

WWW.RDMSYMBIOSIS.COM

DE ONTWIKKELING VAN EEN DIGITALE INFRASTRUCTUUR VOOR CIRCULAIRE GEBIEDSONTWIKKELING

Scriptie Master of Science in Real Estate

Amsterdam School of Real Estate

Auteur: ing. T.S van den Dries

E-mail: 3Dbouwdesign@gmail.com

Eerste beoordelaar: dr.ir Gert-Joost Peek MRICS

Tweede beoordelaar: Drs. A. Marquard



COLOFON

AMSTERDAM SCHOOL OF REAL ESTATE

MSRE – Master of Science in Real Estate

Adres: Huys Azië, Jollemanhof 5

Postcode: 1019 GW Amsterdam

Phone: +31206681129

Email: Info@asre.nl

Mentor: dr.ir Gert-Joost Peek MRICS

PERSONAL

Naam: ing. Thomas van den Dries

Phone: +31625180969

Email: 3Dbouwdesign@gmail.com



VOORWOORD

Voor u ligt mijn masterscriptie 'Rotterdam Makers District Symbiosis' (www.rdmsymbiosis.com). Deze scriptie geeft inzicht in welke faciliteiten en condities er nodig zijn om innovatie te stimuleren en circulaire ontwikkeling te bevorderen. Het verbinden van belanghebbenden en het verkennen en verbeelden van een ondersteunende digitale infrastructuur voor circulaire gebiedsontwikkeling staat centraal. Deze scriptie is daarom bestemd voor iedereen die bezig is met een circulaire ontwikkeling en affiniteit heeft met digitalisatie.

Ik ben gestart met deze opleiding als ondernemer waarbij ik opereer op het gebied van creatieve vastgoedoplossingen. Tijdens mijn opleiding aan de Amsterdam School of Real Estate heb ik ervaring opgedaan bij verschillende marktpartijen. Ik werk veel vanuit Rotterdam en fiets regelmatig langs het Merwe-Vierhavensgebied. Het is een onwijs interessant gebied en ik ben ontzettend benieuwd hoe dit gebied zich de komende jaren gaat (her) ontwikkelen.

Een speciaal woord van dank gaat uit naar dr.ir Gert-Joost Peek. Hij probeert mij continu op een betere manier te laten nadenken over diverse onderwerpen. Met positieve en kritische feedback stuurt hij mij de juiste richting op, waardoor ik uiteindelijk een interessant en actueel onderwerp heb gevonden dat goed bij mij past. Daarnaast wil ik mijn vriendin bedanken voor de support en de gezellige momenten waarbij we langs zijn gegaan bij de bedrijven in het gebied. Naast mijn vriendin wil ik graag mijn ouders, broertje en zusje bedanken die mij op elke mogelijke wijze hebben gesteund.

Ik wens u veel plezier toe met het lezen van deze scriptie!

Rotterdam, 15 juli 2021

Thomas van den Dries

MANAGEMENT SAMENVATTING

In het kader van de opleiding Master of Science in Real Estate aan de ASRE in Amsterdam is deze scriptie geschreven. De scriptie heeft betrekking op circulaire gebiedsontwikkeling in relatie tot een ondersteunende digitale infrastructuur.

De relevantie voor gebiedsontwikkeling van circulaire economie is gering, evenals hoe een digitale infrastructuur de circulaire economie collectief kan helpen versterken. Onderlinge samenhang in ontwikkeling en onderzoek van benodigde innovaties ontbreekt om deze opgaven op te lossen. Het opstellen van een slim en gebalanceerd systeem, is daarom een eerste stap in dit onderzoeksproces. Het toepassingsgebied van dit onderzoek is het Merwe-Vierhavensgebied, de plek waar de stad en haven elkaar ontmoeten.

Vanuit de aanleiding en de probleemstelling is de volgende doelstelling voor het onderzoek opgesteld. De doelstelling van het onderzoek is om aan te geven hoe circulariteit collectief kan worden versterkt in het Merwe-vierhavensgebied door middel van digitale transformatie. In dit onderzoek wordt dit concreet gemaakt door het verbinden van belanghebbenden en het verkennen en verbeelden van een digitale infrastructuur voor circulaire gebiedsontwikkeling. In het rapport *'Wat heb je nodig? Circulaire gebiedsontwikkeling in M4H'* wordt beschreven dat er behoefte is aan een platform om informatie te delen. Een digitale infrastructuur is nodig om reststromen te benutten en productieprocessen in gang te zetten die ketens helpen sluiten. De doelstelling van dit onderzoek voldoet daarmee aan een behoefte die in de praktijk bestaat. De doelstelling is vertaald in de navolgende vraagstelling.

De hoofdvraag van dit onderzoek luidt als volgt: In hoeverre kan **circulariteit** worden versterkt tijdens de **gebiedsontwikkeling** van het **Merwe-Vierhavengebied** door middel van **digitale transformatie**, waarbij **collectiviteit** geldt als basis voor circulariteit?

De deelvragen van het onderzoek zijn:

1. Wat betekent circulariteit, collectiviteit en digitale transformatie in het kader van de gebiedsontwikkeling van het Merwe-Vierhavensgebied?
2. Welke circulaire kansen zijn er in het Merwe-Vierhavensgebied om te komen tot een duurzame (her) ontwikkeling van het havengebied?
3. Hoe zijn circulaire ambities in relatie tot het Merwe-Vierhavensgebied collectief te operationaliseren?
4. In hoeverre kan een digitale infrastructuur helpen bij deze operationalisering?

In deze scriptie is ontwerp onderzoek toegepast en dit is een methode die wordt gebruikt voor het onderzoeken van meerzijdige opgaven en waarbij er wordt gezocht naar overkoepelende oplossingen dwars door hiërarchie en sectoren heen. In het onderzoek is een conceptueel communicatieplatform en een ondersteunende digitale infrastructuur ontworpen voor partijen die zijn gevestigd in het Merwe-vierhavensgebied. Het ontwerp is gebruikt om antwoord te kunnen geven op de centrale vraagstelling. Literatuuronderzoek is toegepast om theoretische kennis te vergaren over de begrippen circulariteit, collectiviteit en digitale transformatie, gedrieën in het kader van de gebiedsontwikkeling van het Merwe-Vierhavensgebied. Ook is een praktijkvoorbeeld in Kalundborg omschreven, dat als

uitgangspunt wordt gebruikt voor het ontwerp. De antwoorden op de deelvragen 1 en 2 hebben geleid tot een conceptueel programma van eisen. Op basis van het literatuuronderzoek en het conceptuele programma van eisen is het conceptuele communicatie platform ontworpen in de vorm van een website (<https://www.rdmsymbiosis.com/>). Bedrijven en experts hebben inzicht gekregen in elkaars reacties zodat er in het gebied gezamenlijk is nagedacht over enerzijds beleid (de orgware) en anderzijds de bouw van een digitale infrastructuur (hardware en software). Door middel van een vragenlijst voor de gevestigde bedrijven en expertinterviews is het conceptuele programma van eisen vooraf getoetst en is er input verzameld voor de website. Door middel van een interactief ontwerpproces is vervolgens de ondersteunende digitale infrastructuur ontworpen en geëvalueerd. Op basis van deze resultaten is er antwoord gegeven op de deelvragen 3 en 4.

Een circulaire gebiedsontwikkeling houdt in dat op de grootste tot de kleinste schaal materiaal-, energie- en waterstromen worden gesloten. Het is moeilijk om deze stromen goed te coördineren omdat veel stromen de regio overspannen en sommige zelfs over de hele wereld zijn georganiseerd. In het Merwe-Vierhavensgebied wordt de nadruk gelegd op het aangaan van kansrijke samenwerkingen op basis van het potentieel van verschillende lokale actoren. Dit wordt gezien als basis voor de ontwikkeling van circulaire regio's en hangt daarmee nauw samen met de circulaire economie. De circulaire economie richt zich op het gebruik van zo min mogelijk grondstoffen en de economische kansen die daaruit ontstaan. Het begrip circulariteit heeft verschillende definities. In het onderzoek is de nadruk gelegd op de definities die zich richten op systeembenadering, doordat er hier wordt nagedacht over het optimaliseren van het gehele systeem. Industriële symbiose is een concept dat de kansen voor bedrijven weergeeft om samen te werken in een circulaire economie. Ondanks de mogelijke economische en maatschappelijke baten blijkt dat geplande industriële moeilijk is omwille van de vele complexe onderlinge relaties, waardoor de kans op succes op voorbaat beperkt en sterk onzeker blijft. Samenwerken in de keten is essentieel zodat bedrijven elkaars reststromen gaan gebruiken en er in zijn totaliteit minder grondstoffen worden gebruikt. Dat is een belangrijk onderdeel van circulariteit en technologie kan dit proces ondersteunen. Bij industriële symbiose gaat het vaak nog primair over de huidige fysieke werkelijkheid en hoe data kan helpen om dit proces te versterken. Gekeken moet worden naar een gebied en enkele potentiële reststromen die daaruit voortvloeien, vanuit daar wordt er gekeken naar meerdere stromen en gebruikers. Deze gestructureerde manier van omgaan met nieuwe projecten om symbiotische verbindingen tot stand te brengen is inconsistent met de eerdere willekeurige ongestructureerde manier. Deze nieuwe manier is een middel om de transformatie naar een volledig gebruik van middelen te versterken.

De uiteindelijke conclusie van dit onderzoek sluit aan bij de verwachting dat digitale transformatie de circulariteit in een gebied kan versterken, evenals het collectief organiseren ervan. Het visueel en dus digitaal maken van de keten is ontzettend belangrijk om inzicht te krijgen en om te laten zien welke succesvolle uitwisselingen er al plaats vinden in een gebied. Het is moeilijk om circulariteit te begrijpen, zonder dat je een goed beeld hebt van wat de afhankelijkheden zijn van elkaar. Op het gebied van circulariteit is een digitale infrastructuur onmisbaar. De ketens, de afhankelijkheden en hoe die kringlopen zich verplaatsen over tijd moeten inzichtelijk zijn en blijven om volledig circulair te zijn in 2050. Zet daarom niet alleen in op circulaire ambities, maar kijk ook hoe digitalisatie dit proces kan helpen versterken.

INHOUDSOPGAVE

1. INLEIDING	8
1.1 AANLEIDING	8
1.2 PROBLEEMSTELLING	8
1.3 TOEPASSINGSGEBIED	9
1.4 DOELSTELLING	10
1.5 VRAAGSTELLING	10
1.6 RELEVANTIE	11
1.7 AFBAKENING	11
1.8 LEESWIJZER	12
2. ONDERZOEKSMETHODE	13
2.1 ONDERZOEKSMETHODE	13
2.2 STAPPENPLAN ONTWERPGERICHT WETENSCHAPPELIJK ONDERZOEK	14
2.3 HET COMMUNICATIEPLATFORM	15
2.4 DE OPBOUW VAN DE ONLINE VRAGENLIJST EN HET EXPERTINTERVIEW	16
2.5 DE RESPONDENTEN VAN HET ONDERZOEK EN HET EXPERTPANEL	17
2.6 REDENEERKETEN	18
2.7 HET ONDERZOEKSMODEL	18
3. CONTEXTUEEL KADER: CIRCULAIRE GEBIEDSONTWIKKELING M4H	20
3.1 DE OPKOMST VAN CIRCULAIRE GEBIEDSONTWIKKELING	20
3.2 HET MERWE-VIERHAVENSGBIED	21
3.3 DEELCONCLUSIE	23
4. CIRCULARITEIT, COLLECTIVITEIT EN DIGITALE TRANSFORMATIE	24
4.1 CIRCULARITEIT	24
4.1.1 DEELCONCLUSIE CIRCULARITEIT	25
4.2 HET COLLECTIEF OPERATIONALISEREN VAN CIRCULAIRE AMBITIES	25
4.2.1 DEELCONCLUSIE COLLECTIVITEIT	28
4.3 DIGITALE TRANSFORMATIE IN DE STEDELIJKE OMGEVING	28
4.3.1 DE DIGITALE STAD VAN ROTTERDAM	30
4.3.2 DEELCONCLUSIE DIGITALE TRANSFORMATIE IN DE STEDELIJKE OMGEVING	32
5. EEN PRAKTIJKVOORBEELD VAN INDUSTRIËLE SYMBIOSE	33
5.1 KANLUNDBORG IN DENEMARKEN	33
5.2 HET COMMUNICATIEPLATFORM VAN KANLUNDBORG	34

5.3	DEELCONCLUSIE.....	35
6.	ANALYSE VAN DE VRAGENLIJST EN DE EXPERTINTERVIEWS.....	36
6.1	BEDRIJVEN, ANALYSE RESULTATEN PER THEMA.....	36
6.1.1	CIRCULARITEIT	36
6.1.2	COLLECTIVITEIT	37
6.1.3	DIGITALE TRANSFORMATIE.....	37
6.1.4	DEELCONCLUSIE.....	38
6.2	EXPERTS, ANALYSE RESULTATEN PER THEMA.....	39
6.2.1	CIRCULARITEIT	39
6.2.2	COLLECTIVITEIT	41
6.2.3	DIGITALISATIE (DIGITALE INFRASTRUCTUUR EN DIGITALE TRANSFORMATIE (GROEI)	43
6.3	PROGRAMMA VAN EISEN EN ACTORENANALYSE	46
6.6.1.	PROGRAMMA VAN EISEN DIGITALE INFRASTRUCTUUR.....	46
6.6.2.	ACTORENANALYSE	47
7.	DE ONTWIKKELING VAN EEN KANSRIJK SYSTEEM.....	48
7.1	OBJECTONTWERP	48
7.2	RESULTAAT EVALUATIE	51
8.	CONCLUSIE EN AANBEVELINGEN.....	52
8.1	CONCLUSIE.....	52
8.2	AANBEVELINGEN EN REFLECTIE.....	57
8.2.1	AANBEVELINGEN NAAR AANLEIDING VAN DE CONCLUSIE VAN DIT ONDERZOEK	57
8.2.2	REFLECTIE	59
	BIBLIOGRAFIE.....	61
	BIJLAGE 1 – HET M4H - GEBIED IN RELATIE TOT DE HAVEN	65
	BIJLAGE 2 – SUCCESFACTOREN EN BELEMMERINGEN	66
	BIJLAGE 3 – OVERZICHT EXPERTS.....	67
	BIJLAGE 4 – OPZET VRAGENLIJST EN EXPERTINTERVIEW.....	69

1. INLEIDING

De inleiding laat de lezer kennis maken met het onderwerp door het geven van achtergrondinformatie over **circulariteit**, **collectiviteit** en **digitale transformatie**, gedrieën in het kader van de **gebiedsontwikkeling** van het **Merwe-Vierhavensgebied**. De problemen worden beschreven en de relevantie wordt in zowel maatschappelijke als wetenschappelijke context toegelicht.

1.1 AANLEIDING

Groeiende stedelijke gebieden zijn grote verbruikers van natuurlijke hulpbronnen, energie en grondstoffen. Volgens het United Nations Environment Programme zijn steden en hun inwoners over de hele wereld verantwoordelijk voor meer dan 75 procent van het wereldwijde energie en materiaal verbruik (Swilling et al., 2013). Steden spelen daarom een belangrijke rol bij het beheersen van natuurlijke hulpbronnen en materiaalconsumptie. Inzicht in het stedelijk metabolisme is de basis voor de ontwikkeling van duurzame en veerkrachtige steden (Kennedy et al., 2011). Stedelijk metabolisme verwijst naar de productie en het gebruik van verschillende natuurlijke en niet-hernieuwbare materialen in stedelijke gebieden zoals water, energie, voedsel en afval (Gandy, 2004; Kennedy 2011). Het verwijst ook naar het proces van materiaalgebruik in de stad, import en export van grondstoffen, recycling, afvalbeheer en principes van de circulaire economie (Bahers et al., 2018). Europa en Nederland signaleren de noodzaak van de transitie naar een circulaire economie. Ten gevolge hiervan hebben de Europese Unie en de Nederlandse overheid het doel gesteld om te komen tot een meer circulair systeem. Het rijk wil dat in 2030 het primaire grondstoffengebruik van de Nederlandse economie met vijftig procent is afgenomen ten opzichte van het huidige niveau en streeft volledig circulair te zijn in 2050 (Dijksma & Kamp, 2016).

De paradigma's van uitbreiding en consumptie dat het tijdperk van verstedelijking en industrie definieert zijn ontheemd geraakt door behoud en optimalisatie. Doordat steden steeds rijker worden aan data, wordt het steeds belangrijker om deze gegevens te combineren, te visualiseren en te verwerken. Wereldwijd zetten steden technologie in voor het oplossen van maatschappelijke problemen. Concepten van de slimme stad zijn een middel om duurzame stedelijke ontwikkeling te bevorderen. Technologie kan ons helpen om het stedelijke gebruik, vervuiling, groeiend energieverbruik en andere uitdagingen efficiënter te beheren, vooral als deze uitdagingen toenemen (Evans et al., 2019). Op dit moment woont meer dan de helft van de wereldbevolking in steden en de verstedelijking neemt nog altijd toe, waardoor de beperkte grondstoffen reserves en het ecosysteem op aarde nog meer onder druk komen te staan. Digitale transformatie kan de circulaire economie verder inkluden.

1.2 PROBLEEMSTELLING

Merwe-vierhavens, een gebied dat zo groot is als de binnenstad van Rotterdam, staat aan het begin van enorme opgave op het gebied van circulariteit, energietransitie en digitalisering. Een gebied in transitie, van haven en stad (DELVA Landscape Architects & Urbanism, 2019). Hoe kan de ambitie van 'circulaire gebiedsontwikkeling' daadwerkelijk worden geoperationaliseerd? Hoogleraar Friso de Zeeuw stelde dat de relevantie voor gebiedsontwikkeling van circulaire economie gering is (Team 1010 et al., 2019). Het is van groot belang dat steden met oog voor duurzaam grondstoffenbeheer ontworpen worden, zodat de aanvoer van grondstoffen niet in het geding komt, reserves niet uitgeput raken en er een eind komt aan de aanhoudende aantasting van het natuurlijk kapitaal. Circulaire

gebiedsontwikkeling is een relatief nieuw begrip en er is nog geen eenduidige definitie gevonden (Bueren, z.d.).

Het combineren van de digitale en circulaire agenda's heeft een groot potentieel. Europa is momenteel bezig met twee transformaties die onze economie en samenleving kunnen verbeteren. Als ze goed en gezamenlijk worden beheerd, kunnen de circulaire economie en de digitale revolutie ons helpen om grote maatschappelijke opgaven aan te pakken. Data en technologie kunnen de overgang naar een circulaire economie versnellen en vergemakkelijken. Ze kunnen de connectiviteit en het delen van informatie verbeteren, bedrijfsmodellen, producten en processen meer circulair maken en burgers en consumenten in staat stellen bij te dragen aan de transitie (Hedberg & Šipka, 2020). Een tool die zeer geschikt is en naar verwachting in de komende jaren gezamenlijk verder zal worden ontwikkeld, is het Open Urban Platform gekoppeld aan een '3D Digital Twin' (een virtuele replica van een object of proces). Bij het gebruik van een Open Urban Platform gekoppeld aan een 3D Digital Twin draait het om toegang tot gegevens, het regelen van het delen van die gegevens in de sector en het verbinden van de digitale en fysieke wereld (BTIC, 2020). Voor het milieu kan dit leiden tot minder afval, meer hergebruik, efficiënter gebruik van hulpbronnen en een lagere CO2 uitstoot. Aan de ene kant moeten we ons bewust zijn van de hefboomwerking van beleid (organisaties) en aan de andere kant moeten we de opbouw van (ondersteunende) digitale infrastructuur (hardware en software) begrijpen. Onderlinge samenhang in ontwikkeling en onderzoek van benodigde innovaties ontbreekt om deze uitdagingen op te lossen (Evans et al., 2019).

