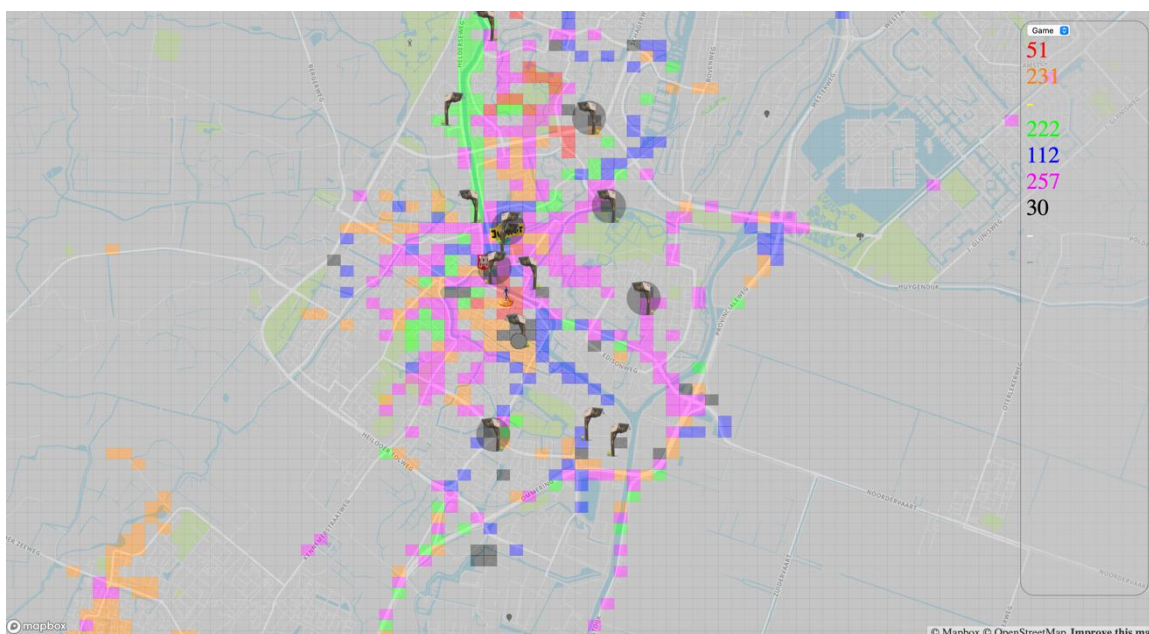
Figuur 17. – Hittestress meting van de gemeente Utrecht in het kader van ‘groene buurt, koele buurt en het EU project ‘urban releaf’ (bron: 3d.netherlands.eu)



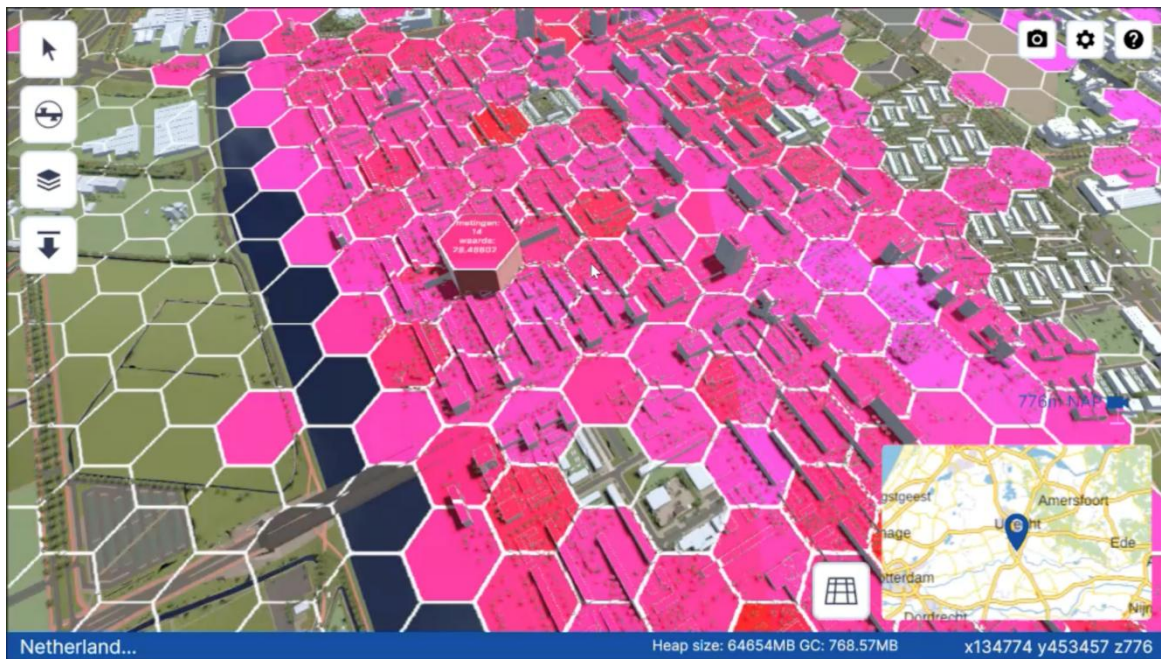
Figuur 18. – Hittestress meting van de gemeente Rotterdam in het kader van een Geonovum testbed rond Rekenmodule interoperabiliteit (bron: Future Insight met OUP, gemeente Rotterdam, Tygron)