1.3 TOEPASSINGSGEBIED

Het onderzoek wordt verricht in het Merwe-Vierhavensgebied, de plek waar de stad en haven elkaar ontmoeten. De stadshaven koppelt aan- en afvoerstromen van enorme hoeveelheden grondstoffen, (half) fabrikanten en afval, met de rest van de wereld. Hierdoor kan er ook worden gekeken naar mogelijkheden voor sector overschrijvende samenwerking. Daarnaast heeft het Merwe-Vierhavensgebied acht uitgangspunten voor duurzame ontwikkeling geformuleerd, die allemaal aansluiten bij het overkoepelende thema: collectiviteit als basis van circulariteit. Niet alleen op het gebied van duurzaamheid, maar ook op het gebied van innovatie (DELVA Landscape Architects & Urbanism, 2019). In het onderzoek wordt er gekeken welke kansen er zijn in het Merwe-vierhavengebied om te komen tot een duurzame (her) ontwikkeling van het havengebied, hoe dit collectief kan worden georganiseerd en versterkt door een digitale infrastructuur. Dit sluit ook goed aan op de M4H-monitor, waarbij er ook gekeken wordt hoe circulariteit meetbaar kan worden gemaakt (M4H Programmabureau, 2020). Het Merwe-Vierhavensgebied heeft een aantal leidende principes, waaronder een aantal met betrekking tot circulariteit. Naast de maakindustrie en duurzame mobiliteit wordt de focus gelegd op het gebruik van duurzame energie, het waarderen van reststromen en één veerkrachtig klimaat adaptief systeem (Rotterdam Makers District, 2019).

Het Merwe-Vierhavensgebied is een gebiedsontwikkeling van een oud havengebied waar al veel maakbedrijven actief zijn. De maakindustrie verwerkt materialen tot nieuwe producten. Het oude havengebied is gelegen in Rotterdam en de gemeente ontwikkelt een digitale infrastructuur bestaande uit een Open Urban Platform gekoppeld aan een 3D Digital Twin van de stad. De lessons learned uit dit onderzoek zijn toepasbaar op de (her)ontwikkeling van een gebied waar al veel deelnemers actief zijn en waarbij de stad werkt aan een digitale infrastructuur.

1.4 DOELSTELLING

Vanuit de aanleiding en de probleemstelling is de volgende doelstelling voor het onderzoek opgesteld. De doelstelling van het onderzoek is om aan te geven hoe circulariteit collectief kan worden versterkt in het Merwe-vierhavensgebied door middel van digitale transformatie. In dit onderzoek wordt dit concreet gemaakt door het verbinden van belanghebbenden en het verkennen en verbeelden van een digitale infrastructuur voor circulaire gebiedsontwikkeling.

In het rapport *‘Wat heb je nodig? Circulaire gebiedsontwikkeling in M4H’* wordt beschreven dat er behoefte is aan een platform om informatie te delen. Een digitale infrastructuur is nodig om reststromen te benutten en productieprocessen in gang te zetten die ketens helpen sluiten. De doelstelling van dit onderzoek voldoet daarmee aan een behoefte die in de praktijk bestaat (Team 1010 et al. , 2019). De doelstelling is vertaald in de navolgende vraagstelling.

1.5 VRAAGSTELLING

De doelstelling van het onderzoek resulteert in de volgende centrale vraagstelling:

In hoeverre kan **circulariteit** worden versterkt tijdens de **gebiedsontwikkeling** van het **Merwe-Vierhavengebied** door middel van **digitale transformatie**, waarbij **collectiviteit** geldt als basis voor circulariteit?

1. Wat betekent circulariteit, collectiviteit en digitale transformatie in het kader van de gebiedsontwikkeling van het Merwe-Vierhavensgebied?
2. Welke circulaire kansen zijn er in het Merwe-Vierhavensgebied om te komen tot een duurzame (her) ontwikkeling van het havengebied?
3. Hoe zijn circulaire ambities in relatie tot het Merwe-Vierhavensgebied collectief te operationaliseren?
4. In hoeverre kan een digitale infrastructuur helpen bij deze operationalisering?

Het onderzoek resulteert in een conceptueel communicatieplatform en een ondersteunende digitale infrastructuur voor partijen die zijn gevestigd in het Merwe-vierhavensgebied.

1.6 RELEVANTIE

Wetenschappelijke relevantie

De afgelopen jaren krijgt het verband tussen digitalisering en het milieu steeds meer aandacht (Raad van de Eu, 2020). In de literatuur is er veel geschreven over circulaire gebiedsontwikkeling, maar is er nog weinig geschreven over hoe een digitale infrastructuur de circulaire economie kan helpen versterken. Onderlinge samenhang in ontwikkeling en onderzoek van benodigde innovaties ontbreekt om deze opgaven op te lossen. Er is dus behoefte aan kennis over deze nieuwe ontwikkelingen, om te toetsen of de verwachtingen uit de literatuur overeenkomen met de realiteit.

Daarnaast wordt er in het onderzoek ontwerpend onderzoek toegepast. Dit is ook wetenschappelijk relevant doordat het de meerwaarde van ontwerpend onderzoek kan aantonen tijdens een gebiedsontwikkeling.

Maatschappelijke relevantie

Het onderzoek is maatschappelijk relevant omdat het de toegevoegde waarde van een digitale infrastructuur bij een circulaire gebiedsontwikkeling kan helpen bewijzen. Het onderzoek zal met name interessant zijn voor partijen die participeren binnen de circulaire economie en bij een 'proof of concept' zullen partijen sneller kiezen voor de gekozen benadering. Het onderzoek is ook relevant voor de samenleving als geheel. Als de circulaire economie en de digitale revolutie samen goed worden beheerd kunnen ze grote problemen waarmee de vastgoedsector wordt geconfronteerd oplossen (Hedberg & Šipka, 2020).

1.7 AFBAKENING

Voor het onderzoek liggen er twee belangrijke veronderstellingen ten grondslag, die als uitgangspunt worden gehanteerd.

- Collectiviteit vormt in het Merwe-Vierhavensgebied de basis voor circulariteit: kennis, ruimte en stromen worden in fysieke en digitale netwerken gedeeld (DELVA Landscape Architects & Urbanism, 2019);
- Digitale transformatie kan de circulariteit in een gebied versterken, evenals het collectief organiseren ervan (Hedberg & Šipka, 2020).

Het onderzoek is gericht op circulaire gebiedsontwikkeling in relatie tot een ondersteunende digitale infrastructuur. In het onderzoek wordt uitgebreid ingegaan op de factoren die vanuit het Merwe-Vierhavensgebied de aandacht verdienen en er wordt in samenwerking met belanghebbenden gekeken naar hoe deze digitale infrastructuur moet worden vormgegeven. Het onderzoek beperkt zich tot de kansen en belemmeringen in het industriële ecosysteem op basis van de geografische ligging van nabijgelegen bedrijven. De focus hierbij wordt gelegd op de operationele processen van en tussen bedrijven.

1.8 LEESWIJZER

In hoofdstuk 2 wordt allereerst ingegaan op de onderzoeksmethode. Ontwerpend onderzoek wordt gebruikt om de complexe opgave te onderzoeken en samen te kijken naar een zo goed mogelijke opgavedefinitie. In hoofdstuk 3 wordt er vanuit de theorie bekeken wat circulaire gebiedsontwikkeling inhoudt en wordt de context van het Merwe-vierhavengebied omschreven. Vervolgens wordt in hoofdstuk 4 ingegaan op de kernbegrippen circulariteit, collectiviteit en digitale transformatie, gedrieën in het kader van de gebiedsontwikkeling van het Merwe-Vierhavensgebied. In hoofdstuk 5 staat op het gebied van industriële symbiose een toonaangevend voorbeeld uit de praktijk centraal. In hoofdstuk 6 staan de resultaten van de online vragenlijst en de expertinterviews centraal. Inzichten vanuit de praktijk worden gedefinieerd en er wordt gekeken hoe kansen in het gebied kunnen worden benut per thema. Het hoofdstuk wordt afgesloten met het programma van eisen en een actoren definitie. In hoofdstuk 7 wordt het ontwikkelproces van de digitale infrastructuur omschreven. Door middel van een conceptueel communicatie platform en een digitale infrastructuur wordt er gekeken naar de toegevoegde waarde van een digitale infrastructuur tijdens een circulaire gebiedsontwikkeling. Tot slot worden de conclusies, aanbevelingen en reflectie op dit onderzoek in hoofdstuk 8 behandeld.

2. ONDERZOEKSMETHODE

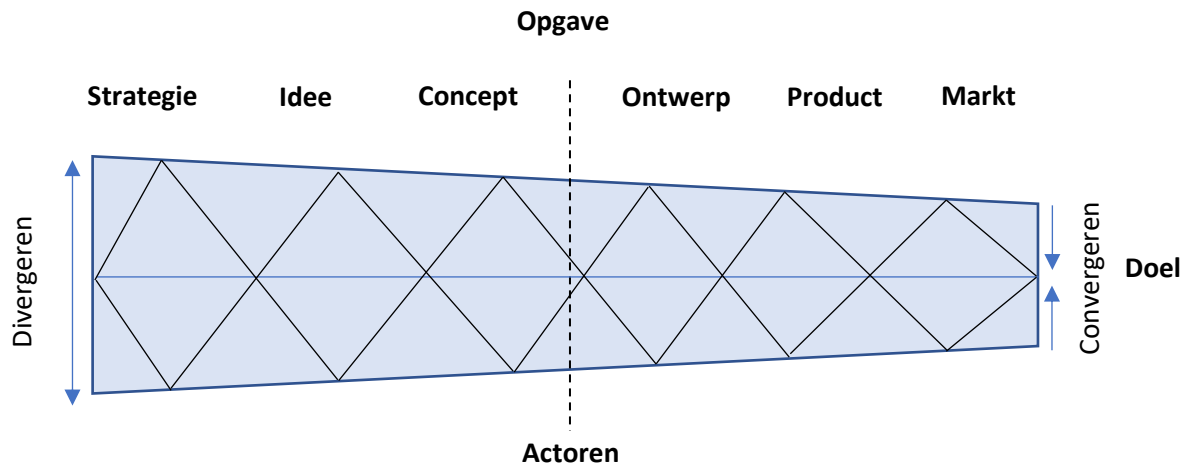
Uit hoofdstuk 1 blijkt dat onderling verband in ontwikkeling en onderzoek van benodigde innovaties beperkt is. Er is onderzoek gedaan naar circulaire gebiedsontwikkeling, maar er is nog beperkt onderzoek gedaan naar circulaire gebiedsontwikkeling in samenhang met een digitale infrastructuur. Het opstellen van een slim en gebalanceerd systeem, kan daarom de eerste stap zijn in dit onderzoeksproces.

2.1 ONDERZOEKSMETHODE

Naast fundamenteel wetenschappelijk onderzoek is er ook wetenschappelijk onderzoek gedreven door de bereidheid om veldproblemen op te lossen, waarvoor er op dit moment nog onvoldoende generieke kennis is. Een veldprobleem is een situatie in de realiteit, waarbij stakeholders van mening zijn dat het kan of moet worden verbeterd. Kennis over algemene oorzaken en oplossingen van het domeinprobleem is kennis die kan worden ingezet als middel om een betere wereld te realiseren. Ontwerpgericht praktijkonderzoek richt zich niet alleen op het beschrijven en verklaren van soorten veldproblemen, maar ook op het ontwikkelen en testen van algemene oplossingen voor de problemen in deze gebieden. Omdat dit onderzoek door zijn veelzijdigheid geen pasklare oplossingen oplevert, maar input levert voor het ontwerpen van specifieke oplossingen, wordt deze praktijkgerichte vorm van onderzoek ook wel ontwerpgericht wetenschappelijk onderzoek genoemd (Aken & Andriessen, 2011).

Ontwerpend onderzoek is een methode die wordt gebruikt voor het onderzoeken van meerduidige opgaven en waarbij er wordt gezocht naar overkoepelende oplossingen dwars door hiërarchie en sectoren heen. Het houdt voor dit onderzoek in dat de opgave verder wordt gedefinieerd en onderzocht, belanghebbenden worden verbonden en kansrijke digitale systemen worden verbeeld (Linden et al., 2018). Voordat er wordt gewerkt aan een overkoepelende oplossing, helpt ontwerpend onderzoek de opgave te verkennen via ruimtelijke oplossingen. Op deze manier kan er een gezamenlijke opgavedefinitie worden gevonden voor een regionale ontwikkeling en is er ruimte voor discussie over de impliciete randvoorwaarden (Nijhijts et al., 2017). Dit komt niet alleen voort uit creatieve en associatieve denkprocessen, maar ook uit de praktische ervaring van respondenten.

De ontwerpstudie die wordt toegepast in dit onderzoek maakt gebruik van een combinatie van 'convergeren' en 'divergeren'. In een vroeg stadium kan dit zorgen voor nieuwe inzichten in onontdekte opgaven in het Merwe-Vierhavensgebied. Dit kan vervolgens leiden tot een meer 'complete' en 'juiste' definitie van de opgave. Het verder definiëren van de opgave en een eerste actorendefinitie is fundamentele meerwaarde van ontwerpend onderzoek. Niet alleen in de beginfase van een gebiedsontwikkeling levert ontwerpend onderzoek een meerwaarde op, maar ook in elke fase van het ontwikkelingsproces (Schrijnen, 2014). Bekijk afbeelding 1.



Figuur 1 – Divergeren en convergeren van ontwerpgericht onderzoek in een gebiedsontwikkelingstraject.

2.2 STAPPENPLAN ONTWERPGERICHT WETENSCHAPPELIJK ONDERZOEK

Ontwerpen is het proces van het bepalen van eisen waaraan de te realiseren entiteit moet voldoen en het ontwikkelen van het ontwerp voor die entiteit. Een ontwerp is het model van een nog niet geïmplementeerde entiteit en dient als indicatie voor de volgende stap in het ontwerp- en implementatieproces. Het biedt alle benodigde informatie voor de stakeholders om de taken in het volgende ontwerp- en implementatieproces goed uit te voeren volgens de bedoelingen van de ontwerper. Ontwerpgericht onderzoek vereist drie rollen van de onderzoeker en dit zijn onderzoeker, ontwerper en veranderaar. De volgende stap in het ontwerp- en implementatieproces kan zijn het verder verfijnen van het ontwerp (onderdelen), het voorbereiden van het implementatieproces en het uiteindelijke implementatieproces zelf.

Bij een goed ontwerpproces worden drie ontwerpen gemaakt:

- Het procesontwerp: het plan voor alle activiteiten van de ontwerper (s) zelf om het object- en realisatieontwerp te maken (hoofdstuk 2);
- Het objectontwerp: model van de te realiseren entiteit (hoofdstuk 7);
- Het realisatie ontwerp: het plan voor alle activiteiten die nodig zijn om het ontwerp van papier naar de werkelijkheid om te zetten (hoofdstuk 8).

In dit onderzoek wordt een conceptueel communicatieplatform en een ondersteunende digitale infrastructuur ontworpen voor partijen die zijn gevestigd in het Merwe-vierhavensgebied. Het ontwerp wordt gebruikt om antwoord te kunnen geven op de centrale vraagstelling. Allereerst wordt literatuuronderzoek toegepast om theoretische kennis te vergaren over de begrippen circulariteit, collectiviteit en digitale transformatie, gedieën in het kader van de gebiedsontwikkeling van het Merwe-Vierhavensgebied. Daarnaast wordt een praktijkvoorbeeld in Kalundborg omschreven, dat als uitgangpunt wordt gebruikt voor het ontwerp. De antwoorden op de deelvragen 1 en 2 leiden tot een conceptueel programma van eisen. Op basis van het literatuuronderzoek en het conceptuele programma van eisen wordt allereerst een conceptueel communicatie platform ontworpen in de vorm van een website. Door middel van een vragenlijst voor de gevestigde bedrijven en expertinterviews wordt vervolgens het conceptuele programma van eisen vooraf getoetst en wordt er input verzameld

voor de website. Vervolgens wordt in een interactief ontwerpproces de ondersteunende digitale infrastructuur ontworpen en geëvalueerd. Op basis van deze resultaten wordt er antwoord gegeven op de deelvragen 3 en 4. Tijdens het ontwerpproces worden de onderstaande stappen doorlopen om enerzijds de aanpak overdraagbaar te maken en anderzijds iets te kunnen zeggen over de meerwaarde van een ondersteunende digitale infrastructuur voor circulaire gebiedsontwikkeling. Deze opbouw is opgenomen in het onderzoeksmodel, paragraaf 2.7.

	Activiteit	
Stap 1	Beschrijven van de context	Beschrijven van de context en arrangementen van interventies
Stap 2	Diagnose maken van de situatie	
Stap 3	Opstellen van een redeneerketen	
Stap 4	Beschrijven van het arrangement	
Stap 5	Vastellen van variabelen en indicatoren voor de resultaat evaluatie	Vastellen resultaten
Stap 6	Bepalen van de benchmark	
Stap 7	Uitvoering en meting	
Stap 8	Resultaatevaluatie	Evaluatie arrangement
Stap 9	Procesevaluatie	

Tabel 1. Stappenplan ontwerpgericht wetenschappelijk onderzoek (Aken & Andriessen, 2011).

2.3 HET COMMUNICATIEPLATFORM

In het kader van ontwerpend onderzoek is er een ondersteunend communicatieplatform gebouwd, in de vorm van een website (<https://www.rdmsymbiosis.com/>). Deze is gemaakt na het afronden van het literatuuronderzoek. Op de website is tijdens het gehele onderzoek gebruik gemaakt van verbeeldingskracht en referentiemateriaal om bedrijven en experts te inspireren. Daarnaast fungeert de website als kennisplatform waarbij bedrijven en experts inzicht krijgen in elkaars reacties zodat er in het gebied kan worden nagedacht over enerzijds beleid (de orgware) en anderzijds de bouw van een digitale infrastructuur (hardware en software). Bekijk afbeelding 2.

Verbeeldingskracht en referentiemateriaal wordt in het onderzoek gebruikt om belanghebbenden te inspireren (Kempenaar et al. , 2016). Degenen die betrokken zijn bij een gebiedsontwikkeling kunnen nuttig gebruik maken van ontwerpend denken, doordat er verder wordt gekeken dan wenselijke, waarschijnlijke en realistische toekomst (Zeemeijer, 2019). Dit transformeert het ontwerp van de digitale infrastructuur van een doel naar een middel en het proces van ‘visuele communicatie’ naar ‘visueel denken’. Visuele communicatie is extern gericht en heeft tot doel kennis en keuzes over te brengen, terwijl visueel denken intern gericht is en kennis en keuzes verzamelt. Ontwerpend onderzoek heeft daarom een onmisbare meerwaarde bij het verkennen van toekomstige steden.