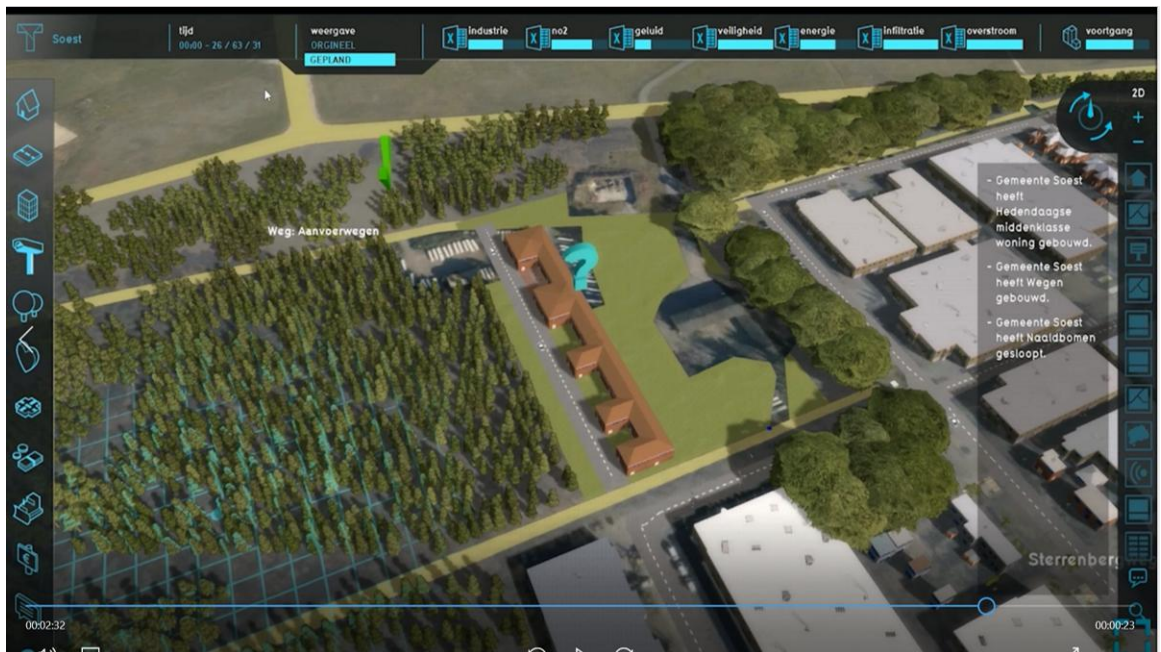
Figuur 19. – Waterstromen worden in realtime weergegeven in de IMAGEM Planspace toepassing (bron: Almere, Imagem en Nelen & Schuurmans)



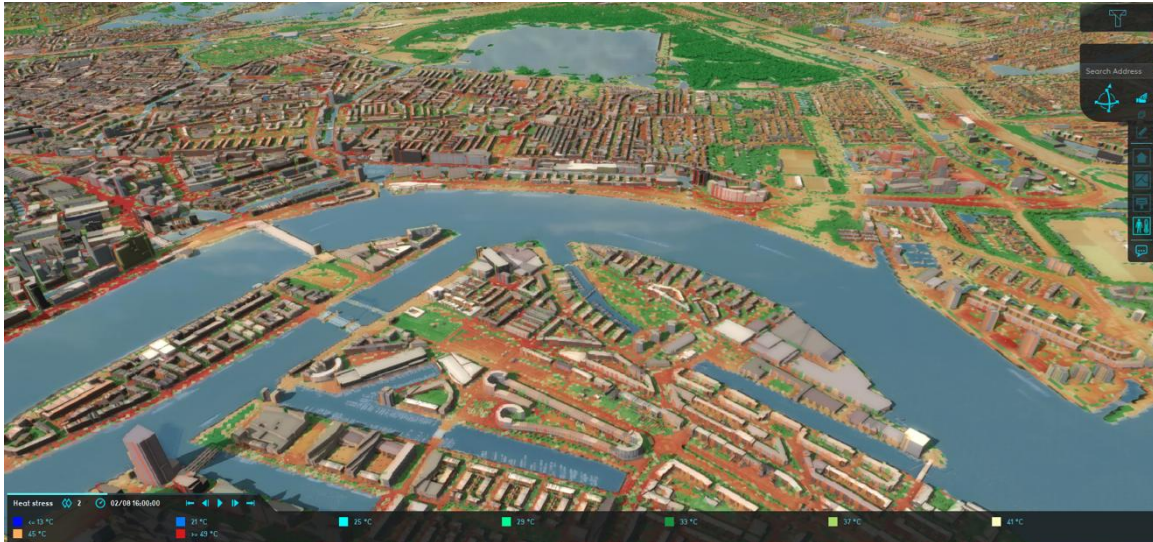
Figuur 20. – Junior Smart City Challenge van gemeente Alkmaar, een spel waarbij de juniors in Alkmaar de digitale kaart veroverden van de binnenstad. Een Citizen Science project. (bron: stichting junioriot, inwoners Alkmaar en gemeente Alkmaar)



Figuur 21. – Temperatuurmetingen data geanonimiseerde weergegeven in GGO Digitale Tweeling provincie Utrecht (goedgekeurd door CISO) (bron: 3d.netherlands.eu)



Figuur 22. – Voorbeeldweergave van de GGO Digitale Tweeling provincie Utrecht



Figuur 23. – Voorbeeldweergave van hittestress berekening in Rotterdam (Bron: gemeente Rotterdam, Rotterdam 3D en Tygron)

Gebiedstype: Centrum stedelijk								
Scores								
Bescherming gezondheid								
Thema	Subthema	Indicator	Kwaliteitsniveau					
			Minimale kwaliteit Score 6		Basiskwaliteit Score 8		Optimale kwaliteit Score 10	
			standaard	1 ^e lijn	standaard	1 ^e lijn	standaard	1 ^e lijn
Geluid	1. Geluidbelasting industrie, wegverkeer, spoorwegverkeer, luchtvaart, windturbines	<ul style="list-style-type: none"> Aantal woningen in geluidscontouren (dB Lden) Mate waarin het oppervlak van een gebied geluidbelast is (dB Lden) 	100% < 58	100% < 63	100% < 53	100% < 58	100% < 48	100% < 53
Lucht	2. Luchtkwaliteit NO ₂ , PM ₁₀ , PM _{2,5}	<ul style="list-style-type: none"> Aantal woningen in NO₂-contouren Aantal woningen in PM₁₀-contouren Aantal woningen in PM_{2,5}-contouren 	100% < 22 µg/m ³		100% < 18 µg/m ³		100% < 10 µg/m ³	
Geur	3. Geurhinder	<ul style="list-style-type: none"> Aantal woningen in geurcontouren 	100% tussen 0,25 en 0,5 oue/m ³		60% < 0,25 oue/m ³ en 40% tussen 0,25 en 0,5 oue/m ³		100% < 0,25 oue/m ³	
Externe Veiligheid	4. Plaatsgebonden Risico	<ul style="list-style-type: none"> Kwetsbare functies in PR-contouren Beperkt kwetsbare functies in PR-contouren 	Geen kwetsbare functies binnen de 10 ⁻⁶ -contour Geen b.k.functies binnen de 10 ⁻⁵ -contour		Geen kwetsbare functies binnen de 10 ⁻⁷ -contour Geen b.k.functies binnen de 10 ⁻⁶ -contour		Geen kwetsbare functies binnen de 10 ⁻⁸ -contour Geen b.k.functies binnen de 10 ⁻⁷ -contour	
Alerts								
Bescherming gezondheid								
Thema	Subthema	Alert						
Staling	A. Electromagnetische straling	bij woningen binnen 0,4 µT-contour langs hoogspanningslijnen						
Geluid	B. Stiltegebieden	bij plangebied in 'stille kern' en/of 'stiltegebied' en/of 'bufferzone stiltegebied'						
Klimaat-adaptatie	C. Waterveiligheid	bij plangebied in 'overstroombaar gebied' en/of 'vrijwaringszone regionale waterkering' en/of 'waterbergingsgebied'						
Gebiedstype: Buitencentrum								

Figuur 24. – Indicatoren voor de bescherming gezondheid van de GGO Digitale Tweeling provincie Utrecht

In de onderstaande figuren is een eerste vertaalslag gemaakt van de indicatoren voor het thema lucht naar de planfasen. Per beleidsstap worden functies gekozen die relevant zijn; alles staat in teken van de indicator. Een 3D visualisatie van de fysieke leefomgeving is geen Digitale Tweeling, het wordt pas een Digitale Tweeling als de omgeving in relatie wordt gebracht met één of meerdere indicatoren.

Thema Lucht, sub thema: Lucht kwaliteit



- KPI: Aantal huizen in NO2 contouren

Plan (analyse the problem):

Vanuit de DT kant: definiëren van de contouren, huidige NO2 waarden in de contouren als een coverage, coverage op de kaart zetten met kleuren, overlay met andere indicatoren in hetzelfde beleidsgebied via zoeken)

Thema Lucht, sub thema: Lucht kwaliteit



- KPI: Aantal huizen in NO2 contouren

Do (Test possible Solutions):

Een rekenmodule berekent de NO2 waarden, gegeven het aantal huizen en hun ligging - resultaat als een coverage (over tijd?) wordt geanalyseerd en getoond op een kaart.

De rekenmodule kan meerdere scenarios berekenen – alle scenarios kunnen op elkaar gelegd worden ter vergelijking.

Thema Lucht, sub thema: Lucht kwaliteit



- KPI: Aantal huizen in NO2 contouren

Check (Verify effectiveness):

Van de verschillende scenario's wordt er 1 weerhouden.

Alle gegevens, data, parameters van deze keuze moeten bijgehouden worden, zodat later de keuze opnieuw kan bekeken worden.

Snapshot maken, zodat over 20 jaar de keuze opnieuw kan gestaafd worden

Thema Lucht, sub thema: Lucht kwaliteit



- KPI: Aantal huizen in NO2 contouren

Act:

Huizen worden gebouwd volgens uitkomst van de gekozen oplossing.

De No2 waarden in het beleidsgebied worden gemeten als een coverage over tijd (timeseries).

4.2 Het use case canvas verfijnt met de linking pin methode

De indicatoren voor beleid worden vanzelfsprekend bepaald door het beleid, waarbij inhoudelijke experts de onderhandelingen voeren over de variabelen, die wel of niet indicatief zijn voor de gewenste sturing. En de functies en data voor de Digitale Tweeling zijn meer het werkgebied van de techniek en relevante begrippen voor de technenuten. Hoe en wanneer komen die samen? Daarvoor is de use case canvas methode beschikbaar. De use case canvas methode is een methode om via diverse workshops samen met het beleid (de beleidsmedewerkers) een beleidsthema af te pellen tot een aantal 'user stories' waarin de indicatoren centraal staan. Gedurende de hele fase zijn zowel de beleidsmedewerkers als de dataspecialisten betrokken. In het begin van het traject zullen

vooral beleidsmedewerkers het meest actief zijn in de gezamenlijke workshops. Zij vertellen wat er nodig is en hoe zaken zich tot elkaar verhouden. Verderop in het traject worden de user stories beschouwd en besproken op data en functionaliteiten die nodig zijn voor het meetbaar maken en werken met de indicatoren in de Digitale Tweeling. Dan zullen dataspecialisten en IT-ers een steeds actievere rol gaan spelen. Hiermee kunnen de IT-ers aan de slag om een prototype Digitale Tweeling te maken (zie figuur 21). In de praktijk blijkt dat (geo)dataspecialisten sleutelpersonen zijn in dit traject. Zij begrijpen heel gemakkelijk waar, vanuit het beleid, de vraag naar informatie ligt en zij weten waar zij die vraag kunnen beantwoorden.