Synergie moet ontstaan via collectief leren en participeren. Dit vereist expertise van verschillende disciplines, paragraaf 2.5. Hierdoor wordt de kans vergroot dat deelnemers vraagstukken koppelen en ontstaan er nieuwe oplossingen. De opgaven van gebiedsontwikkeling bevinden zich veelal in bestaande steden, het gaat dus meer om herontwikkeling van gebieden waar al veel deelnemers actief zijn. Dit maakt de interactie tussen gebruiker en maker belangrijk (Linden et al., 2018).



Figuur 2 – Eigen bewerking website: <https://www.rdmsymbiosis.com/>

2.4 DE OPBOUW VAN DE ONLINE VRAGENLIJST EN HET EXPERTINTERVIEW

Het interactieve ontwerpproces bestaat uit twee ontwerpronden, waarbij allereerst beoordeling van de kansen en het identificeren van de barrières en restricties in de praktijk plaatsvindt. Door middel van een online vragenlijst worden meningen en argumenten van bedrijven in het gebied geïnventariseerd. De vragenlijst is opgedeeld in drie thema's waaronder circulariteit, collectiviteit en digitale transformatie. Concreet wordt per thema geïnventariseerd of er generieke uitspraken kunnen worden gedaan over circulariteit en het collectief operationaliseren ervan. Daarnaast wordt er vanuit de praktijk gekeken of er vraag is naar een ondersteunende digitale infrastructuur en hoe een soortgelijk platform volgens de bedrijven zou moeten worden vormgegeven.

De expertinterviews bestaan uit face-to-face interviews waarbij nieuwe inzichten worden verkregen vanuit het perspectief van de expert. Verbeeldingskracht en referentiemateriaal wordt gebruikt om zowel bedrijven als experts te confronteren met voorbeelden uit andere regio's. Het complexe uitwisselingsnetwerk van het project Kalundborg in Denemarken is daarbij als uitgangspunt genomen. Op basis van de argumenten uit de praktijk en de nieuwe inzichten die zijn verkregen uit de expertinterviews is het conceptuele programma van eisen aangepast en een actorenanalyse gemaakt. In hoofdstuk 7 wordt in een tweede onderwerpronde vervolgens een voorstel van een ondersteunende digitale infrastructuur en een hierop aansluitende organisatie van de overheid en het bedrijfsleven aangereikt. De ontworpen digitale infrastructuur wordt tot slot geëvalueerd door de bedrijven en experts, waarbij er wordt geconcludeerd in hoeverre digitale infrastructuur kan helpen bij het collectief operationaliseren van de circulaire ambities.

Voor de online vragenlijst is gekozen voor een asynchrone onderzoeksmethode. Op deze wijze kan er efficiënt inzicht worden gekregen in de meningen en argumenten van de bedrijven in het gebied. De bedrijven kunnen op elk gewenst tijdstip de vragenlijst invullen waardoor de antwoorden meer

accuraat zijn (Baarda, et al., 2018). De online vragenlijst is opgenomen in bijlage 4. De bedrijven worden gevraagd om feedback te geven op de thema's circulariteit, collectiviteit en digitale transformatie waarbij gebruikt is gemaakt van de onlinesoftware Typeform. De experts worden vervolgens face-to-face geïnterviewd en de interviews worden synchroon afgenomen. Het voordeel hiervan is dat er nieuwe inzichten kunnen worden verkregen en er kan worden doorgevraagd naar onderwerpen die volgens de onderzoeker de aandacht verdienen. De hoofdvragen en deelvragen zijn vooraf vastgelegd en het interview is daarmee half gestructureerd (Baarda, et al., 2018). Het interviewschema is ook opgenomen in bijlage 4, waarbij per vraag het doel is aangegeven. De vragen van de vragenlijst en het expertinterview zijn opgesteld op basis van de theoretische constatering uit hoofdstuk 3,4 en 5. In de deelconclusies van deze theoretische hoofdstukken wordt de vertaling gemaakt naar de empirische vragenlijst voor de bedrijven en de expertinterviews.

Er is gekozen voor ontwerpend onderzoek doordat de opgave een samenwerking vereist tussen partijen en de steun van mensen om deel uit te maken van de oplossing. Dit is geen lineair proces, maar een interactief proces. Ontwerpend onderzoek maakt gebruik van een combinatie van divergeren en convergeren. In de steeds veranderende en digitale wereld is geen enkel idee ooit 'af'. De ondersteunende digitale infrastructuur die is onderzocht zal zich daarom blijven ontwikkelen, ook na het afronden van dit onderzoek. De feedback op de online vragenlijst en het interviewschema is dat de achtergrondinformatie van het onderzoek in de inleiding moest worden omschreven. Het is daarbij van belang dat de respondenten weten wat de onderzoeker bedoelt. Door de complexe opgave zijn de vragen verdeeld in drie thema's, waardoor breed inzicht wordt verkregen in de opgave. Het nadeel van de open vragen is dat het de respondent veel tijd kost om inhoudelijk te antwoorden. De kans bestaat dat respondenten gespecialiseerd zijn in enkele thema's, daardoor is er gekozen voor de mogelijkheid om vragen over te slaan, indien noodzakelijk.

2.5 DE RESPONDENTEN VAN HET ONDERZOEK EN HET EXPERTPANEL

De online vragenlijst wordt afgenomen bij een selecte groep respondenten, waarbij de bedrijven gevestigd moeten zijn in het Rotterdam Makers District. Gesproken kan worden van een selecte steekproef (Baarda, et al., 2018). Het expertpanel bestaat uit experts op het gebied van circulariteit, collectiviteit en digitale transformatie. Doordat de experts een expertise hebben op gebied van één van deze thema's wordt de kans vergroot dat deelnemers vraagstukken koppelen en ontstaan er nieuwe oplossingen. De experts zijn geselecteerd op basis van de volgende hoofdkenmerken:

1. Het expertpanel moet bestaan uit verschillende disciplines op het gebied van circulariteit, collectiviteit en digitale transformatie zodat het ontwerpteam gevarieerd is;
2. De respondenten moeten ervaring hebben met minimaal één bovengenoemd thema;
3. De respondenten dienen een integraal beeld te hebben van circulariteit, het collectief operationaliseren ervan en de potentiële meerwaarde van digitale infrastructuur;
4. De respondenten moeten een brede kennis hebben van de gebouwde omgeving en de (her)ontwikkeling van oude bedrijventerreinen.

In dit onderzoek is de online vragenlijst toegestuurd aan alle bedrijven die zijn gevestigd in het Rotterdam Makers District. Tien bedrijven hebben gereageerd. Daarnaast zijn bij het onderzoek negen hoogopgeleide experts betrokken geweest die allemaal bekend zijn met het Merwe-vierhavengebied. In bijlage 3 zijn de betrokken experts weergegeven.

2.6 REDENEERKETEN

De ontworpen digitale infrastructuur wordt in hoofdstuk 7 geëvalueerd door de experts op relevantie, flexibiliteit, kwaliteit, (verwachte) bruikbaarheid en (verwachte) effectiviteit. Het conceptuele ontwerp kan tijdens het onderzoek niet daadwerkelijk worden ontwikkeld. Het is dan ook alleen mogelijk om de verwachte bruikbaarheid en de verwachte effectiviteit te evalueren. Het expertpanel beoordeelt het prototype op deze criteria en bekijkt vanuit zijn of haar expertise welke kansen en belemmeringen er zijn.

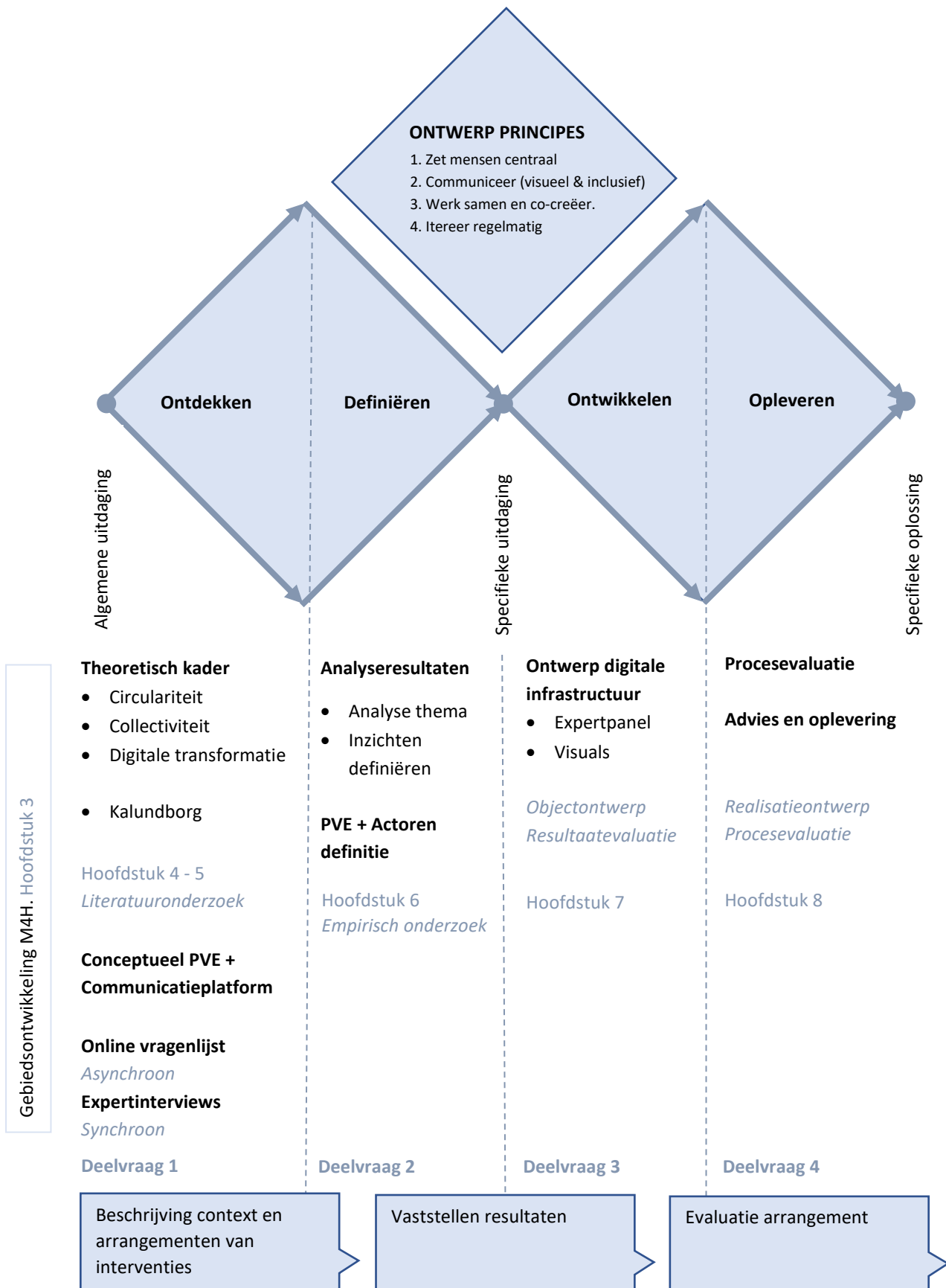
Relevantie houdt in dat het ontwerp voorziet in de behoeften van de stakeholders en houdt rekening met recente trends en ontwikkelingen in de branche en de literatuur. Kwaliteit gaat over de kans op fouten en flexibiliteit over de mogelijkheid om te reageren op veranderingen en externe factoren. De verwachte bruikbaarheid gaat over of het ontwerp passend is gezien de context en gebruiksvriendelijk waardoor het ontwerp begrepen en gebruikt kan worden zoals bedoeld door de onderzoeker. Tot slot wordt het ontwerp geëvalueerd op de verwachte effectiviteit. Het doel van het ontwerp moet helder omschreven zijn en gekeken wordt of de digitale infrastructuur daadwerkelijk een bijdrage levert aan de oplossing van het gesignaleerd probleem. De hoofdoelstelling van de basis infrastructuur is benutten van reststromen en het initiëren van productieprocessen die ketens helpen sluiten.

- Relevantie: Het ontwerp voorziet in de behoeften van de stakeholders en houdt rekening met recente trends en ontwikkelingen in de branche en de literatuur;
- Kwaliteit: Kans op fouten;
- Flexibiliteit: De mogelijkheid om te reageren op veranderingen en externe factoren;
- (Verwachte) bruikbaarheid: Passend gezien de context en gebruiksvriendelijk waardoor het ontwerp begrepen en gebruikt kan worden zoals bedoeld door de onderzoeker;
- (Verwachte) effectiviteit: Draagt het ontwerp bij het verbinden van belanghebbenden waardoor de uitwisseling van reststromen tussen bedrijven kan worden bevorderd.

2.7 HET ONDERZOEKSMODEL

Een methode die vaak wordt gebruikt bij ontwerp onderzoek is de Double Diamond-ontwerpmethode. Het innovatiekader van de Design Council wordt gebruikt om complexe maatschappelijke problemen op te lossen. De problemen van vandaag vereisen samenwerkingen tussen partijen en de steun van mensen om deel uit te maken van de oplossing. Dit is geen lineair proces, maar een interactief proces. Ideeën bedenken en testen in een zeer vroeg stadium kan deel uitmaken van het onderzoeksresultaat. In de steeds veranderende en digitale wereld is geen enkel idee ooit 'af'. De twee diamanten in afbeelding 3 vertegenwoordigen een proces waarin een bredere of diepgaande studie van het probleem (divergerend denken) wordt onderzocht, waarna gerichte acties (convergent denken) worden uitgevoerd. Het innovatiekader verdeelt het ontwerpproces in vier fasen (Design Council, 2015):

1. Ontdekken; divergerend zoveel mogelijk relevante informatie verzamelen en ontdekken;
2. Definiëren; convergerend een keuze maken uit de ontdekte informatie;
3. Ontwikkelen; divergerend alle mogelijke oplossingen bedenken en ontwikkelen op basis van het duidelijk omschreven probleem;
4. Opleveren; convergerend een keuze maken die leidt tot een resultaat.



Figuur 3 – Eigen bewerking en interpretatie van het double diamond model.

3. CONTEXTUEEL KADER: CIRCULAIRE GEBIEDSONTWIKKELING M4H

In dit hoofdstuk wordt het contextueel kader omschreven over de circulaire gebiedsontwikkeling van het Merwede-Vierhavensgebied. In paragraaf 3.1 wordt allereerst de opkomst van circulaire gebiedsontwikkeling omschreven. Vervolgens wordt in paragraaf 3.2 de context van het Merwede-vierhavensgebied omschreven, de plek in de regio voor de innovatieve maakindustrie.

3.1 DE OPKOMST VAN CIRCULAIRE GEBIEDSONTWIKKELING

Een gebiedsontwikkeling focust zich op de (her)ontwikkeling van een locatie tot een nieuw gebied. In een gebied worden verschillende functies zoals ondernemen, wonen, retail, recreatie, vergroening en infrastructuur gecombineerd. Door omgevingsfactoren, beleid en de invloed van veel belanghebbenden is gebiedsontwikkeling per definitie complex. Het verkrijgen van toewijding en steun van alle partijen is noodzakelijk voor een succesvolle ontwikkeling. Hoogleraar Friso de Zeeuw hanteert de volgende definitie voor een gebiedsontwikkeling. *Gebiedsontwikkeling is de kunst van het verbinden van functies, disciplines, partijen, belangen en geldstromen, met het oog op de ontwikkeling of transformatie van een gebied.* Kenmerkend voor gebiedsontwikkeling is de lange doorlooptijd. De gemiddelde doorlooptijd van stedelijke ontwikkelingen is gemiddelde vijftien jaar, terwijl grotere en complexere plannen doorgaans twintig jaar duren. In tegenstelling tot gebiedsontwikkeling, heeft project-of plotontwikkeling een kortere doorlooptijd (Zeeuw, 2017).

De opgaven veranderen in de tijd en zo is ook de context van gebiedsontwikkeling aan verandering onderhevig. Duurzame gebiedsontwikkeling of gebiedsontwikkeling 3.0 is ontstaan vanuit een trend op macroniveau. Door een toenemende vraag naar duurzame ontwikkelingen, is de context van gebiedsontwikkeling in de loop der jaren veranderd (Neprom & Akro consult, 2014). Deze verandering volgt de benadering van een organische gebiedsontwikkeling, oftewel gebiedsontwikkeling 2.0. Een organische gebiedsontwikkeling heeft een kleinschalig karakter ten opzichte van de traditionele aanpak (Buitenlaar et al., 2012). Het aanbod georiënteerde denken is vervangen door vraag gestuurde ontwikkelingen, waarbij er veel meer wordt samengewerkt met eindgebruikers en lokale stakeholders. Door een stip op de horizon te zetten, wordt er meer flexibiliteit geboden en kan er beter worden geanticipeerd op veranderingen op macroniveau (Jonker-Verklaart, 2015). De gemeente heeft hierin een faciliterende rol en door een bottom-up benadering te hanteren, ontstaat er meer ruimte voor initiatieven uit de samenleving (Buitenlaar et al., 2012). Langetermijndenken gaat in dit geval voor kortetermijnwinst, waarbij het veel meer gaat om een brede waarde creatie, waardebehoud van bestaand vastgoed en het aantrekken van kapitaalstromen. De aanpak van een duurzame gebiedsontwikkeling lijkt in vele opzichten op die van een organische gebiedsontwikkeling, maar onderscheidt zich door duurzaamheid als ambitie centraal te stellen (Ministerie van Infrastructuur en Milieu, 2012). Er wordt niet alleen gekeken naar maatschappelijke en economische waardecreatie, maar ook naar ecologische waardecreatie. De economie, mens, natuur en de omgeving zijn veel meer met elkaar verweven (Platform Duurzame Gebiedsontwikkeling, 2014).

Circulaire gebiedsontwikkeling is een relatief nieuw begrip en er is nog geen eenduidige definitie gevonden. Een circulaire gebiedsontwikkeling houdt in dat op de grootste tot de kleinste schaal materiaal-, energie- en waterstromen worden gesloten. Het is moeilijk om deze stromen goed te coördineren omdat veel stromen de regio overspannen en sommige zelfs over de hele wereld zijn georganiseerd (Bueren, z.d.). Circulariteit wordt als ambitie gesteld in plaats van duurzaamheid in het

algemeen. Zoals eerder aangegeven in de probleemstelling van het onderzoek stelde hoogleraar Frisco de Zeeuw dat de relevantie voor gebiedsontwikkeling van circulaire ontwikkeling gering is. Hij baseerde deze uitspraak op twee waarnemingen: *Te sluiten kringlopen zijn meestal locatie-onafhankelijk of spelen zich op een (veel) groter schaalniveau af en serieuze pogingen om circulariteit op gebiedsontwikkeling toe te passen levert alleen het 'vermijden van afval in de bouw en de watervoorziening als specifiek item op'*. Bij een circulaire gebiedsontwikkeling staat het terugdringen van het gebruik van primaire grondstoffen en het vermijden van afval centraal. Deze denkwijze is niet iets nieuws. In 2002 werd door Micheal Braungart al het cradle to cradle model ontwikkeld (Zeeuw, 2017). In dit model wordt er in het ontwerpproces gekeken naar de gehele levenscyclus van materialen en moet waarde vernietiging zoveel mogelijk worden beperkt. Door het model werd er voor het eerst gekeken naar de manier waarop er waarde kan worden gecreëerd en/of behouden (Het Groene Brein, z.d.).

3.2 HET MERWE-VIERHAVENSGBIED

Het Merwe-Vierhavensgebied is een oud havengebied van ongeveer honderd hectare aan de noordzijde van de Maas. Bekijk afbeelding 4. Vroeger was er een gascentrale, een kolencentrale en was het een van de grootste fruithavens ter wereld, waar dagelijks verschillende soorten fruit werden opgeslagen en vervoerd. Momenteel ontwikkelt de haven zich langzaam tot een nieuw woon- en werkgebied (Port of Rotterdam, z.d.). Een transitie vindt plaats van een havenstad naar maakstad, waarbij productie plaats kan vinden en niet alleen kantoorwerk wordt verricht. Daarnaast wordt er gekeken hoe alle kringlopen van grondstoffen, water en energiestromen kunnen worden gesloten (DELVA Landscape Architects & Urbanism, 2019). In de stadshaven komen de stad en haven samen, het is het kruispunt van grote hoeveelheden energie en materiaal. De stadshaven heeft enerzijds een logistieke functie en anderzijds een productiefunctie. Het gebied organiseert daarmee stromen, maar transformeert ze ook. De havens van de stad zijn enerzijds verbonden met de wereld via langeafstandsroutes over zee en anderzijds via een dicht netwerk van binnenwateren en spoorwegen naar het productieve vaste land (Team 1010 et al. , 2019). De omvang van de Rotterdamse reststromen is groot. De stad importeert jaarlijks ongeveer 400.000 ton bouwmaterialen en 440.000 ton sloopafval belandt vervolgens in een sloopcontainer (Metabolic, 2018). Naast bouwmaterialen komt er 265.000 ton organisch materiaal binnen, waarvan 165.000 ton wordt afgevoerd als afval (Metabolic, 2018). De textielstroom overtreft alles. Rotterdam exporteert jaarlijks meer dan 40.000 ton textielafval, ruim twee keer zoveel als wat er in de regio binnenkomt. Energiewinning wordt in het gebied decentraal georganiseerd en biedt kansen voor actieve energieverbruikers.

Het verminderen van wereldwijde stromen en het toevoegen van waarde in het Merwe-Vierhavensgebied is afhankelijk van lokale capaciteiten en vaardigheden. Het vinden van de ontbrekende schakel in de waardeketen is van essentieel belang. De basis voor een circulaire gebiedsontwikkeling is dan ook het creëren van kansrijke samenwerkingen op basis van het potentieel van verschillende lokale actoren. De kwaliteit en de schaal van coalities is hierbij van groot belang en kan worden versterkt door gedeelde voorzieningen, met de focus op een rendabele en vlotte bewerking van reststromen (Team 1010 et al. , 2019).

In het Merwe-Vierhavensgebied gaat de circulaire economie dan ook gepaard met de haven gerelateerde maakindustrie. Dit zijn bedrijven die zich kenmerken door de combinatie van enerzijds kennis en kunde en anderzijds van productontwikkeling en productie. Gekeken moet worden hoe de lokale circulaire maakindustrie slim gekoppeld kan worden aan de gebiedsontwikkeling en welke behoeften en kansen er zijn in de omliggende wijken (M4H Programmabureau, 2020).

Circulaire gebiedsontwikkeling is een relatief nieuw begrip en de verscheidenheid aan definities maakt het moeilijk om circulariteit meetbaar te maken. Het meetbaar maken van circulariteit is van belang om gewogen keuzes te maken tussen producten, processen en bedrijven. Hiervoor zijn verschillende tools ontwikkeld die zich richten op circulariteit en niet op duurzaamheid in het algemeen. Er is nog geen universele methodiek voor bekend (Ciculaire ondernemen, z.d.). Voor het Merwe-Vierhavensgebied is de M4H-monitor ontwikkeld om de complexe gebiedsontwikkeling van het M4H-gebied langdurig in cijfer te volgen. De bedrijvigheid in het In het Merwe-Vierhavensgebied is te onderscheiden in drie categorieën, namelijk de nieuwe maakindustrie, grootschalige havenindustrie en overige bedrijvigheid. De nieuwe maakindustrie en de overige bedrijvigheid bevinden zich met name in het M4H-gebied zoals te zien is in bijlage 1. De definitie van de nieuwe maakindustrie is hiervoor afgebakend, waarbij er gebruik is gemaakt van de Standaard Bedrijfsindeling. De verschillende sectoren van de nieuwe maakindustrie in het Merwe-Vierhavensgebied zijn te zien in tabel 2 (M4H Programmabureau, 2020). Het behoud van de maakindustrie is van groot belang voor de economische concurrentiepositie van Nederland. Door de maakindustrie in steden te stimuleren ontstaan er diverse banen, niet alleen voor de hoogopgeleide mensen in de dienstverlenende sector, maar ook voor degenen die een praktische opleiding hebben gevolgd. Een goede combinatie van de maakindustrie en het leven op regionaal en stedelijk niveau, zorgt voor een acceptabele reistijd voor medewerkers. Dit zorgt voor zichtbaarheid en acceptatie van de maakindustrie. Naast dat er diverse banen worden gecreëerd, is het noodzakelijk om controle te hebben over essentiële producten en productieketens in het gebied. De maakindustrie is nodig voor meer circulariteit en kortere ketens (Ben Croxford, 2020).



Figuur 4 – Merwe-Vierhavensgebied (Aeroview = Dick Sellenraad)

SECTOR	DEFINITIE OP BASIS VAN SBI-CODES
Kunstsector	Schrijven en overige scheppende kunst, podiumkunst en dienstverlening op het gebied van kunsten.
Creatieve sector	Industrieel ontwerp, maken van meubels en van producten van hout, textiel, leer, papier, rubber en kunststof.
Engineeringsector	Architecten, (maritieme) engineering, technisch ontwerp en advies en keuring en controle van machines en apparaten.
Metaal & Elektrasector	Maken van producten van metaal, van auto's en schepen, en van machines en (elektrische) apparaten.
Foodsector	Maken van voedings- en genotsmiddelen en van alcoholische en niet alcoholische dranken.
Life Sciences & Health-sector	Natuurwetenschappelijk speur- en ontwikkelingswerk en maatschappij en geesteswetenschappen.
Businesssector	Advisering op het gebied van organisatie en management, reclamebureaus en markt- en opinieonderzoeksbureaus.
Media & ICT-sector	Telecommunicatie, software, dienstverlening op het gebied van ICT, uitgeverijen, drukkerijen en beeld en geluid.

Tabel 2 – Sectoren van de maakindustrie in M4H (M4H Programmabureau, 2020).

3.3 DEELCONCLUSIE

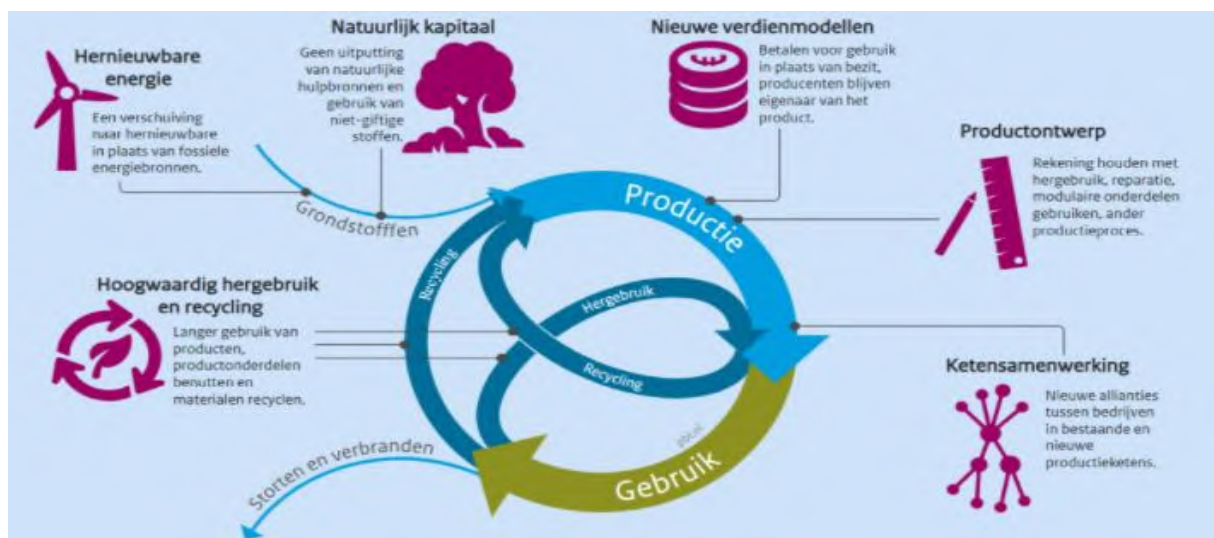
Het Merwede Vierhavens gebied ontwikkelt zich de komende jaren tot een goed functionerend woon-werk gebied. In het empirisch onderzoek wordt daarom gekeken naar de relatie tussen de gevestigde maakindustrie en de in te breiden woningen. Een gebiedsontwikkeling is per definitie complex en bij een circulaire gebiedsontwikkeling staat het terugdringen van het gebruik van primaire grondstoffen en het vermijden van afval centraal. Circulariteit wordt als ambitie gesteld in plaats van duurzaamheid in het algemeen. Dat houdt in dat op de grootste tot de kleinste schaal materiaal-, energie- en waterstromen worden gesloten. Het is moeilijk om deze stromen goed te coördineren omdat veel stromen de regio overspannen en sommige zelfs over de hele wereld zijn georganiseerd (Bueren, z.d.). In het Merwe-Vierhavensgebied wordt de nadruk gelegd op het aangaan van kansrijke samenwerkingen op basis van het potentieel van verschillende lokale actoren. Dit wordt gezien als basis voor de ontwikkeling van circulaire regio's en hangt daarmee nauw samen met de circulaire economie. Het belangrijkste probleem bij het realiseren van een circulaire economie is het gebrek aan feitelijke kennis over de actoren die gezamenlijk de circulaire transitie kunnen realiseren. Hierdoor ontstaat er een scheiding tussen daadwerkelijk bestaande en door het beleid gecreëerde visies op circulariteit. Zowel in de vragenlijst als in de expertinterviews wordt daarom allereerst gevraagd naar de definitie van circulariteit, zodat er een generieke uitspraak kan worden gedaan over wat circulariteit inhoudt. In het Merwe-Vierhavensgebied moet worden gekeken hoe de lokale circulaire maakindustrie slim gekoppeld kan worden aan de gebiedsontwikkeling en welke behoeften en kansen er zijn in de omliggende wijken. Het vinden van de ontbrekende schakel in de waardeketen is van essentieel belang (missing links). Iedereen is werkzaam binnen dezelfde wereldwijde distributie- en waardeketens. Circulariteit vereist dus samenwerking binnen een netwerk van onafhankelijke, maar onderling verbonden actoren. Passende voorzieningen en randvoorwaarden zijn nodig om innovatie te stimuleren en circulaire ontwikkeling te bevorderen. Of er nu wordt gedacht vanuit materiaalbeheersing en afvalvermindering, vanuit de regeneratie van grondstoffen of het creëren van nieuwe banen. Vanuit die gedachte is er behoefte aan een platform om informatie te delen. Welke materialen komen binnen en gaan er weer uit? Wie is hier al mee bezig en wie ontbreekt (nog)? Wat is hiervoor nodig en hoe zou dit slimmer kunnen gaan (Team 1010 et al. , 2019)?

4. CIRCULARITEIT, COLLECTIVITEIT EN DIGITALE TRANSFORMATIE

In dit hoofdstuk wordt ingegaan op de kernbegrippen circulariteit, collectiviteit en digitale transformatie, gedieën in het kader van de gebiedsontwikkeling van het Merwe-Vierhavensgebied. De drie kernbegrippen worden afgesloten met een deelconclusie.

4.1 CIRCULARITEIT

Het belangrijkste van een circulaire economie is het gebruik van zo min mogelijk grondstoffen en de economische kansen die daaruit ontstaan (Potting et al., 2018). Dit vermindert niet alleen de milieupact van het gebruik van grondstoffen, maar dit zorgt er ook voor dat bedrijven minder gebonden zijn aan internationale grondstoffenleveranciers. Hierdoor wordt de kans verkleind dat schaarse grondstoffen onregelmatig worden aangevoerd. Activiteiten die bijdragen aan een efficiënter gebruik van grondstoffen, energie en water worden beschouwd als circulaire activiteiten. Dit omvat de activiteiten van alle partijen waaronder bedrijven, overheden, burgerinitiatieven en maatschappelijke organisaties (Rood et al., 2019). In een circulaire economie kan een ecosysteem als voorbeeld worden beschouwd waarin alle kringlopen zijn gesloten. In een volledig circulaire economie is er geen afval, omdat elke reststroom kan worden gebruikt voor nieuwe productieprocessen (Ellen MacArthur Foundation, 2015). De definitie van 'circulariteit' richt zich enerzijds op grondstofgebruik en anderzijds op systeemverandering. In een lineaire economie wordt de meest optimale waarde verkregen door zoveel mogelijk producten te verkopen en te produceren. De grondstoffen worden verzameld, omgezet in producten en vervolgens als afval weggegooid. In een circulaire economie wordt het gebruik van grondstoffen geminimaliseerd (gereduceerd), hergebruik bevordert (hergebruik) en worden producten zo hoogwaardig mogelijk gerecycled (recycle) (Kirchherr et al., 2017). De definities die zich richten op de systeembenadering, richten zich voornamelijk op drie elementen. Gesloten kringlopen, waarbij het belangrijk is dat materialen op een goede manier worden gerecycled zonder waardevermindering en hernieuwbare energie, waarbij het economisch systeem wordt gevoed met energie uit hernieuwbare energiebronnen. Daarnaast gaat de circulaire economie niet alleen over hernieuwbare energie en gesloten materiaalkringlopen, maar ook over systeem denken. Bedrijven moeten zich focussen op het optimaliseren van het gehele systeem. Dit vraagt om samenwerking binnen en tussen organisaties (Ellen MacArthur Foundation, 2015).



Figuur 5 – Onderdelen van de circulaire economie *Ongeldige bron opgegeven.*

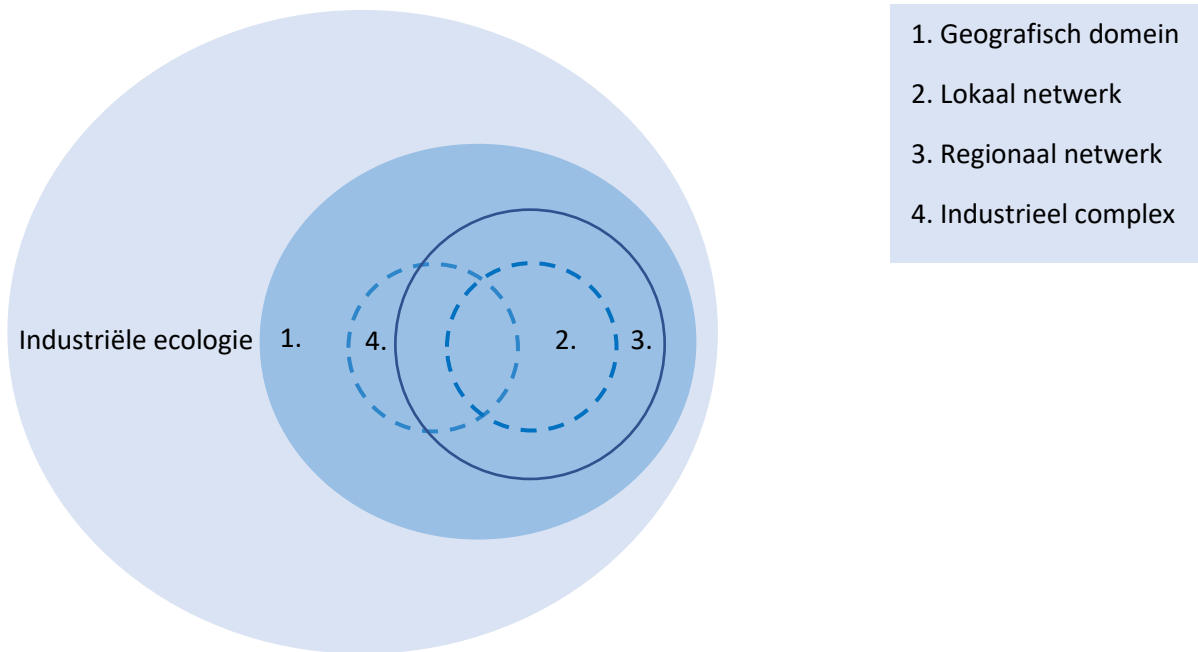
4.1.1 DEELCONCLUSIE CIRCULARITEIT

De circulaire economie richt zich op het gebruik van zo min mogelijk grondstoffen en de economische kansen die daaruit ontstaan (Potting et al., 2018). Het begrip circulariteit heeft verschillende definities. In het onderzoek wordt de nadruk gelegd op de definities die zich richten op systeembenadering, doordat er hier wordt nagedacht over het optimaliseren van het gehele systeem (Ellen MacArthur Foundation, 2015). Vanuit de literatuur wordt er bevestigd dat het samenwerken binnen en tussen organisaties essentieel is voor het gebruik van hernieuwbare energie en het sluiten van kringlopen. In het Merwe-Vierhavensgebied wordt dan ook goed de nadruk gelegd op het aangaan van kansrijke samenwerkingen op basis van het potentieel van verschillende lokale actoren. De stromen in het Merwe-Vierhavensgebied zullen in een circulaire economie moeten worden verkleind, waarde zal moeten worden toegevoegd, waarna vervolgens alle kringlopen uiteindelijk moeten worden gesloten. Zoals in hoofdstuk 3 is omschreven kan er een scheiding ontstaan tussen daadwerkelijk bestaande en door het beleid gecreëerde visies op circulariteit. In het empirisch onderzoek wordt gekeken of de antwoorden van de bedrijven in het gebied en de experts passen binnen de definitie van 'circulariteit' die zich enerzijds richt op grondstofgebruik en anderzijds op systeemverandering.

4.2 HET COLLECTIEF OPERATIONALISEREN VAN CIRCULAIRE AMBITIES

Industriële symbiose is een concept dat de kansen voor bedrijven weergeeft om samen te werken in een circulaire economie (Het Groene Brein, z.d.). Het concept gaat niet uit van een enkel proces, maar gekeken wordt naar een alomvattende benadering van de milieu-impact van industriële activiteiten. Dit is een interactief proces, dat meestal stapsgewijs wordt uitgevoerd. De focus ligt op het realiseren van gesloten fysieke kringlopen van reststromen. Deze reststromen bestaan uit materiaal, water en energie (Konz et al., 2002). In deze samenwerking wisselt bedrijf 'a' reststromen uit met bedrijf 'b'. Bedrijf 'b' gebruikt deze reststromen vervolgens weer in zijn eigen productieprocessen. Om deze infrastructuur te realiseren is een goede samenwerking nodig in de vorm van fysieke pijpleidingen, maar ook met hulp van virtuele databases om materiaalstromen in kaart te brengen (Het Groene Brein, z.d.). Bedrijven willen altijd hun concurrentiepositie verbeteren en werken eerder samen in het kader van een wederzijds voordeel. Het inzichtelijk krijgen van de fysieke kringlopen, heeft een meerwaarde voor bedrijven, brancheorganisaties en overheden die een verandering kunnen beïnvloeden, zodat de ontwikkeling in de verwachte richting plaats kan vinden (Konz et al., 2002).