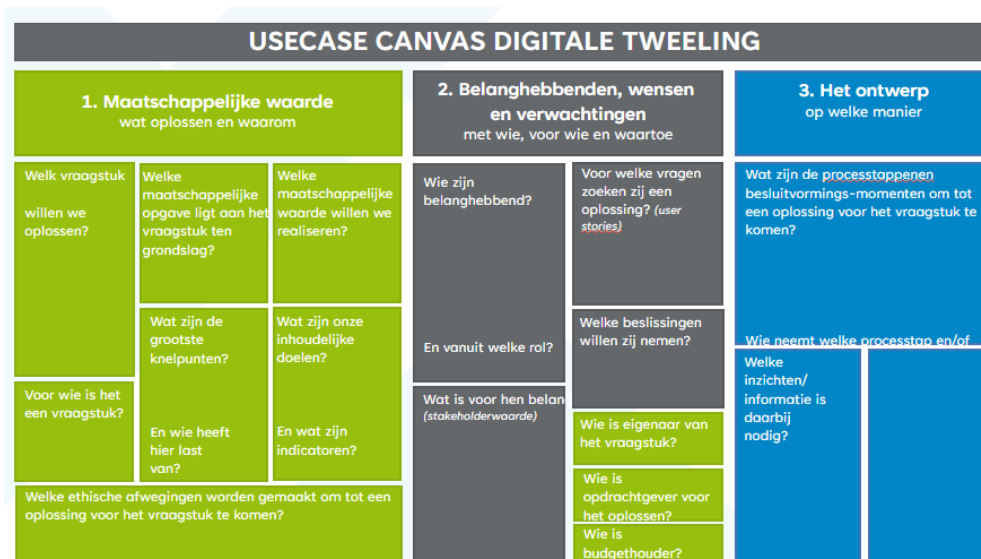
Figuur 25. – De use case canvas methode

De use case canvas methode is opgebouwd in verschillende stappen waarin telkens workshops met de stakeholders, zowel het inhoudelijke beleid als ook de techniek centraal staan (zie figuur 22).



Figuur 26. – De processtappen voor het doorlopen van de use case canvas methode

De use case canvas methode is opgebouwd in verschillende stappen waarin telkens vraagstellingen stellingen centraal staan (zie figuur 23).



Figuur 27. – Vraagstellingen staan centraal in de use case canvas methode

Hieronder is een voorbeeld van een user story opgenomen dat uitgevoerd wordt in het DMI project (figuur 24). Deze manier van het opstellen van een use-case wordt door Geonovum uitgewerkt tot een nieuwe standaard die gebruikt kan worden bij nieuwe aanbestedingen rond Digitale Tweelingen. In de methode worden beleidsmedewerkers en technische medewerkers gaandeweg met elkaar verbonden op relevante momenten – op een agile manier (en vooral niet op een waterval manier). Beide medewerkers gaan dan in gesprek en werken iteratief samen, waar dat ze ook samen aan een gemeenschappelijke taal leren spreken.



Figuur 28. – Voorbeeld van een user story; van belevingsvraag naar indicator en data

4.3 Belangrijke aanbevelingen

Gedurende de drie workshops zijn een aantal duidelijke bevindingen naar voren gekomen. De wereld van beleid en technische wereld kunnen nader tot elkaar komen door elkaars taal proberen te begrijpen en in gesprek te gaan. Daarbij kunnen we de verschillende methoden inzetten:

1. De 16 basisfunctionaliteiten van een DT voor beleid: de beleidsbouwblokken voor Digitale Tweelingen;

2. Meer aandacht geven aan de indicatoren voor beleid als linking pin tussen beleid en techniek; indicatoren zijn de linking naar data en functionaliteiten voor de Digitale Tweeling;
3. Gebruik maken van het use case canvas om beleid en techniek te laten samen werken om samen de context specifieke Digitale Tweelingen te ontwikkelen en te gebruiken in het beleidsproces.

Er is daarbij tijdens de workshops verschillende aandachtgebieden en een aantal nader uit te werken 'haakjes' benoemd. Hieronder enkele aandachtgebieden en 'haakjes':

Grondslag van beleid

Beleid is gebaseerd op een grondslag, dat wil zeggen beleid is vastgelegd in regels en afspraken, die vaak een (wettelijke) grondslag kennen. De vraag wat neem je mee in je Digitale Tweeling en waar ligt de grens? Ook de vraag wat we willen versus wat we moeten speelt daarbij mee. Het vastleggen van wat de grondslag is, blijft een belangrijk aspect van het samenwerken aan Digitale Tweelingen. Het gebruik van algoritme- en sensoren registers door de Digitale Tweelingen is essentieel voor transparantie en vertrouwen.

Use case scenario's verrijken

De samenwerking tussen beleid en techniek bij Digitale Tweelingen begint met het use case canvas. Het use case canvas is de methode om het gesprek tussen beleid en techniek te starten. Het use case canvas is een methode, met diverse workshops, om samen met beleidsmedewerkers in eerste instantie een beleidsthema af te pellen tot een aantal user stories. Vervolgens zullen met aanvullende dataspecialisten en andere IT-ers besproken worden per user story welke data en functionaliteiten en concrete indicatoren nodig zijn. Hiermee kunnen de IT-ers aan de slag om een prototype Digitale Tweeling te maken die weer verbeterd worden door toetsing met de beleidsmedewerkers. De in deze studie opgedane bevindingen, het werken met beleidsbouwblokken en indicatoren, dient deel uit van het use case canvas methode. Het use case canvas methode dient verrijkt te worden met het iteratief/agile ontwerpen met beleidsbouwblokken en indicatoren (in plaats van een statische aanbesteding).

Meer aandacht voor integraliteit

Meer aandacht voor integraliteit komt telkens terug in de gevoerde gesprekken. Afwegingskaders in beleid zijn doorgaans integraal, zeker bij ruimtelijk beleid. De GGO van de provincie Utrecht is daar een voorbeeld van. Hoe verhouden beleidsambities, indicatoren en gebiedsprofielen en de afwegingskaders zich tot elkaar? Hoe verhouden de indicatoren vanuit verschillende beleidsthema's zich tot elkaar in de ruimte en tijd en met de effecten van ingrepen, is een blijvend punt van aandacht en een kernfunctie van de Digitale Tweeling.