De integrale systeembenadering van de gehele productieketen van het product is momenteel de meest uitgewerkte vorm van symbiose. Industriële symbiose op basis van de locatie van een bedrijf is een ander en minder gebruikelijk concept. Hierbij kan er onderscheid worden gemaakt in regionale en lokale netwerken, bekijk afbeelding 6. Bij regionale netwerken gaat het over het algemeen om initiatieven in een bepaald gebied, zoals een stroomgebied of provincie. Enkele voorbeelden van regionaal hergebruik is de bondstaat Stiermarken in Oostenrijk en het INES-project in het industriegebied van de Rotterdamse haven. Lokale netwerken gaan over de concentratie van bedrijven op lokaal niveau (bedrijventerrein) en bieden verdere mogelijkheden om voordelen te realiseren die een enkel bedrijf niet kan behalen. Een mooi voorbeeld hiervan is het project Kalundborg in Denemarken, dat in hoofdstuk 5 verder wordt toegelicht. De eerste initiatieven gericht op het tot stand brengen van industriële symbiose zijn nog maar een paar jaar geleden verkend. Mogelijkheden om ruimte effectief te gebruiken, materiaal- en energiestromen te integreren, maar ook samenwerkingen op andere vlakken spelen daarbij rol (Konz et al., 2002).



Figuur 6 – Industriële symbiose op lokaal en regionaal niveau in verhouding tot industriële ecologie

De meest directe toepassing van het ecologische concept van symbiose tussen de activiteiten van bedrijven ligt in het creëren van industriegebieden, waar de rest- en bijproducten van een bedrijf worden gebruikt als grondstof voor een ander bedrijf. Naast het uitwisselen van reststromen kunnen bedrijven worden gekoppeld op het gebied van kennis, capaciteit, faciliteiten en innovatie. Industriële symbiose op bedrijventerrein kan als volgt worden gedefinieerd: *een proces van samenwerking op lokaal niveau tussen bedrijven onderling en met de overheid, gericht op het efficiënter inrichten en afstemmen van verschillende (industriële) activiteiten, met als doel duurzaam ondernemen mogelijk te maken en efficiënt om te gaan met energie, materialen, ruimte, logistiek en biodiversiteit* (Konz et al., 2002).

Industriële symbiose kan op verschillende manieren ontstaan. Dit kan gebeuren in een eenmalige uitwisseling tussen twee partijen of het kan gebeuren in meerdere continue stromen die worden uitgewisseld tussen verschillende bedrijven binnen een fabrieks-site, bedrijventoneel of bedrijven met een bepaalde geografische nabijheid. Dit kan gebeuren binnen de grenzen van één bedrijf of in samenwerking met andere bedrijven. De mogelijkheid om deel te nemen aan het systeem hangt grotendeels af van de grootte van het bedrijf. Door de grote verscheidenheid aan producten hebben grotere bedrijven met meerdere vestigingen meestal al een vorm van industriële symbiose. Anderzijds kunnen midden- en kleinbedrijf samenwerken om de kansen van industriële symbiose te realiseren (Kelvin Solutions, 2018). Kansen voor midden- en kleinbedrijf komen niet vaak voort uit het potentieel van de uitwisseling van reststromen, maar uit de voordelen van het delen of creëren van nieuwe infrastructuren voor afvalbeheer, faciliteiten en de diensten daartussen (Puente et al., 2015).

Op basis van de mate van planning en begeleiding tijdens de ontwikkeling kunnen industriële symbiose- projecten worden onderverdeeld in drie categorieën (Kelvin Solutions, 2018).

1. De meer spontane projecten die zijn gebaseerd op de zelforganisatie van bedrijven, waarbij een positieve economische return en technisch haalbare oplossingen van belang zijn;
2. Gefaciliteerde industriële symbiose kan worden gezien als een doorontwikkeling op de zelfgeorganiseerde industriële symbiose nadat de eerste fasen zijn doorlopen om de mogelijkheden voor samenwerking te vergroten (Paquin & Howard-Grenville, 2009);
3. Geplande industriële symbiose gaat over het ontwerpen van nieuwe industrieparken en bedrijventerreinen (Chertow, 2007).

De mogelijkheden en samenwerkingen van zelfgeorganiseerde industriële symbiose kunnen worden vergroot door middel van gefaciliteerde industriële symbiose. Samenwerkingen kunnen vanuit een bottom-up benadering worden gerealiseerd en er kan vanuit een top-down benadering worden gefaciliteerd. Het faciliteren kan worden gedaan door het gericht aantrekken van nieuwe industrieën en het stimuleren van sector overschrijdende uitwisselingen. Dit kan zich voordoen als een bedrijf zelf de uitwisseling niet identificeert (Kelvin Solutions, 2018).

Geplande industriële symbiose gaat over het ontwerpen van nieuwe industrieparken en de transformatie van bestaande bedrijventerreinen. Dit kan worden toegepast voor de herontwikkeling van stedelijke en landelijke gebieden, voor het behoud en de groei van werkgelegenheid of het bevorderen van duurzame ontwikkelingen. Bij geplande industriële symbiose worden bedrijven bewust geïdentificeerd en aangetrokken op eenzelfde locatie om stromen uit te wisselen. Naast de uitwisseling van stromen is het van belang dat er andere aspecten van synergie aanwezig zijn in een gebied zoals milieubeleid dat industriële symbiose stimuleert (Kelvin Solutions, 2018). De rol van de lokale overheid is hierin op het gebied van ruimtelijke ordening, economisch beleid en lange-termijn financiering. Dit kan door middel van het clusteren van aanvullende bedrijfsactiviteiten of door het verstrekken van subsidies om de uitvoering van nieuwe vormen van circulariteit te faciliteren en op te schalen. Naast het stimuleringsbeleid is het ook mogelijk om beperkende maatregelen op te leggen zoals de toenemende prijs op bijvoorbeeld CO² – emissies (Chertow, 2007).

De samenwerking van bedrijven neemt toe wanneer bedrijven zich bewust worden van de economische kansen en bedreigingen die ontstaan vanuit de markt en overheid, zie bijlage 2 (Sakr et al., 2011). Vanuit het ontstaan van spontane samenwerkingen tussen twee of meerdere bedrijven kan er vervolgens worden opgeschaald en het aantrekken van een grondstoffenmakelaar in een gebied kan daarbij helpen. In soortgelijke gebieden zoals de Binckhorst in Den Haag wordt een grondstoffenmakelaar ingezet om inzichtelijk te maken welke grondstoffen in het bedrijventerrein worden geproduceerd en wat voor afval daaruit ontstaat (Omroepwest, 2017). Een grondstoffenmakelaar helpt bedrijven hun afval te verminderen, de kosten daarvan te reduceren en hun afvalstromen circulair te verwerken, het liefst lokaal (Circulaire zaken, z.d.). Ondanks de mogelijke economische en maatschappelijke baten blijkt dat geplande industriële moeilijk is omwille van de vele complexe onderlinge relaties, waardoor de kans op succes op voorbaat beperkt en sterk onzeker blijft (Chertow, 2007).

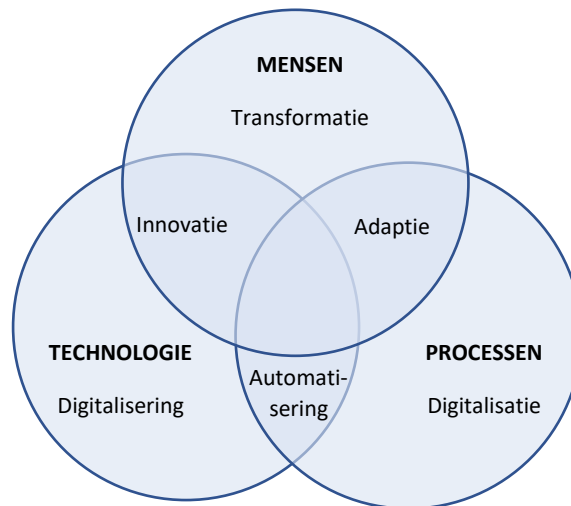
4.2.1 DEELCONCLUSIE COLLECTIVITEIT

Geconcludeerd kan worden dat kansen voor midden- en kleinbedrijf nog niet vaak voortkomen uit het potentieel voor uitwisseling van stromen, maar uit de voordelen door het delen of creëren van nieuwe infrastructuren voor afvalbeheer, faciliteiten en diensten daartussen (Puente et al., 2015). In het M4H gebied zie je al spontane projecten die zijn ontstaan vanuit de zelforganisatie van bedrijven. Mooie voorbeelden hiervan zijn GroenCollect, Stichting Voedseltuin Rotterdam, Floating farm en de Stadhaven Brouwerij. Dit zijn spontane samenwerkingen die zijn ontstaan vanuit de markt op lokaal niveau en waarbij sommige uitwisselingen ook al plaats vinden binnen een regionaal netwerk. Dit kan worden gestimuleerd door het gericht aantrekken van nieuwe industrieën en het stimuleren van sector overschrijdende uitwisselingen. Dit kan zich voordoen als een bedrijf zelf de uitwisseling niet identificeert. Geplande industriële symbiose kan voor het Merwe-Vierhavensgebied worden ingezet om de duurzame (her) ontwikkeling te bevorderen. De rol van de lokale overheid is hierin op het gebied van ruimtelijke ordening, economisch beleid en lange-termijn financiering.

In het empirisch onderzoek wordt er gekeken of collectiviteit de basis vormt voor circulariteit en wordt er gekeken naar het verband met geplande industriële symbiose. Vervolgens wordt er gekeken naar wijze waarop samenwerkingen tussen bedrijven tot stand komen. Wordt dit gedaan vanuit de zelforganisatie van de gevestigde bedrijven of moet er worden gefaciliteerd en zo ja, moet de lokale overheid hier een rol in nemen? De uitwisseling van reststromen tussen bedrijven kan worden gestimuleerd door het gericht aantrekken van nieuwe industrieën. Gekeken wordt hoe bedrijven met een circulair potentieel kunnen worden behouden, aangetrokken tot een gebied en of dit plaats vindt binnen één sector.

4.3 DIGITALE TRANSFORMATIE IN DE STEDELIJKE OMGEVING

Er is een groot verschil tussen digitalisering, digitalisatie en digitale transformatie. Digitalisering wordt vaak verward met digitale transformatie en dit is de overgang van informatie naar een digitale vorm. Vaak wordt er gestart met digitalisering, maar dit is nog geen digitalisatie. Als er meerdere zaken gedigitaliseerd zijn en er wordt vervolgens gekeken naar processen, dan spreken we van digitalisatie. Digitalisatie kan als volgt worden omschreven: *Digitalisatie is het gebruik van digitale technologieën om een bedrijfsmodel te veranderen en nieuwe inkomsten en mogelijkheden voor waarde productie te bieden. Het is het proces naar een digitaal bedrijf* (Gartner, z.d.). Als je digitalisering en digitalisatie hebt gehad, kan er digitale transformatie plaats vinden. Het belangrijkste is dat digitalisering en digitalisatie over technologie gaat, maar bij digitale transformatie staat dat niet centraal. Digitale transformatie gaat over belanghebbenden, zoals klanten en het totale ecosysteem (Lammers, 2019). *Digitale transformatie is het zich ontwikkelende streven naar innovatieve en flexibele bedrijfs- en operationele modellen – aangedreven door evoluerende technologieën, processen, analyses en talentcapaciteiten – om nieuwe waarde en ervaringen te creëren voor klanten, medewerkers en belanghebbenden* (Solis, 2019). Digitale transformatie gaat dus niet over het implementeren van digitale oplossingen, maar over het bereiken van mensgerichte groei. Bekijk afbeelding 7.

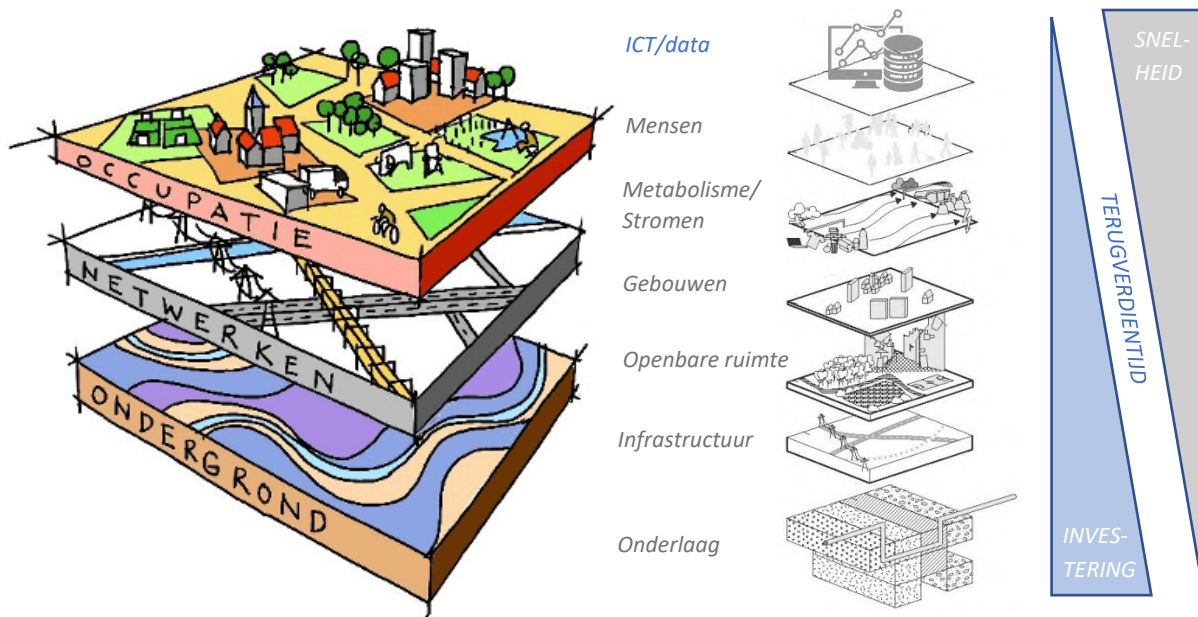


Figuur 7 – Optimale mix voor digitale transformatie

Ook in de stedelijke omgeving vindt een digitale transformatie plaats. Geconstateerd kan worden dat de wereld zich in een tijdperk van drastische veranderingen bevindt. Naarmate de economie groeit, wordt het leven welvarend en neemt de vraag naar energie en voedingsmiddelen toe (Planbureau voor de Leefomgeving, 2015). In tegenstelling tot deze economische ontwikkeling zijn de op te lossen sociale problemen steeds complexer geworden. Hierbij moeten verschillende maatregelen worden genomen, zoals het verminderen van de uitstoot van broeikasgassen, het verhogen van de productie en het verminderen van voedselverliezen. Dit zal gepaard moeten gaan met het beperken van de kosten (Cabinet Office, Government of Japan, z.d.).

In Japan is er nagedacht over een nieuwe maatschappij waarbij maatschappelijke uitdagingen en technologie met elkaar worden verbonden. In het vijfde basisplan voor wetenschap en technologie werd Society 5.0 voorgesteld als een toekomstige samenleving waarnaar Japan zou moeten streven. Het volgt de informatiemaatschappij (Society 4.0) waarin veel data verkregen wordt, maar waarin nog steeds veel activiteiten en handelingen moeten worden verricht door mensen om analyses uit te voeren (University of Oxford, 2020). De society 4.0 en de vierde industriële revolutie zijn een voorsortering op de society 5.0. *Society 5.0 is een maatschappij waarin de mens centraal staat en waarin economische vooruitgang in evenwicht is met oplossingen voor maatschappelijke problemen door een systeem dat cyberspace en fysieke ruimte in hoge mate integreert* (Lammers, 2019).

Het bouwen van een stad blijft in de eerste plaats een fysieke opgave en de stedelijke structuur is van belang voor de implementatie van nieuwe technologieën. In de lagenbenadering wordt onderscheid gemaakt tussen verschillende lagen: occupatielaag, netwerklaag en de ondergrondlaag (Ruimte met toekomst, z.d.). Afbeelding 8 laat een verdere onderverdeling zien en de slimme stad voegt een laag van informatietechnologie en data daaraan toe. In de onderste lagen zijn er grote investeringen nodig, terwijl in de bovenste laag investeringen goedkoper zijn. In het principe van de slimme stad moet er bovenin worden geïnvesteerd, zodat onderliggende lagen beter gaan functioneren (Peek, Amsterdam School of Real Estate, 2020).



Figuur 8 – Lagenbenadering (Gert-Joost Peek; Ruimte met toekomst)

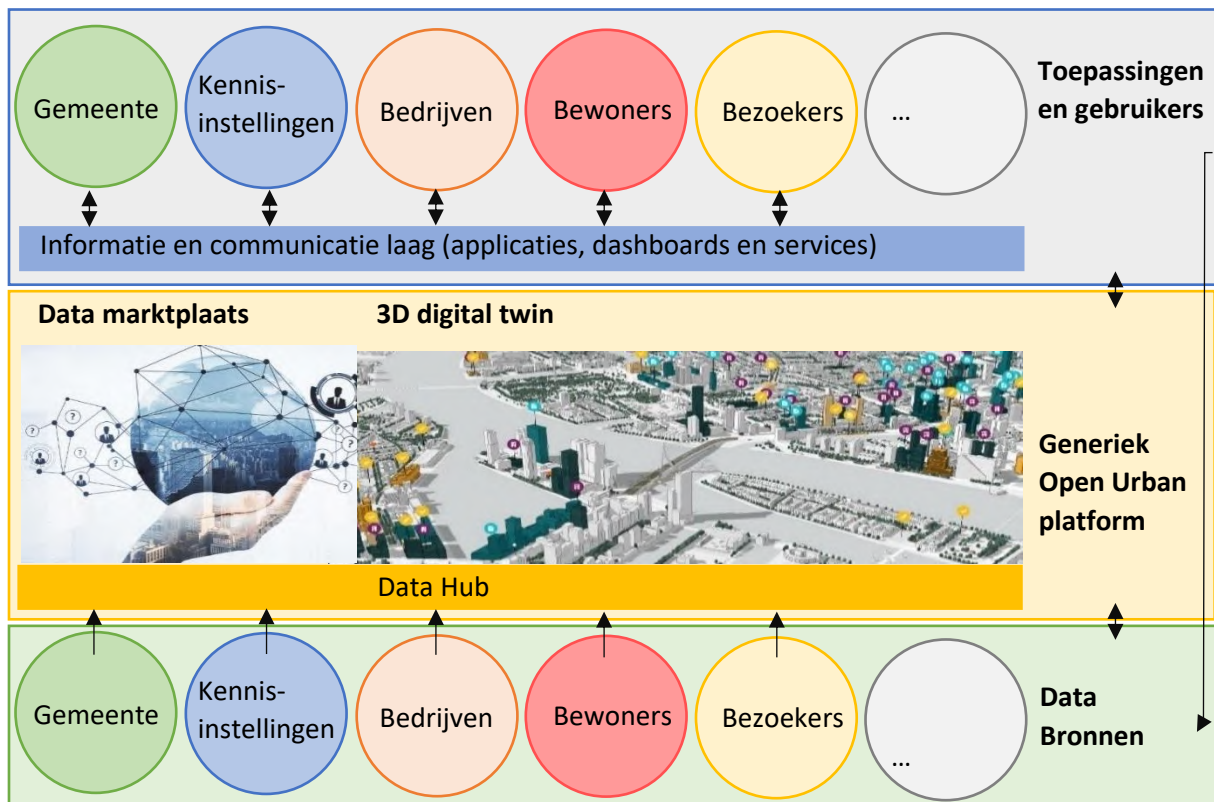
4.3.1 DE DIGITALE STAD VAN ROTTERDAM

Aan de hand van de Digitale Stad van Rotterdam worden in de paragraaf een aantal technologisch ontwikkelingen omschreven. De gemeente Rotterdam ontwikkelt voor de stad een digitale infrastructuur in samenwerking met bedrijven. Er zijn veel smart city-of lot initiatieven en projecten gaande, maar dit zijn over het algemeen ‘silos’ ontwikkelingen en zijn daarom nog geen smart cities geworden. Om een slimme (re) stad te worden zijn er nog een aantal andere zaken benodigd en Rotterdam denk dat dit een Open Urban platform (OUP) is, gekoppeld aan een generieke 3D digital Twin van de stad (Heijden, z.d.).

Rotterdam werkt aan een generiek 3D model van de stad waarbij aan ieder object data kan worden gekoppeld. In dit model komt real-time data, oftewel real-time inzicht en voorspellende data samen. Een Digital Twin kan als volgt worden gedefinieerd: *Een digitale tweeling is een digitale weergave van een echte entiteit of systeem. De implementatie van een digital twin is een ingekapseld software-object of -model dat een uniek fysiek object, proces, organisatie, persoon of andere abstractie weerspiegelt. Gegevens van meerdere digitale tweelingen kunnen worden samengevoegd voor een samengestelde weergave van een aantal real-world entiteiten, zoals een energiecentrale of een stad, en hun gerelateerde processen* (Gartner, z.d.). In Rotterdam wil men de 3D digital Twin van de stad gebruiken om een Open Urban Platform te creëren, waarbij verschillende databronnen kunnen worden gekoppeld aan toepassingen voor verschillende gebruikers. Het Digital Twin-Concept helpt om al deze ongelijksoortige systemen samen te integreren. *Het concept Open Urban Platform bevordert het denken over de samenhang van de digitale infrastructuur, de diensten en applicaties in de stad op basis van algemeen geaccepteerde kaders, richtlijnen, principes en wettelijke ethische uitgangspunten* (NEN, z.d.).

De digitale stad van Rotterdam bestaat uit drie verschillende lagen, bekijk afbeelding 9. Allereerst zijn er databronnen zoals stadplattegronden en real-time sensoren. Deze databronnen vormen samen de digitale tweeling van de stad. De tweede laag is een generiek open platform dat zorgt voor de basisfuncties van de digitale tweeling. Geautoriseerde belanghebbenden, zowel publieke als private

partijen hebben toegang tot het platform. In de derde laag kunnen applicaties worden ontwikkeld die de kracht van het platform benutten. Op deze wijze kunnen er oplossingen worden gecreëerd voor zowel het sociale als fysieke domein (Marketplace Editorial, 2019). Voor wetenschappelijk inzicht en als uitgangspunt om digitale oplossingen voor burgers en bedrijven in de stedelijke omgeving te beschouwen, kan de systeemtheorie worden gebruikt. Hierbij is de rol en de doelstelling van de actoren bepalend. Als de actoren het totaal niet met elkaar eens zijn dan is de relatie dwingend en als ze het met elkaar eens zijn unitair. Daartussen zit het pluralisme waarbij verschillende belangen naast elkaar kunnen bestaan. Naast de relatie van de actoren is het gedrag van het systeem van belang. Als het systeem simpel en mechanisch is, dan is het systeem transparant, analyseerbaar, calculeerbaar en voorspelbaar. Een complex en systematisch systeem is dat niet (Peek, Amsterdam School of Real Estate, 2020). Rotterdam hanteert de soft systems systeembenadering en dit ligt op de grens van unitair en pluralistisch. De gemeente Rotterdam neemt in dit geval het voortouw in het vormgeven van de slimme stad en de digitale infrastructuur. Het voordeel hiervan is dat de gemeente Rotterdam de regie in eigen hand heeft en doordat er één platform centraal staat, zorgt dit voor een generiek systeem wat kan leiden tot minder discussies en meer hergebruik van data.



Figuur 9 – Basis ontwerp Digitale Stad Rotterdam

4.3.2 DEELCONCLUSIE DIGITALE TRANSFORMATIE IN DE STEDELIJKE OMGEVING

Digitale transformatie gaat over het bereiken van mensgerichte groei, waarbij digitale oplossingen het middel zijn. Het systeem maakt het mogelijk en mensen zorgen dat het lukt. Een platform om informatie te delen kan in het Merwede-Vierhavensgebied dan ook zorgen voor het verbeteren van de connectiviteit tussen bedrijven en het delen van informatie. Hierdoor kunnen bedrijfsmodellen, producten en processen meer circulair worden gemaakt en kunnen burgers en consumenten in staat worden gesteld hun bijdrage te leveren aan de transitie (Hedberg & Šipka, 2020). Een digitale infrastructuur met een toepassing voor metabolisme en stromen is kansrijk om te ontwikkelen, doordat de investeringen relatief goedkoop zijn en de jaarlijkse besparingen snel zichtbaar. Een generiek 3D model van het gebied waarbij er aan ieder object data kan worden gekoppeld heeft een meerwaarde doordat er in dit model real-time data, oftewel real-time inzicht en voorspellende data samen kunnen komen. Op basis van deze nader te bepalen data en informatie kan een toepassing voor de uitwisseling van reststromen worden ontwikkeld. Bij het ontwikkelen van deze digitale infrastructuur is de rol en de doelstelling van de actoren bepalend en is het gedrag van het systeem van belang.

In het empirisch onderzoek wordt gekeken of er vraag is naar een digitale infrastructuur en of deze onmisbaar is bij het efficiënter beheren van het stedelijk gebruik. Vervolgens wordt er gekeken welke data en informatie nodig is voor een toepassing voor metabolisme en stromen. Doordat dit bedrijfsgevoelige informatie betreft is het van belang om te kijken hoe het delen van die data kan worden bevorderd en wie toegang moet krijgen tot deze data. De gebruikers, in dit geval de bedrijven zullen gebruik maken van een soortgelijke toepassing. Zoals hierboven staat beschreven zijn er ook andere databronnen en gebruikers. Het is dan ook relevant om te kijken op welke wijze burgers en consumenten in staat kunnen worden gesteld hun bijdrage te leveren aan de transitie.

5. EEN PRAKTIJKVOORBEELD VAN INDUSTRIËLE SYMBIOSE

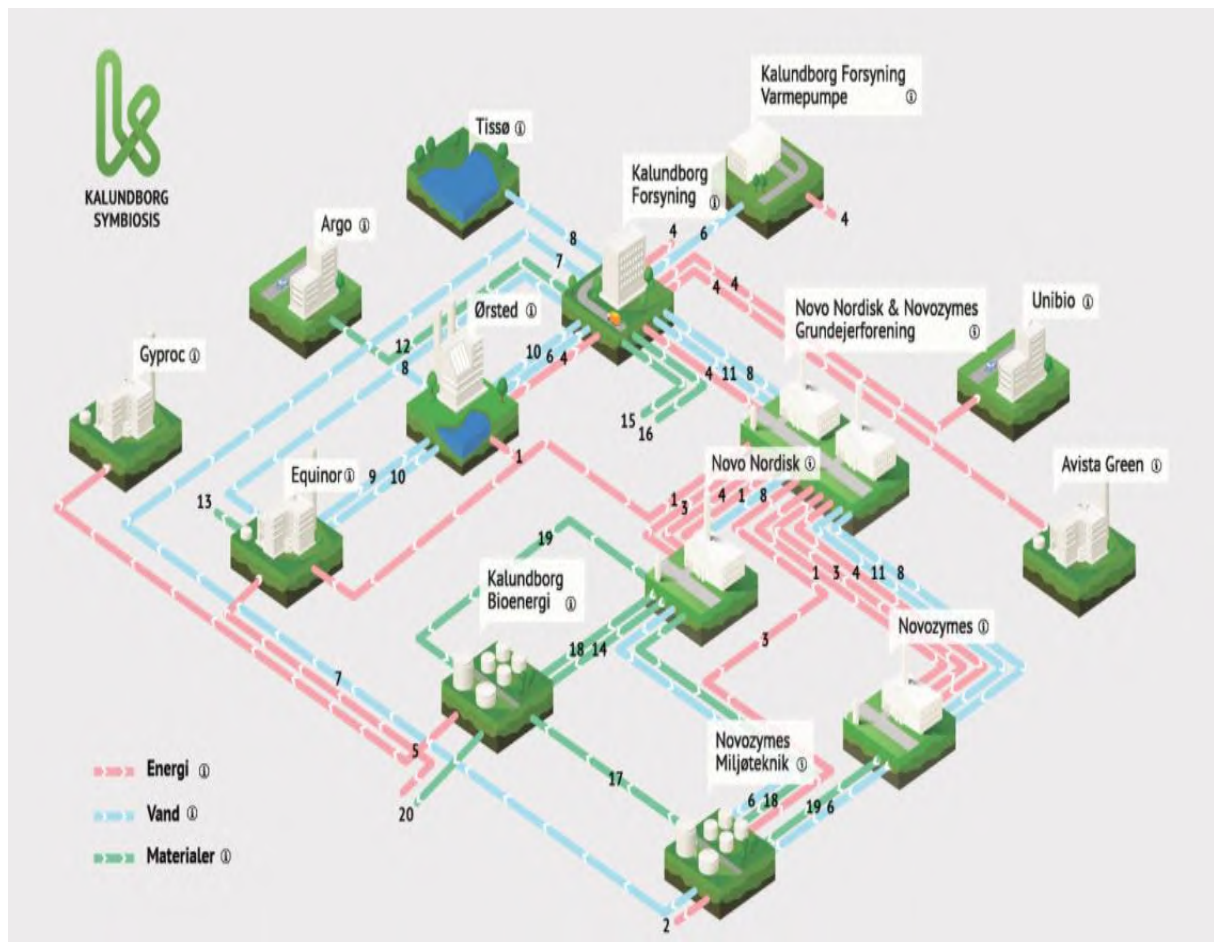
In dit hoofdstuk staat een toonaangevend voorbeeld uit de praktijk centraal op lokaal niveau op het gebied van industriële symbiose. Dit voorbeeld wordt behandeld doordat dit is gebruikt als uitgangspunt in de ontwikkeling van de digitale infrastructuur.

5.1 KANLUNDBORG IN DENEMARKEN

Een succesvol voorbeeld van industriële symbiose op lokaal niveau is te vinden in een industrieel ecologisch park in Kalundborg, Denemarken. Hier is in de loop van ongeveer veertig jaar een complex uitwisselingsnetwerk van reststromen tussen bedrijven en de lokale gemeenschap tot stand gekomen. Bekijk afbeelding 10.

Op basis van een positieve economische return zijn allereerst tussen een viertal bedrijven samenwerkingsverbanden ontstaan op het gebied van reststromen. Door het vertrouwen tussen verschillende bedrijven en een flexibele manier van communiceren konden materiaal, energie en water uitwisselingen op dit bedrijventerrein ontstaan. Economische principes zoals winst en concurrentie zijn de basis geweest voor de leveringscontracten. De economische voordelen zijn eerlijk tussen bedrijven verhandeld, waaruit gebruikelijke leveringscontracten van 5 tot 10 jaar zijn ontstaan. Deze contracten zijn verlengbaar, dus er zijn altijd alternatieven voor levering. De bedrijven die bij het project betrokken zijn hebben gedeelde voorzieningen en wisselen reststromen uit. De bedrijven bestaan uit onder andere een elektriciteitscentrale, gipsplatenfabriek, aardolieraffinaderij en de overige reststromen worden zoveel mogelijk extern ingezet in het gebied. De gemiddelde terugverdientijd van de projecten is zes jaar en het gebied kan meer dan negen miljoen per jaar besparen (Konz et al., 2002). Het uitgangspunt van Kalundborg is dat de restanten van het ene bedrijf een grondstof worden voor een ander bedrijf, wat goed is voor het milieu en de economie. Deze symbiotische relatie zorgt voor de ontwikkeling van het milieu en ondersteunt de MVO-inspanningen (Maatschappelijk Verantwoord Ondernemen) van het bedrijf en de mitigatie van klimaatverandering. De bedrijven werken al sinds de jaren zestig samen, wat heeft geresulteerd in de openheid voor nieuwe symbiosemogelijkheden en een gezamenlijke aanpak. Door samenwerking en de uitwisseling van materiaal, energie en water tussen de bedrijven, verbetert Kalundborg de veerkracht en de economische voordelen, terwijl de kosten en de milieu-impact worden verminderd. Een effectieve industriële symbiose tot stand brengen is voortdurend zoeken naar betere manieren van samenwerken (CEstakeholderEU, z.d.).

De organisatie van het project Kalundborg heeft geen herkenbare modelmatige benadering. Dit is ontstaan doordat de bedrijven veelal een nuttige verbinding konden leggen met andere investeringsprojecten en is ontstaan doordat de bedrijven elkaar heel goed kenden. Het project wordt ondersteund door de gerelateerde bedrijven en er is dan ook geen echte organisatiestructuur. De overheid houdt in dit geval afstand tot de organisatie (Konz et al., 2002). Dit in tegenstelling tot bijvoorbeeld het bedrijventerrein RiVu in 's-Hertogenbosch. Deze organisatiestructuur werkt modelmatig en is afgeleid van de afgesloten overeenkomsten en de daaruit voortvloeiende projecten. Dit wordt begeleid door werkgroepen van de overheid en het bedrijfsleven. Investerings- en haalbaarheidsstudies worden verzorgd door organisaties en bedrijven die commerciële belangen hebben bij de realisatie van het project. In tegenstelling tot Kalundborg zijn er ook andere typen bedrijven gevestigd zoals een brouwerij en evenementen bedrijven.



Figuur 10 – Industriële symbiose Kalundborg Denemarken (Kalundborg Symbiosis, z.d.)

5.2 HET COMMUNICATIEPLATFORM VAN KANLUNDBORG

Het project Kalundborg heeft een website (<http://www.symbiosis.dk/en/>) ontwikkeld waarop de beschikbare reststromen in kaart zijn gebracht om circulariteit te versterken. De website fungeert als communicatiemiddel voor het delen van de symbiotische mindset, waarbij bedrijven worden geïnspireerd om deel uit te maken van het netwerk. Daarnaast worden samenwerkingen versterkt, waarbij nieuwe bedrijven worden geïdentificeerd en aangetrokken om de ketens te verkleinen. Op deze manier kunnen reststromen volledig worden benut door een systematische benadering. Voor het identificeren van de bedrijven is een screeningstool ontwikkeld om een overzicht te krijgen van de reststromen en het bewustzijn van manieren om deze stromen en hun waarde in toekomstige productieprocessen te optimaliseren. De screeningstool kan worden gedownload op de website van Kalundborg en kan als basis dienen voor andere symbiose projecten.

In het Merwe-vierhavensgebied is ook een website ontwikkeld genaamd 'Inside Rotterdam Makers District'. De website helpt samenwerkingen tot stand te brengen door informatie te delen en de gevestigde bedrijven inzichtelijk te maken. Voor een soortgelijke (her)ontwikkeling in de Binckhorst is ook een website ontwikkeld genaamd 'I'M BINCK'. Door middel van netwerkbijeenkomsten en ronde tafel gesprekken leren organisaties, bedrijven en bewoners elkaar beter kennen. Op die manier wordt er samen gewerkt aan een nieuwe toekomst waarin werken en wonen geïntegreerd zijn. Beide communicatieplatformen kunnen zich nog verder richten op het verder tot stand brengen van

industriële symbiose door het structureren en in kaart brengen beschikbare reststromen, zoals dit is gedaan in het project Kalundborg. Naast deze communicatieplatformen die zijn opgericht vanuit de gedachte om samen na te denken over de desbetreffende gebiedsontwikkeling, zijn er ook digitale platformen die zich bijvoorbeeld richten op de gebouwde omgeving als geheel (Madaster) en operationele processen (Excess Materials Exchange). Bij deze digitale platformen wordt er gekeken hoe informatie kan worden geregistreerd en gedocumenteerd. Dit wordt gedaan door middel van een grondstoffenpaspoort of een materialenpaspoort. Daarnaast wordt er gekeken naar hoe circulariteit kan worden gemeten, waardecreatie, financiering en de borging daarvan. De rolverdeling en de onderlinge verhoudingen tussen gebruikers maken deel uit van de ketentransformatie.

5.3 DEELCONCLUSIE

Communicatieplatformen in de vorm van een website worden gebruikt om informatie te delen en om belanghebbenden met elkaar te verbinden. In Kalundborg wordt daarnaast een screeningstool gebruikt om een overzicht te krijgen van de reststromen en het bewustzijn van manieren om deze stromen en hun waarde in toekomstige productieprocessen te optimaliseren. De gestructureerde manier van omgaan met nieuwe projecten in Kalundborg om symbiotische verbindingen tot stand te brengen is inconsistent met de eerdere willekeurige ongestructureerde manier. Deze nieuwe manier is een middel om de transformatie naar een volledig gebruik van middelen te versterken. Het complexe uitwisselingsnetwerk van reststromen dat te zien is in afbeelding 10 kan worden beschouwd als een digitale tweeling van het fysieke uitwisselingsproces van het project Kalundborg in Denemarken. Deze afbeelding is gebruikt als uitgangspunt in de ontwikkeling van de digitale infrastructuur voor het Merwe-vierhavensgebied. In deze afbeelding komt de uitwisseling van materiaal, energie en water tussen bedrijven samen in één model en wordt de informatie daarover vervolgens op een overzichtelijke manier gepresenteerd. In het model wordt in een oogopslag de onderlinge relaties tussen bedrijven inzichtelijk. Daarnaast valt op dat dit een geïntegreerd model is waarbij de onderlinge relaties van de reststromen van bedrijven zichtbaar zijn. In hoofdstuk 6 is er in het Merwe-vierhavensgebied gekeken of er behoefte is aan een soortgelijk digitaal platform en is vervolgens in samenwerking met bedrijven en experts gekeken hoe voor dit gebied een soortgelijk platform zou moeten worden vormgegeven. Daarnaast wordt er in het empirisch onderzoek gekeken welke criteria er wordt gebruikt bij het identificeren van bedrijven met circulair potentieel en of er wordt gekeken naar andere aspecten van synergie. Het communicatieplatform 'Inside Rotterdam Makers District' is een mooie basis om industriële symbiose in het Merwe-vierhavensgebied verder tot stand te brengen. Inzichtelijk is welke bedrijven zijn gevestigd in het gebied en informatie kan worden gedeeld op het platform. Het communicatieplatform kan zich nog verder richten op het verder tot stand brengen van industriële symbiose. Op deze manier kan ook het volledig gebruik van reststromen tot stand worden gebracht.