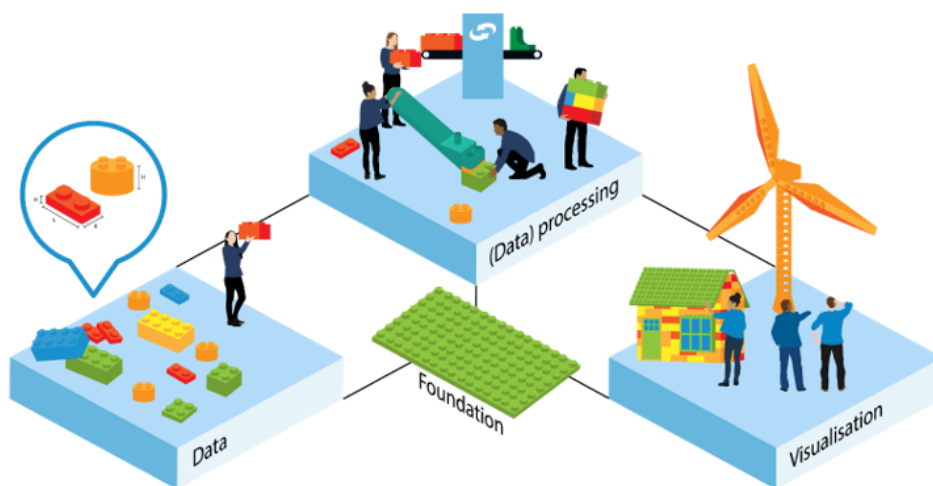
Impact op architectuur

Er is ook gesproken over de over de impact op de architectuur voor Digitale Tweelingen, een project dat separaat vanuit Zicht op NL en DMI ([DTNL Architectuur](#) in ontwikkeling) en eerder vanuit het Locatiepact ([DTFL Architectuur](#)) in gang is gezet. Het is duidelijk geworden uit de gevoerde gesprekken dat de deelnemers het belangrijk vinden dat de opgedane bevindingen ook gaan doorwerken in de DTNL-architectuur (zie figuur 22). Deze taak ligt bij de architecten. De architecten van het NLDT gebruiken zoveel als mogelijk bestaande afspraken, van het Rijk (bv ICTU & Logius), de provincies en de gemeenten.

Een federatie van Digitale Tweelingen

Het NLDT bouwt zelf geen Digitale Tweelingen, maar brengt ze samen³. Het is een optelling, vermenigvuldiging, unie, doorsnede, etc. van een veld onder gezamenlijk aanvaarde voorwaarden. Een hoge graad van interoperabiliteit is een voorwaarde om het nationale ‘veld’ van Digitale Tweelingen te bewerkstelligen: de ‘optelbaarheid’ van Digitale Tweelingen is daarin een belangrijke voorwaarde voor het NLDT. De volgende onderwerpen moeten onder de aandacht gebracht worden voor onderzoek en diepgang:

1. Centralere rol van Indicatoren in de architectuur. Omdat Indicatoren zo een centrale rol spelen in beleid, dienen deze ook in de architectuur centraler te staan – De werkgroep ‘Data, de groep die werkt aan interoperabiliteit en uitwisselbaarheid van Data in het NLDT (zie Figuur 22) met andere componenten: Visualisatie en Rekenmodellen;
2. Archivering (of ‘snapshot’) van de data, die gebruikt werd voor beleid. Oftewel: ‘contestability by design’: je moet de Digitale Tweeling kunnen terugzetten naar een situatie (simulatie of echt) waarop beleid werd gevoerd, zodat kan nagegaan worden dat de gekozen weg wel de goeie was⁴.



Figuur 29. – Architectuur van Digitale Tweelingen

Invloed op omringende initiatieven

Er spelen op dit ogenblik, op moment van schrijven, een aantal initiatieven en projecten, zowel in Nederland en Europa. Zo heeft Nederland aangegeven zich te willen inzetten in de EDIC van de Digitale Tweelingen, alsook zijn er gemeenten die een hoofdrol spelen in Living in EU projecten en organisaties. Nederland wordt gezien als 1 van de leiders op gebied van inzetten van Digitale Tweelingen (in meer of mindere mate van maturiteit).

Zo zouden we deze studie kunnen inzetten in nieuwe initiatieven van Europa, om zo beleid en technologie dichterbij elkaar te brengen.

³ Het NLDT is een programma van het Ministerie van Binnenlandse Zaken, dat onderdeel is van de beleidsagenda [Zicht op Nederland](#). Het Ministerie van Binnenlandse Zaken werkt o.a. samen met Geonovum aan een architectuur en een onderzoeksagenda voor de NLDT, waarin ontbrekende instrumenten, standaarden en werkwijzen ontwikkeld worden voor de NLDT.

⁴ In 2024 heeft [Digitale Overheid subsidie](#) toegekend om een standaard uit te verbreiden voor transparantie bij besluitvorming. Het is belangrijk dat de overheid verantwoording en transparantie biedt aan burgers en bedrijven over haar handelen. Burgers en bedrijven moeten weten welke data worden gebruikt en hoe beslissingen worden genomen in en met Digitale Tweelingen.

De insteek is echter niet theoretisch (daar zijn er genoeg van geweest), maar gericht op echte en bestaande uitdagingen. De richt die we moeten uitgaan worden hier als 'guardrail' meegeven:

- Redeneren vanuit echte problemen en beleidsuitdagingen, zoals de woonopgave of energie of NIS2 (en anderen);
- Aantoonbaar interoperabele beleidsbouwblokken volgens afgesproken NLDT-principes en architectuur alsook die van de EU Citiverse (die compatibel zijn met de NLDT). De 'Citizen Verse' zet de inwoner centraal, wat dicht aanleunt bij wat we vanuit beleidsvoering insteken;
- Niet alleen participatief (samen meten) maar juist ook juridisch synchroon voor de hele beleidscyclus (gebruik maken van omgevingswet/DSO, alsook monitoring);
- Bovenal 3-laags: gemeente, provincie én rijk (zonder dat er sprake is van een hiërarchie), dus bijvoorbeeld groen transport of water meenemen voor grensoverschrijdende dimensie (andere landen hebben dat niet, en dat is nodig: kijk maar naar de hoosbui van 2023 aan het 3 landenpunt);
- Integratie BIM/civiel-wijk- infra als gedeeltelijk antwoord op de Levels of Detail vraag. De lagen zijn verbonden middels API's.
- Aansluiten bij (nationale) register, sensorenregister, algoritmeregister en AI-richtlijn;
- Archiveerbaar voor latere bewijslast in court (time stamping) (zie ook impact op architectuur);
- Gebruik makend van genAI voor ondersteuning inwoners én aansluitend bij de SURF/TNO LLM pilot die we nu doen;
- Andere gemeenten en hogescholen aan laten sluiten;
- Leveranciers aan laten sluiten.