6. ANALYSE VAN DE VRAGENLIJST EN DE EXPERTINTERVIEWS

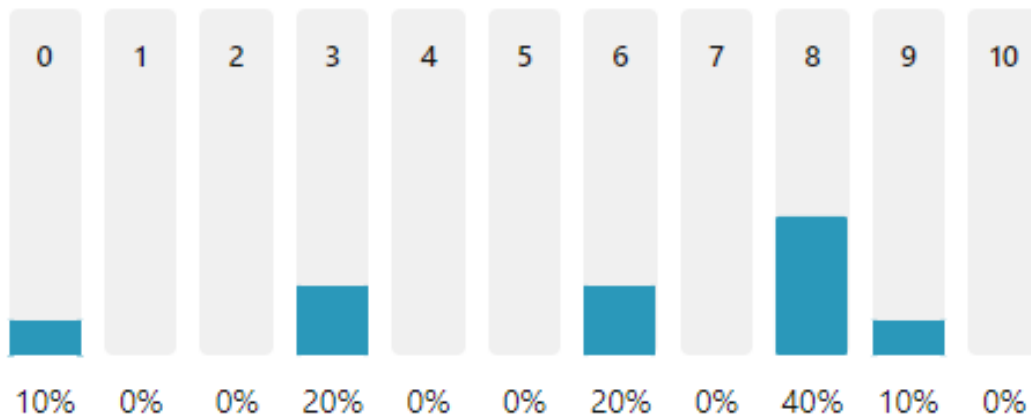
Het conceptuele programma van eisen (<https://www.rdmsymbiosis.com/programmavaneisen>) op basis waarvan het communicatieplatform (www.rdmsymbiosis.com) is ontwikkeld is vooraf getoetst door de betrokken respondenten. De theoretische constatering uit hoofdstuk 3,4 en 5 zijn vertaald naar de empirische vragenlijst voor de bedrijven en de expertinterviews. In hoofdstuk 2 is de opbouw van de online vragenlijst en het expertinterview behandeld. In dit hoofdstuk worden de onderzoeksresultaten besproken. In paragraaf 6.1 worden de resultaten van de online vragenlijst toegelicht. Inzicht wordt gekregen in de meningen en argumenten van de bedrijven die zijn gevestigd in het Merwe-vierhavensgebied. In paragraaf 6.2 worden de resultaten van de expertinterviews omschreven. Het hoofdstuk wordt afgesloten met een programma van eisen en actoren analyse voor het ontwerp van de ondersteunende digitale infrastructuur.

6.1 BEDRIJVEN, ANALYSE RESULTATEN PER THEMA

Door middel van de online vragenlijst is er meer inzicht verkregen in de meningen en argumenten van de bedrijven die zijn gevestigd in het gebied. De resultaten van de online vragenlijst worden in dit hoofdstuk samengevat. De volledige antwoorden van de bedrijven kunt u teruglezen op de website <https://www.rdmsymbiosis.com/reactiemaakbedrijven>

6.1.1 CIRCULARITEIT

De antwoorden van de bedrijven in het gebied passen binnen de definitie van 'circulariteit' die zich enerzijds richt op grondstofgebruik en anderzijds op systeemverandering. Ieder bedrijf heeft een uniek bedrijfsproces en circulariteit betekent voor elke bedrijf net iets anders. Sommige bedrijven leggen ook de relatie al met industriële symbiose waarbij rest- en bijproducten van het ene bedrijf worden gebruikt als grondstof voor een ander bedrijf. Bedrijven benoemen hierbij het uitwisselen van materiaalstromen, energie en water. In tabel 3 is te zien in welke mate de bedrijven hun bedrijf circulair vinden. Een kanttekening die hierbij moet worden geplaatst is dat er niet alleen productiebedrijven hebben gereageerd. Deze bedrijven zijn ook van meerwaarde op het gebied van kennis, capaciteit, faciliteiten en innovatie. De bereidheid om circulair te worden is groot en bedrijven geven aan dat samenwerking noodzakelijk is. Bedrijven als de Stadhaven Brouwerij, de Floating Farm en de Voedseltuin scoren hoog, veelal omdat hun eigen bedrijfsproces al in hoge mate circulair is. Bij deze bedrijven zie je dan ook dat ze kansen zien om reststromen uit te wisselen met andere bedrijven in het gebied. De stadshavenbrouwerij hergebruikt bijvoorbeeld afvalwater en restwarmte bij het brouwproces. Het restproduct bierbostel wordt vervolgens gebruikt op de nabije drijvende boerderij. De Floating Farm gebruikt dit in het veevoer en produceert vervolgens gezond voedsel in steden, dicht bij de consument. De Voedseltuin composteert gft afval, hergebruikt regenwater en zoekt naar mogelijkheden om zonne-energie te delen. Het volume van reststromen is bij sommige bedrijven nog niet dusdanig dat het rendabel is om reststromen te uit te wisselen. Naast het uitwisselen van reststromen wordt er voornamelijk gekeken naar nieuwe samenwerkingen binnen het gebied. Om bedrijven te behouden in het gebied moet vraag en aanbod inzichtelijk worden gemaakt, worden gezorgd voor de juiste voorzieningen en connecties. De lokale overheid kan hierin een rol spelen door te bemiddelen en financieel te ondersteunen waardoor projecten mogelijk kunnen worden gemaakt. Volgens de bedrijven hoeft de inbreiding van woningen in het gebied geen bedreiging te zijn voor de kleine maakindustrie. Hierbij is het wel noodzakelijk dat er goede afspraken vooraf kunnen worden gemaakt, waarbij wonen en werken in de juiste verhouding worden inkadert. Doordat maakbedrijven vaak productieruimten nodig hebben, is ruimtegebruik een risico. Het aantrekken van mensen en bewoners in het gebied met dezelfde mindset zou hierbij kunnen helpen.



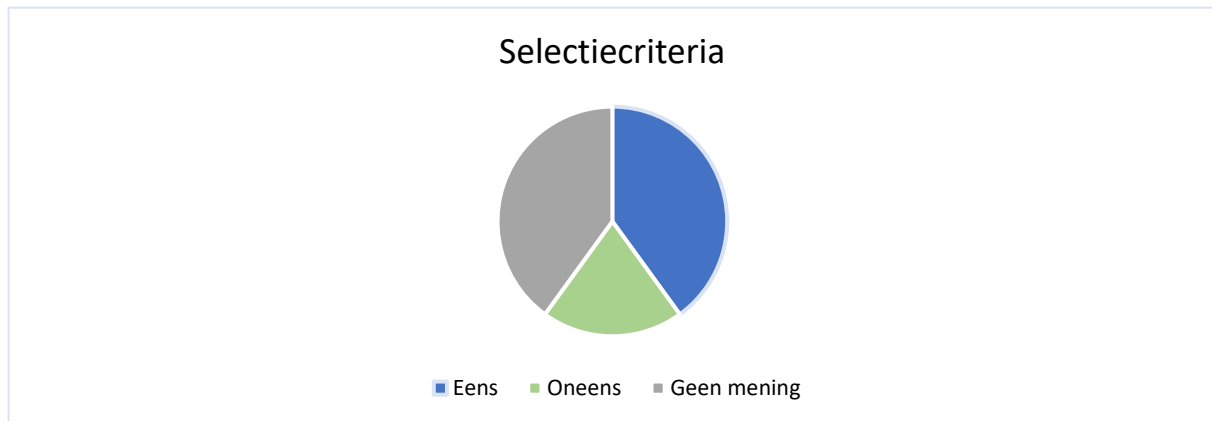
Tabel 3 – De mate van circulariteit naar eigen inzicht van de bedrijven

6.1.2 COLLECTIVITEIT

De samenwerking tussen bedrijven ontstaat door marktwerking en een rendabele business case. Door vraag en aanbod inzichtelijk te maken kunnen bedrijven op basis van vrijwilligheid aan elkaar worden gekoppeld. Hierbij is de beschikbaarheid en de prijs van de reststroom van belang. Een soortgelijk systeem moet door de bedrijven zelf worden gedragen. Dit kan een vereniging van bedrijven zijn of iemand die proactief bedrijven met elkaar verbindt. Vrijwel alle bedrijven geven aan dat er moet worden gefaciliteerd. Dit kan via een platform als Rotterdam Makers District Inside waarbij ontmoetingen worden gefaciliteerd en mogelijkheden worden aangedragen. Het delen van kennis is van belang bij sector overschrijdende samenwerking. Door kennis te delen kunnen nieuwe samenwerkingen tussen bedrijven ontstaan, doordat bedrijven verder kijken dan hun eigen bedrijfsproces. Een informatievoorziening die deels openbaar is heeft een meerwaarde, zodat meerdere bedrijven daarop kunnen aansluiten.

6.1.3 DIGITALE TRANSFORMATIE

Afbeelding 10 van het complexe uitwisselingsnetwerk van het project Kalundborg Denemarken is gepresenteerd aan de bedrijven en vrijwel alle bedrijven zijn het eens met het uitgangspunt dat een digitale infrastructuur onmisbaar is bij geplande industriële symbiose. De bedrijven geven aan dat dit een menselijk beheermodel moet zijn, waarbij de techniek dienend is aan het doel. Dit moeten slimme burgers en lokale bedrijven zijn die zaken goed organiseren voor hun eigen gemeenschap. Het model kan een manier zijn om te communiceren en afspraken te maken. De data die daarop weergegeven zou kunnen worden, zijn de (hoofd-) activiteiten van bedrijven, afvalstromen en energieverbruik. Het delen van die data kan worden bevorderd door te laten zien wat het oplevert en wat het bijdraagt aan de samenleving. Veel van deze informatie is concurrentiegevoelig en de bedrijven willen dan ook controle over wie wat kan zien. Bedrijven denken dat er een grote mate van transparantie mogelijk is zolang bedrijven de controle hebben over hun eigen informatie. Een centrale materialen hub biedt potentie, bestaande bedrijven zouden hiervoor kunnen uitbouwen en verbeteren. De meningen over het toepassen van selectiecriteria zijn verdeeld, bekijk tabel 4. Bedrijven geven aan dat dit ook kan zorgen voor meer diversiteit, doordat bepaalde type bedrijven gericht kunnen worden aangetrokken in een gebied.



Tabel 4 – Meningen van bedrijven over het toepassen van selectiecriteria.

6.1.4 DEELCONCLUSIE

Op basis van de reacties van de bedrijven die zijn gevestigd in het Merwe-Vierhavensgebied kan er worden geconcludeerd dat er een bepaalde consensus bestaat over wat circulariteit inhoudt en dat collectiviteit hiervoor de basis vormt. Hier wordt sterk op ingezet in het ruimtelijk raamwerk en deze resultaten zijn dan ook voor de hand liggend. Belangrijker is hoe de samenwerkingen tussen bedrijven ontstaan. Geconcludeerd kan worden dat de bedrijven erbij gebaat zijn als in het gebied vraag en aanbod inzichtelijk wordt gemaakt. Hierdoor kunnen bedrijven op basis van vrijwilligheid aan elkaar worden gekoppeld en kunnen reststromen vervolgens worden uitgewisseld. Bedrijven benoemen hierbij hoofdzakelijk het uitwisselen van materiaalstromen, energie en water. Een digitale infrastructuur is volgens de bedrijven onmisbaar bij geplande industriële symbiose. De bedrijven geven aan dat dit een menselijk beheermodel moet zijn, waarbij de techniek dienend is aan het doel. De data die daarop zou kunnen worden weergegeven zijn de (hoofd-) activiteiten van bedrijven, afvalstromen en energieverbruik. Het delen van die data kan worden bevorderd door te laten zien wat het oplevert en wat het bijdraagt aan de samenleving. Bedrijven denken dat er een grote mate van transparantie mogelijk is zolang bedrijven de controle hebben over hun eigen informatie.

6.2 EXPERTS, ANALYSE RESULTATEN PER THEMA

Uit de gespreken met de experts zijn waardevolle inzichten verkregen. De resultaten hiervan worden in dit hoofdstuk samengevat. De interviews zijn getranscribeerd en de inzichten kunt u teruglezen op de website <https://www.rdmsymbiosis.com/forum>

6.2.1 CIRCULARITEIT

De definitie van circulariteit

Circulariteit is geen belofte voor de toekomst, maar dit is iets waar we vandaag de dag mee moeten beginnen. Gekeken moet worden welke grondstoffen er overblijven in een gebied aan het einde van de levensduur en hoe die grondstoffen opnieuw kunnen worden gebruikt in nieuwe processen. Dit moet zo direct en lokaal mogelijk gebeuren. Onderscheidt kan worden gemaakt in operationele processen en processen in de gebouwde omgeving. In de bouwagenda en op Platform CB'23 staan concrete maatregelen die specifiek zijn geformuleerd voor de bouwconomie. Dit dient als leidraad en is bedoeld om een gemeenschappelijke taal te spreken. Per onderwerp of per sector moet de definitie worden aangescherpt, maar er moet geen discussie ontstaan over wat circulariteit inhoudt. Circulariteit vereist een systeemverandering waarin we onze tijdelijke behoeftes gaan faciliteren en waarbij we begrijpen dat de grondstoffen die we gebruiken eindig zijn en oneindig beschikbaar gesteld moeten worden. Macht en verantwoordelijkheid moeten van elkaar worden gescheiden. Op het gebied van materialen is het nodig dat je naar een situatie toegaat waarin je kan worden voorzien in je tijdelijke behoefte, maar waarbij de producent gedurende het proces verantwoordelijk blijft over het desbetreffende product. Als deze denkwijze verandert bij bedrijven dan worden producten uiteindelijk gezien als een depot van materialen en wordt het interessant om de informatie daarover vast te leggen. Gezorgd moet worden dat alles een oneindige levensduur krijgt en dat zijn lange termijn doelen die we ook op zien gaan in de gebouwde omgeving. In Rotterdam is er een programma dat zich bezighoudt met de circulaire economie en hier wordt ingezet op de bouw, consumptiegoederen, agrifood en zorg. Het zijn vraagstukken die ten opzichte van de energietransitie nog heel erg in de kinderschoenen staan.

De relatie met geplande industriële symbiose

De relatie met geplande industriële symbiose is daarmee groot. Zodra je in de keten ervoor kan zorgen dat reststromen weer gebruikt kunnen worden of dat je gebruik kunt maken van andere reststromen in de keten, draag je bij aan het continu gebruiken van je materialen en grondstoffen, zonder dat je daar nieuwe materialen voor nodig hebt. Er moet niet alleen gekeken worden naar circulariteit binnen één keten, maar er moet gekeken worden welke bedrijven lokaal actief zijn en hoe je de verbinding kunt maken tussen bestaande industriële processen. Het is goed dat we niet meer spreken over afval, maar over reststromen. De nevenproducten van het industriële complex moeten als product worden beschouwd en dit moet de input worden van andere bedrijfsprocessen. Dit moet onderdeel worden van de businesscase. Alle betrokken partijen hebben hun eigen besluitvormingscyclus en dat maakt circulariteit complex. Het creëren van een infrastructuur kan hierin faciliterend zijn.

Het identificeren van bedrijven met een circulair potentieel en andere aspecten van synergie

Voor het identificeren van bedrijven met een circulair potentieel is het van belang dat bedrijven weten wat circulariteit inhoudt. Platform CB'23 heeft drie doelstellingen geformuleerd en een meetmethodiek voor circulariteit die kijkt naar materiaalstromen. Dit is voor de bouwconomie, maar zou ook als uitgangspunt kunnen worden beschouwd voor andere bedrijven. Als een bedrijf de materiaalvoorraad, het milieu en de bestaande waarde beschermt tijdens de gehele cyclus dan is een bedrijf op een goede manier bezig met circulariteit. Een integrale afweging moet hiertussen worden gemaakt. Logistiek is hier een belangrijk onderdeel van en daarnaast is de oppervlakte van een bedrijf, het aantal medewerkers en de onbenutte bedrijfsruimte van belang. Gekeken kan worden naar mogelijkheden zijn om activiteiten toe te voegen in een gebied. Vanuit de lokale overheid wordt er voornamelijk gekeken of een bedrijf de juiste mindset heeft en dan hoeft het productieproces nog niet eens zozeer circulair te zijn. Dit gaat om bewustwording door middel van communicatie en de juiste intenties van bedrijven. Dit is een combinatie van kennis en kunde. Denkwerk moet leiden tot duurzame productie. Als het gaat over criteria dan gaat het echt over welke toegevoegde waarde een bedrijf heeft voor de verduurzaming van een gebied en dat kan bijvoorbeeld op het gebied van energie, water, mobiliteit en productontwikkeling.

Het aantrekken en behouden van bedrijven met een circulair potentieel tot een gebied

Het aantrekken en behouden van bedrijven met circulair potentieel heeft te maken met het vestigingsbeleid. Dit kan worden versterkt door niet alleen te kijken naar de grondprijzen, maar ook naar de meerwaarde van een bedrijf voor een gebied. Een circulaire gronduitgifte is een instrument waarmee circulair bouwen en innoveren kan worden gestimuleerd, gemeten en beloond. Grondzaken kent over het algemeen geen andere beoordelingscriteria dan de prijs en bij de gronduitgifte moet bijvoorbeeld de CO2 impact worden meegenomen. Daarnaast is het mogelijk om de belastingen op arbeid te verlagen en die op grondstoffen te verhogen, waardoor de bewerking van materialen rendabeler wordt.

De maakindustrie en de inbreiding van woningen

Als we op een andere manier gaan kijken naar de manier waarop we woon- en werk ruimten kunnen gebruiken en daar op een andere manier invulling aangeven, dan kunnen wonen en de kleine maakindustrie elkaar versterken. Gedacht moet worden aan een woonwijk van de toekomst waarbij er kan worden gewoond in een gebied en gewerkt op lokaal niveau. Door technologische ontwikkelingen geven bedrijfsprocessen minder overlast, waardoor deze naast elkaar kunnen bestaan. De combinatie van wonen en de kleine maakindustrie is goed, doordat alles lokaal kan worden geproduceerd en worden afgenomen. Hierdoor ontstaat er ook meer bewustwording bij bewoners. Het aantrekken van de kleine maakindustrie kan door randvoorwaarden te stellen aan het maximale oppervlak van bedrijven en de mobiliteitsstromen. Verschillende vestigingsmilieus moeten worden gerealiseerd waar enerzijds bedrijven met een intensieve productiecapaciteit en anderzijds woningen zich kunnen vestigen. Het bestemmingsplan zorgt ervoor dat deze planologische condities zijn verankerd in het gebied en dat er garanties kunnen worden gegeven aan bedrijven. Met de komst van nieuwe woningen komt er ook een nieuwe spreiding in de energievraag, waardoor bedrijven nieuwe diensten kunnen ontwikkelen op het gebied van circulariteit en zich ook kunnen transformeren tot energieleverancier. Het inzichtelijk maken van stromen en die informatie daarover beschikbaar stellen aan bedrijven is faciliterend en daar wordt op dit moment nog te weinig naar gekeken. Dit is een spanningsveld waarbij aan de ene kant op systeemniveau wordt nagedacht hoe je dingen met elkaar

kunt verbinden en tegelijkertijd is dit ook een heel dynamisch proces. Die dynamiek is noodzakelijk voor een goed functionerend gebied.