Tot slot

In de laatste workshop is geconcludeerd is dat een 'handshake' tussen beleid en techniek nodig is om Digitale Tweelingen in het beleidsproces goed te kunnen toepassen. Toch worden ook enkele 'winstwaarschuwingen' meegegeven en blijven vragen open staan ten aanzien van de opgedane bevindingen:

1. Er dient immers rekening te worden gehouden met de organisatorische werkelijkheid. De organisatorische werkelijkheid is niet overal hetzelfde waardoor processen en samenwerking tussen beleid en techniek niet altijd op dezelfde wijze zullen verlopen. Houdt daar rekening mee;
2. Het gebruik van indicatoren betekent ook dat de op te lossen vraagstukken in de werkelijkheid concreet gemaakt worden en in cijfers wordt uitgedrukt. Die 'concretisering' is niet altijd hanteerbaar bij beleid en voor bestuurders;
3. Het werken met indicatoren in beleid leidt ook al snel tot het classificeren en inkleuren en van beleidssituaties met rood-oranje-groen typering. Overweeg goed wat het betekent voor beleid en afwegingen in de ruimte;
4. Meer integraliteit bereiken in beleid vergt ook dat indicatoren van diverse beleidsafkomst en pluimage in relatie tot elkaar dienen te worden beschouwd. Hoe hangen indicatoren samen en werken ze door op elkaar? En hebben we daarvoor niet een kader nodig van effectindicatoren?
5. Voor het gebruik van de beleidsbouwblokken is zeker nog een extra slag nodig over de betekenis en omschrijving van en samenhang tussen de beleidsbouwblokken. Als voorbeeld wordt de bouwblok 'tijdreizen' genoemd, die samenhangt met 'reproduceerbaarheid' en het bouwblok 'rekenen' dat ook voor enkele andere bouwblokken van belang is zoals 'voorspellen' en 'simuleren'.
6. Het blijft belangrijk rekening te houden met het verschillende 'levels of detail' in Digitale Tweelingen. De vraag hoe daarmee om te gaan komt eveneens vaak terug en verdient meer aandacht. Deze vraag wordt belegd in het DMI-project als deel van Geonovum zijn onderzoeksvragen.

7. Ook de intensiteit waarmee beleidsbouwblokken worden toegepast in Digitale Tweelingen varieert. We zien variaties van Digitale Tweelingen in de verschillende beleidsfasen. De beleidsvraag centraal stellen, mag verondersteld worden zijnde sturend. Welke ontwerp- en effectparameters passen daar het beste bij?

Gebruikt bronmateriaal

[1] Geonovum. Advies Digitale Tweeling provincie Utrecht Geonovum. Versie 1.0, 10 maart 2023.

[2] Digital Twin Consortium. Digital Twin Capabilities Periodic Table A Digital Twin Consortium User Guide 2022-03-28. URL: <https://www.digitaltwinconsortium.org/wp-content/uploads/sites/3/2022/06/Digital-Twin-Capabilities-Periodic-Table-User-Guide.pdf>

[3] Beleidscyclus omgevingswet. URL; <https://iplo.nl/regelgeving/omgevingswet/beleidscyclus/>

[4] Visie Zicht op Nederland. Datagedreven samenwerken aan de fysieke leefomgeving. Ministerie van Binnenlandse Zaken. November 2023. URL: <https://www.zichtopnl.nl/>

[5] Investeringsvoorstel Nationale Digitale Tweeling voor de Fysieke Leefomgeving. Versie 1.0, 15 juli 2021. URL: <https://www.geonovum.nl/uploads/documents/DNFL-Investeringsvoorstel-Compleet-v14.pdf>

[6] Geonovum. Referentie Architectuur Stelsel Digitale Tweeling Fysieke Leefomgeving. V0.9 11 februari 2021. URL: <https://www.geonovum.nl/uploads/documents/20220211%20Referentiearchitectuur%20Stelsel%20DTFL%20versie%200.9.pdf>

Bijlage 1 – Vragenlijst interviews

Vragenlijst Digitale Tweeling (DT) interviews

min			
10:00-10:05	1	voorstellen	
	a		Pitches
10:05-10:15	2	Context Digitale Tweeling geïnterviewde	
	a		Welke DT gaat het vandaag om.
	b		Hebben jullie er meer?
	c		Zo ja, zijn ze verschillend of hebben ze overeenkomsten?
	d		Wat is jouw rol m.b.t. het vraagstuk?
	e		Wat is jouw rol m.b.t. DT?
10:15-10:45	3	waarom en wat oplossen	
	a		Waarom is deze DT ontwikkeld?
	b		Welk vraagstuk wil het oplossen?
	c		Welke maatschappelijke opgave (of wettelijke verplichting) ligt aan het vraagstuk ten grondslag?
	d	*	Voor elke beleidsvelden is deze toepasbaar?
	e		Wat wil de gebruiker met de DT kunnen en bereiken?
	f	*	Hoe wordt de DT in de praktijk gebruikt
10:45-11:00	4	wie zijn belanghebbenden	
	a		Voor wie is het een vraagstuk?
	b		Wie is de eigenaar van het vraagstuk?
	c		Is dit ook de eigenaar van de DT? Wie is de budgethouder?
	d		Wie zijn de belangrijkste stakeholders bij het vraagstuk?
	e		Wie is zijn de (primaire en secundaire) gebruikers van de DT?
	f		Wie hebben het meeste voordeel van de DT?
	g		Wie ondervinden mogelijk negatieve gevolgen van vraagstuk/DT?
	h		Wie waren betrokken bij ontwerp van de DT? Hoe?
11:00-11:10		KOFFIE/THEE PAUZE	
11:10-11:40	5	ontwerp	
	a	*	In welke fase van beleidsvoering wordt de DT ingezet?

	b		Op welk (ruimtelijk) gebied heeft de DT betrekking?
	c		Wat is de karakteristiek van de DT. Wat moet het doen? Wat wordt er bv gevisualiseerd of gemeten?
	d		Hoe draagt de DT bij aan het maken van afwegingen / besluiten ?
	e		welke beoordelingscriteria voor het opstellen zijn gehanteerd?
	f		hoe kun je met de DT het beleid meetbaar maken?
11:35-11:40	6	Ethiek	
	a		Zijn er ethische afwegingen gemaakt om tot een DT voor het vraagstuk te komen?
11:40-11:50	7	succesfactoren	
	a		Welke knelpunten zijn jullie tegengekomen?
	b		Succesfactoren.
	c		Welke technische vereisten en beperkingen tegengekomen?
11:50-12:00	8	evaluatie	
	a		Hoe kijken anderen ernaar/Welke feedback of complimenten ontvangen jullie hiervoor?
	b		Als je het nog eens zou doen, een DT maken, hoe zou je dat aanpakken? Wat zou je anders / hetzelfde doen?
	c		Welke aanbevelingen kun je doen voor vergelijkbaarheid, opeelbaarheid en bruikbaarheid

Bijlage 2 - Deelnemers workshops en interviews

(in willekeurige volgorde)

Rob Peters – provincie Utrecht

Martin van Battum – provincie Utrecht

Pjotr Sillekens - provincie Utrecht

Jolanka van der Perk - provincie Flevoland

Albert de Graaf - – provincie Flevoland

Serhat Genc – provincie Flevoland

Arny Plomp - Provincie Noord-Holland

Niels Hoffmann - Provincie Noord-Holland

Elles de Vries - Provincie Noord-Holland

Brigitte Cavens - van der Sommen – gemeente Eindhoven

Arno van der Most – gemeente Eindhoven

Andries Osseman – Grenzeloos datalandschap

Klaas van Veelen - Grenzeloos datalandschap

Gineke van Putten - Geonovum

Bart De Lathouwer - Geonovum

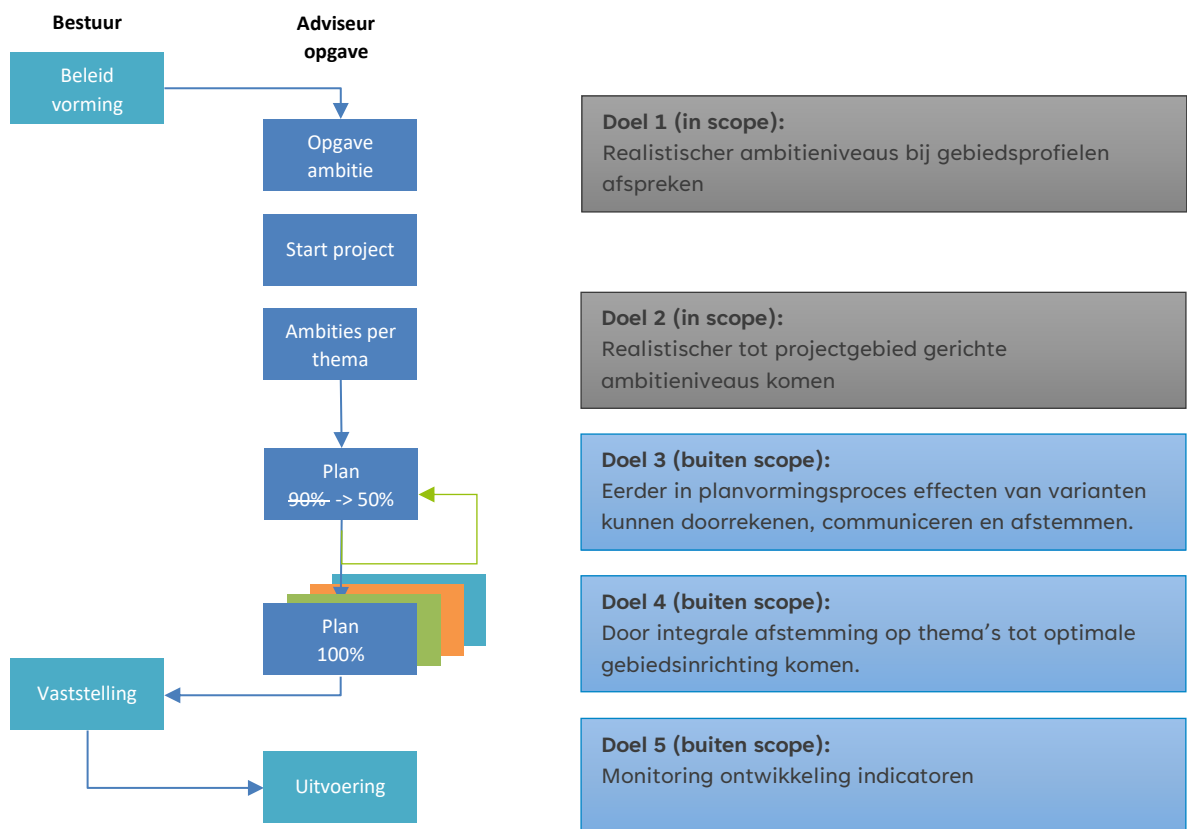
Silvy Horbach - Geonovum

Bijlage 3 - Gezonde gebiedsontwikkeling provincie Utrecht

De Provincie Utrecht zoekt naar mogelijkheden om de beleidscycli innovatiever en integraler te ondersteunen vanuit een sterke kennisrol. Daarom is de provincie een aantal jaar geleden gestart met een traject om indicatoren voor de kwaliteit van de leefomgeving te ontwikkelen die een weergave geven van de situatie in een bepaald gebied vóór (0-situatie) en na (varianten) de realisatie van een gebiedsontwerp. Hiermee wordt een fysiek gebied vertaald naar een digitaal gebied (Digitale Tweeling). Voor de afwegingen binnen een gebiedsontwikkeling zijn de opgestelde ambities, beleidsdoelen en onderliggende beleidsindicatoren van belang. Om deze indicatoren te laten spreken is het noodzakelijk dat er een manier is om de indicatoren te visualiseren én te berekenen in een 3D-platform. Verdere detaillering van dit doel is het beschikbaar stellen van een 3D-platform ter ondersteuning van een verbeterde werkwijze via specifieke user stories. Voor deze fase is de volgende use case uitgewerkt ten behoeve van een (beleids)adviseur in de uitvoering van een planvormingsproces [1]:

“als (beleids)adviseur wil ik inzicht in de 0-situatie (startsituatie) van een projectgebied aan de hand van gevalideerde indicatoren, zodat ik beter in staat ben de ambitie met betrekking tot mijn domein (klimaat, wonen, mobiliteit, etc.) integraal af te stemmen met andere domeinen met als gevolg een gezonder en meer gebalanceerd plan voor het projectgebied.”

Tijdens de verkenning van het regionaal 3D-platform is het proces planvorming rondom de woonopgave geselecteerd als proces waar het platform op dit moment en de komende jaren het meeste toegevoegde waarde kan leveren. Daarbij zijn (beleids)adviseurs als stakeholder geïdentificeerd als logische eerste stap om met indicatoren en een regionaal 3D platform te gaan werken. Hoog over ziet het planvormingsproces met betrekking tot de woonopgave als hieronder in figuur B3.1 geschetst uit, waarbij zowel de adviseur over de woonopgave als adviseurs over andere relevante thema's als klimaat, water, mobiliteit en groen toegevoegde waarde uit het platform kunnen halen (zie [1]). Het gebruiken van het platform om de 0-situatie van een projectgebied te bekijken zal de adviseur vooral helpen bij de start van het project om realistische doelen (ambitie) met elkaar af te stemmen om daarmee een zo gezond mogelijke leefomgeving te creëren.



Figuur B3.1 – Het planvormingsproces met betrekking tot de woonopgave (Bron: [1])

Presenteren van gebiedsindicatoren

Een presentatie (dashboard) met gebiedsindicatoren vertelt hoe het gebied in zijn huidige status scoort. De score zegt iets over de kwaliteit van het gebied in relatie met de beleidsambitie zoals vastgelegd in het gebiedsprofiel. Een indicator wordt gescoord met een cijfer van één tot tien, waarbij per gebiedsprofiel een andere ambitie kan gelden en het verschilt. Het doel van dit bouwblok is een helder, gebruiksvriendelijk overzicht in de vorm van een grafiek en/of tabel van hoe het gebied scoort op de indicatoren (zie figuur B3.2).



Figuur B3.2 – Score van gebiedsindicatoren Digitale Tweeling provincie Utrecht

Verklarende kaartlagen

Naast een integrale score van het totale projectgebied op een indicator is het belangrijk om geografisch in te zien van welke data en modelgrondslag deze scores zijn afgeleid. Hierdoor wordt het ook duidelijk waar in dit **gebied** hoog en laag gescoord wordt op de indicator. De verklarende kaartlagen kunnen afzonderlijk van elkaar aan en uit worden gezet en worden bekeken. Naast de geografisch visuele weergave kan een bepaalde locatie/punt in het projectgebied worden geselecteerd en informatie worden opgevraagd over de waarde en score van die specifieke locatie in het gebied. De verklarende data en de **indicator** data dienen consistent te zijn, dit betekent dat beide data 'bevroren' dienen te zijn en gebaseerd op dezelfde (actualiteit van de) brondata, de definities en de berekeninggrondslag.

Vertaald naar de use case:

*“als (beleids)adviseur wil ik inzicht in de specifieke waarden op specifieke locaties binnen het projectgebied aan de hand van gevalideerde **indicatoren**, zodat ik inzicht krijg in de mogelijke maatregelen om te voldoen aan de ambities volgens het vastgestelde gebiedsprofiel.”*

Verantwoording inzien

Tijdens planvormingsproces kunnen indicatoren leiden tot discussies over de totstandkoming van de indicator, de gebruikte modellen en de accuraatheid en **actualiteit** van gebruikte **databronnen**. Het is daarom van belang dat de gehanteerde methode achter een indicator kan worden ingezien. Minimaal dient daar **beschreven** te staan welk **model (versie)** gebruikt is en **hoe** dit **model** is **verantwoord** (wetenschappelijk technische validatie), welke brondata is gebruikt en wat de actualiteit is. De indicator is hiermee een vastgesteld dataproduct met eigenaar. Nadrukkelijk dient beschreven te zijn hoe het platform en de indicatoren wel/niet toegepast kunnen worden. Op basis van de **verantwoording** zou de indicator volledig gereproduceerd moeten kunnen worden. NB: Semantiek is hier belangrijk! Je wil je legenda consistent hebben, je wil weten welke brondata is gebruikt om een kaartlaag op te bouwen.

Vertaald naar de use case:

“als (beleids)adviseur wil ik inzicht in de wijze waarop de score per indicator tot stand komt, om naar bestuurder te kunnen verantwoorden.”

Relevante bronnen

[1] Routekaart - Regionaal 3D-platform Provincie Utrecht. Powerpoint provincie Utrecht (4-11-2022)

[2] Luc de Horde, Mark Haaksman, Ilco Slikker, Regionaal 3D-platform. Plan van Aanpak fase 1. Versie 1.1 (8-11-2022)

Gerelateerde activiteiten

De Provincie werkt bij dit onderzoek nauw samen met het Digital Twin Lab van de Hogeschool Utrecht onder leiding van dr. Koen Smit. Voorbeelden van deze samenwerking, zoals Cartesius, zijn hier in beeld gebracht HU Stories: Digital Twin Utrecht | Hogeschool Utrecht en zijn door een vakjury voorgedragen voor de computable award 2024.

Geonovum

T 033 460 41 00

E info@geonovum.nl

I www.geonovum.nl

bezoekadres

Barchman Wuytierslaan 10
3818 LH Amersfoort

postadres

Postbus 508
3800 AM Amersfoort