Waardecreatie en financiering

Het uitwisselen van reststromen gaat makkelijker als er ook een financieel voordeel is. Het inzichtelijk maken van de baten en het beperken van de kosten zijn nodig voor het krijgen van synergie. Naarmate het meer oplevert kunnen zaken beter in beeld worden gebracht en hoe makkelijker en beter de uitwisseling van reststromen tussen bedrijven gaat werken. Hergebruik is op dit moment vaak nog financieel onaantrekkelijk en dat moet veranderen. Het is van belang dat we circulariteit beter in geld kunnen uitdrukken over de totale levenscyclus. Als je kijkt naar de totale levenscyclus dan zie je dat materialen ook waarde overhouden in vergelijking tot standaardproducten. De financiële haalbaarheid van een circulaire businesscase kan aantrekkelijker worden gemaakt door enerzijds de kosten te beperken. Dit kan bijvoorbeeld door technologische innovaties en het stimuleren van samenwerkingen. De lokale overheid kan de businesscase ook aantrekkelijk maken door bijvoorbeeld subsidies te verstrekken aan duurzame bedrijven of het zwaarder belasten van vervuilende industrieën. Naast circulariteit moet ook de milieuschade in geld kunnen worden uitgedrukt. Ruimtelijk is er veel mogelijk, maar een groot deel gaat over economisch denken en het creëren van een aantrekkelijke businesscase. Naast het beperken van de kosten en het verhogen van de inkomsten, moet de acceptatie worden verbeterd. De afstemming en de samenwerking tussen partijen versterken is van belang.

6.2.2 COLLECTIVITEIT

Collectiviteit de basis voor circulariteit

Collectiviteit is van belang om minder primaire grondstoffen te gebruiken en is nodig om naar een betere circulaire samenleving te gaan. Het is moeilijk om circulariteit te begrijpen, zonder dat je een goed beeld hebt van wat de afhankelijkheden zijn van elkaar. Collectiviteit is nodig vanuit een duurzaamheidsperspectief en vanuit een economisch perspectief. Collectiviteit draagt enerzijds bij aan collectieve mobiliteit systemen, gezamenlijke wateropvang en het uitwisselen van reststromen. Anderzijds draagt collectiviteit bij aan de interactie tussen bedrijven. Die interactie leidt ook tot innovatie en crossovers. Je wilt gedragen oplossingen krijgen, dus participatie is een eerste stap richting collectieve oplossingen. Er moet een belofte zijn op een gezamenlijke meerwaarde. Naast voordelen zijn er ook institutionele belemmeringen ten aanzien financieringsmodellen en het verdelen van kosten en baten.

De gemeente versterkt enerzijds de voordelen van collectiviteit en anderzijds worden de risico's van individuele projecten inzichtelijk gemaakt. Het vergroten van het bewustzijn is een voorwaarde voor de energietransitie en de transitie naar een circulaire samenleving. Circulariteit is vaak nog een op zichzelf staand domein en nog niet geïntegreerd in het energietransitie beleid. Die twee zaken hebben een sterke relatie en moeten met elkaar worden gecombineerd. Klimaatdoelen hebben impact op het circulariteit beleid en omgekeerd. Collectiviteit is ook het afstemmen van beleidsdoelen op elkaar.

Het ontstaan van samenwerkingen tussen bedrijven en de rol van de lokale overheid

In de transitie naar een circulaire samenleving zie je dat er bedrijven zijn die vooroplopen en dus intrinsiek gemotiveerd zijn. Deze partijen zullen vanuit een bottom-up benadering sneller samenwerken. Anderzijds heb je bedrijven die wachten op een raamwerk of regelgeving en dat is meer top-down vanuit de lokale overheid. Voor zowel nieuwe als bestaande gebieden heb je partijen nodig die gemotiveerd zijn om te verduurzamen en tegelijkertijd moet er een speelveld afgesproken zijn waarbinnen dit kan plaatsvinden. Gezamenlijke ambitie is essentieel en daarom moet er een kader worden gegeven op ambitie. Bedrijven moeten zich gezamenlijk kunnen vinden in een ambitie die wordt nagestreefd en het moet helder zijn waar er naartoe wordt bewogen. Dit moet komen vanuit de gevestigde bedrijven en als dat ontbreekt kan de gemeente daarin faciliteren. Dit kan door middel van een bedrijven collectief of ondernemersvereniging die zelf mede stuurt hoe dat collectief zich verder ontwikkelt. Je gaat pas in de keten samenwerken, zodra je weet welke partijen in de keten voor jou van belang kunnen zijn. Inzicht in elkaar proces is daarbij van belang, openheid en de ondersteuning om dat met elkaar te willen verbinden. De rol van de lokale overheid is het creëren van omstandigheden waardoor dit mogelijk kan worden gemaakt. Een platform als Rotterdam Makers District Inside is een mooie eerste stap om kennis uit te wisselen en bedrijven met elkaar te verbinden.

Er zijn een aantal thema's die van belang zijn om te versnellen naar een circulaire economie. Bewustwording en kennisdeling. Het tweede is beleid en organisatie. Je moet als bedrijf je bedrijfsproces circulair inrichten. Het derde is het businessmodel. De winst, de kosten en de baten moeten inzichtelijk zijn. Het meetbaar maken gaat over of iets daadwerkelijk circulair is en ketensamenwerking gaat over de samenwerking tussen bedrijven. Innovatie wordt altijd gevonden op een plek waar je elkaar niet kent. Dat sectoren van elkaar leren en slimme innovaties vanuit de ene sector toepassen in een andere sector is gebruikelijk. Op het gebied van circulariteit is het vaak lastig om de schaal te bepalen, want veel stromen overstuigen een gebied. Er moet dan ook niet gekeken worden naar circulariteit binnen één sector. Niet maritiem of bouw gedreven, maar maak gedreven en dat kan heel divers zijn. Diversiteit is ontzettend nodig in een circulaire gebiedsontwikkeling en dan kan je niet alleen binnen één sector blijven kijken. Gekeken moet worden hoe reststromen kunnen worden ingezet binnen een eigen gebied of organisatie en vervolgens kan er gekeken worden naar kringlopen rondom een bedrijf. Hoe groter die diversiteit is, hoe makkelijker de uitwisseling van reststromen verloopt. Planologisch gezien wil je geen hele gespecialiseerde regio's. De schaal moet worden bepaald en worden opgedeeld tot de bedrijven die een gebied maken. Rotterdam is een grote stad, maar kan in zekere zin ook worden ingekaderd. Je krijgt een ander beeld als je bijvoorbeeld warmte transporteert naar andere gebieden in de randstand. In die studies is er een faciliterende rol voor de gemeente en de provincie. De gemeente kan als kennisregisseur fungeren, maar het investeringsbeleid moet vanuit de bedrijven zelf komen. Gemeenten kunnen bedrijven met elkaar verbinden, waardoor er sector overschrijdende samenwerking op strategisch niveau plaatsvindt. Het Havenbedrijf Rotterdam onderzoekt bijvoorbeeld de mogelijkheden voor geothermie in het westelijk deel van de Rotterdamse haven. Dit kan in theorie worden gebruikt voor de verwarming van woningen en kassen via een regionaal warmtenet.

Noodzakelijke informatie voor het communicatieplatform en de digitale infrastructuur

Het centraal stellen van business to business is van belang om slagen te maken. Per bedrijf is het verschillend welke informatie van meerwaarde kan zijn, maar het gaat voornamelijk om het verbinden. Informatie moet beschikbaar worden gesteld over de kwaliteit, hoeveelheid en de specificaties van grondstoffen en reststromen. Daarbinnen kun je nog verder definiëren zoals de positieve of negatieve milieu impact. Die informatie kan bijvoorbeeld worden aangeboden op een marktplaats, zodat bedrijven daarop een businesscase kunnen ontwikkelen. Naast vraag en aanbod is ruimtelijke informatie van belang, financiële informatie en de kennis basis. Potentiële toepassingen creëren op basis van reststromen is waar het naartoe gaat. Het visueel maken van de keten is noodzakelijk om inzicht te krijgen en om te laten zien welke succesvolle uitwisselingen er al plaats vinden in een gebied.

De rol van burgers en consumenten

De gemeente heeft weinig middelen om circulariteit op te leggen bij consumenten. Het is veel meer op basis van vrijwilligheid, waarbij je moet weten wat de drijfveren zijn van burgers en consumenten. Als je die complexiteit doorbreekt dan gaat het over twee zaken. De acceptie van een verandering die plaats vindt en anderzijds hoe je die verandering sneller kunt realiseren. Niet iedereen kan investeren in een circulaire economie, maar wordt wel geconfronteerd met de verandering naar een circulaire samenleving. Dit is technisch, maar met name sociaaleconomisch. Voor burgers en consumenten gaat het over bewustwording en communicatie. Voor het draagvlak is het nodig om burgers en consumenten kennis te laten maken met een gebied. Een buurtbaterij met daarboven een speeltuin kan op het gebied van energie bijvoorbeeld fungeren als educatiecentrum in de publieke ruimte.

6.2.3 DIGITALISATIE (DIGITALE INFRASTRUCTUUR EN DIGITALE TRANSFORMATIE (GROEI))

Een digitale infrastructuur voor het efficiënter beheren van het stedelijk gebruik

Samenwerken in de keten is ontzettend belangrijk, zodat bedrijven elkaars reststromen gaan gebruiken en er in zijn totaliteit minder grondstoffen worden gebruikt. Dat is een essentieel onderdeel van circulariteit en technologie kan dit proces ondersteunen. De traditionele stad bestaat uit een sociaal en fysiek domein. Onze steden zijn eeuwenlang gevormd door de interactie daartussen. Tegenwoordig is er een hele nieuwe werkelijkheid bijgekomen. We hebben niet alleen een sociale en fysieke werkelijkheid, maar ook een digitale werkelijkheid. De digitale werkelijkheid is in een steeds grotere mate een autonome werkelijkheid waarin beslissingen worden genomen die rechtstreeks impact hebben op de stad, zonder dat wij daar als stad omgekeerd invloed op hebben. Gekeken kan worden naar hoe de traditionele werkelijkheid kan worden ondersteunt door middel van technologie of naar de impact van de digitale werkelijkheid op de fysieke werkelijkheid, ons gedrag en de fysieke productie. Bij industriële symbiose gaat het vaak nog primair over de huidige fysieke werkelijkheid en hoe data kan helpen om dit proces te versterken. Een open urban platform gekoppeld aan een digital twin van de stad is een grote verzamelplaats van data en aan de andere kant is het een communicatiemiddel waarop data vanuit verschillende invalshoeken kan worden bekeken. De huidige fysieke werkelijkheid moet inzichtelijk worden gemaakt om met elkaar naar dezelfde werkelijkheid te kunnen kijken. Vervolgens kan informatie worden gedeeld. Voor circulariteit begint dat met een digitale replica van de productieprocessen en vervolgens kan er door middel van slimme software en algoritmes worden gekeken hoe je binnen die werkelijkheid zaken efficiënter kunt inrichten.

De CBS-database heeft een materiaalmonitor waarin fysieke materiaalstromen van, naar en binnen de Nederlandse economie worden weergegeven. Voor een gebied zou je dit heel specifiek voor gevestigde bedrijven kunnen achterhalen. Een infrastructuur moet de trend volgen van complexiteit. De tijdsafhankelijkheid, ruimtelijke afhankelijkheid en de multi-factor afhankelijkheid. De vierde is de commodity, materiele stromen die nu nog niet zijn gekoppeld aan een soortgelijk systeem. Op het gebied van circulariteit kan er naar een gebied worden gekeken en enkele stromen die daaruit voortvloeien, vanuit daar wordt er gekeken naar meerdere stromen en gebruikers. Top down moet je een stip op de horizon zetten, gekoppeld aan een beperkt aantal randvoorwaarden zodat je ook flexibel blijft naar de toekomst toe. Niemand weet hoe de wereld er over tien jaar uitziet en daarom is data interoperabiliteit essentieel. Het is belangrijk om dit proces te faseren, waarbij wordt aangegeven wanneer wat mogelijk is en waarbij mogelijk gestuurd kan worden.

Data en het bevorderen van het delen van die data

Op dit moment worden er bestaande systemen gekoppeld en dat is een enorme uitdaging doordat die systemen zijn ontwikkeld vanuit bepaalde toepassingen. Op het raakvlak van verschillende beleidsinterventies worden momenteel risicomijdende besluiten genomen, omdat de bronnen niet gekoppeld kunnen worden en daardoor de samenhang niet bekend is. Het is noodzakelijk om de samenhang te begrijpen, bijvoorbeeld het effect van circulariteit op de energietransitie. Wat betekent mijn interventie voor iemand anders, om te toe gaan naar wat betekent onze interventie voor de stad als geheel. Data interoperabiliteit is hierbij essentieel. We moeten veel meer data in plaats van software gedreven worden en dit betekent in de praktijk Open Data Standaarden. Als een platform werkt via Open Data Standaarden dan stimuleert dat de mogelijkheid voor data uitwisseling en de verdere ontwikkeling van toepassingen. De software staat niet centraal, maar de toegepaste data op basis van vooraf bepaalde kaders. De overheid speelt op verschillende niveaus een rol. Op het gebied van data, het platform en de toepassingen. Een platform wordt gezien als onderdeel van de digitale infrastructuur en de overheid ontwikkelt deze digitale infrastructuur in samenwerking met bedrijven.

Het havengebied in Rotterdam is al ver op het gebied van circulariteit en digitalisatie. Door middel van een plug en play systeem (basis infrastructuur) hoeven bedrijven niet te investeren in eigen faciliteiten voor energielevering, opslag, afval en drinkwater. Hierdoor kunnen innovatieve chemische bedrijven gebruik maken van hernieuwbare grondstoffen. Een soortgelijk systeem is ook op lokaal niveau denkbaar, alleen is de opschaling een uitdaging doordat je belangen hebt die over verschillende tijdsaspecten gaan en fysieke domeinen. Een digitaal beheermodel is nodig bij het efficiënter beheren van het stedelijk gebruik, vervuiling, groeiend energieverbruik en kan zorgen voor een transparante, integrale aanpak. Het systeem moet niet het doel worden, maar een middel om circulariteit te versterken. Een soortgelijk systeem wordt al snel complex en dit moet overzichtelijk blijven. Het specificeren van de data en voor welke doeleinden die data gebruikt wordt is daarbij essentieel. Een zorgvuldige analyse moet worden uitgevoerd worden met de betrokken partijen met het oog op de aangeleverde data. Gebruikersrollen moeten worden vastgesteld en per rol moet aangegeven worden wie de bijbehorende stakeholder is en wat het doel is van die gebruikersrol. Daarnaast moeten de rollen voor governance worden vastgesteld. De eigenaar van het platform is een rol en kan publiek, privaat of publiek-privaat zijn. Daarnaast heb je de exploitant die de techniek levert en onderhoudt. De marktmeester is nog het minst gedefinieerd en zorgt ervoor dat de marktregels worden nageleefd en toegepast. Als er is bepaald wie wat moet kunnen ontstaat er kennisuitwisseling waardoor je bepaalde processen beter met elkaar kunt afstemmen.

Bedrijven moeten zelf kunnen kiezen welke data er beschikbaar wordt gesteld. Het basisprincipe blijft dat de databron de eigenaar blijft van zijn eigen data. De databron bepaalt met wie, hoelang en hoeveel data die wilt delen. Het is aannemelijk dat bedrijven vanuit een bedrijfseconomisch perspectief concurrentiegevoelige informatie achterhouden. Op het gebied van circulariteit is het van belang dat de informatie beschikbaar en voorhanden blijft zodat er geen informatie asymmetrie ontstaat. De overheid moet hiervoor regelgeving opstellen zodat de beschikbaarheid en integriteit geborgd blijft in het circulaire proces. Met de komst van de AVG (autoriteit persoonsgegevens) moet er worden aangegeven waarom bepaalde data wordt opgehaald en wordt ingezet voor een specifieke toepassing. Het platform is een bemiddelaar tussen de databronnen en de gebruikers daarvan. Er vindt een controle plaats of de gebruiker voldoet aan de voorwaarden die worden gesteld door de databron en dan kan er een data uitwisseling plaats vinden. Partijen kunnen werken op een platform en kennis uitwisselen, waarbij de data lokaal wordt opgeslagen. Dit gaat over secure multi-party computation, waarbij methoden worden ontwikkeld voor partijen om gezamenlijk een functie over hun input te berekenen, terwijl partijen deze data privé invoeren. Met methoden zoals blockchain is het mogelijk om te kiezen welke data je wilt uitwisselen en waarin de integriteit geborgd blijft.

Het toepassen van selectiecriteria

Momenteel geldt voor bedrijfsvestiging nog dat de financiële belangen zwaarder opwegen ten opzichte van de circulaire ambities. In een gebied waarin een grote circulaire ambitie bestuurlijk is vastgelegd is er een selectie aan de voorkant. Bedrijven zullen daadwerkelijk circulair moeten zijn, bereid moeten zijn om samen te werken en inzicht moeten geven. Het is mogelijk om voorrang te geven aan bedrijven die aansluiten op de missing links of bedrijven die niet passen binnen de keten laten zoeken naar oplossingen om ondanks het gebrek wel invulling te geven aan de keten, bijvoorbeeld door middel van compensatie. Een gebied is geen statisch gegeven, maar een dynamisch geheel waarbij er een constante verandering plaatsvindt van gevestigde partijen en externe factoren. Om een digitale basis infrastructuur optimaal in te richten moet er kunnen worden geanticipeerd op deze veranderingen en de selectiecriteria moet daarin mee veranderen. Praktisch gezien betekent dit dat je een bepaald volume moet vullen en dan weer andere activiteiten moet aantrekken. Dit moet in samenwerking worden gedaan tussen de lokale overheid en de bedrijven.

De meerwaarde van een centrale materialen hub of een smart grid

Er moet een balans zijn in hoelang iets wordt bewaard en hoe lang het nog waarde heeft. Een centrale materialen hub of een smart grid is van belang doordat vraag en aanbod in volumes nooit goed op elkaar aansluiten. In een materialen hub kunnen materialen worden ingezameld, gesorteerd en kunnen uitwisselingen worden gemonitord. De kortetermijnoplossing is om de tijdsspanne waarin grondstoffen worden gebruikt te verkleinen en de lange termijn oplossing is om met gestandaardiseerde materialen en elementen te gaan werken. Voor een centrale materialen hub is het in het M4H gebied nu nog te vroeg doordat er bijvoorbeeld nog weinig sloopmateriaal vrijkomt en doordat het nog financieel onaantrekkelijk is om hergebruikte materialen toe te passen. Bestaande bedrijven in het gebied kunnen uitbreiden en zich ontwikkelen als materialen hub. Ook in de openbare ruimte is een materialen hub mogelijk, doordat de gemeente en het havenbedrijf hier zelf over gaan.

6.3 PROGRAMMA VAN EISEN EN ACTORENANALYSE

In dit hoofdstuk wordt het programma van eisen en de actorenanalyse behandeld voor de digitale infrastructuur. Op basis van de resultaten uit de bestaande literatuur, de vragenlijst en de expertinterviews is het programma eisen en de actoren analyse opgesteld voor de digitale infrastructuur (<https://www.rdmsymbiosis.com/programmavaneisen>). Het objectontwerp van de ondersteunende digitale infrastructuur voor circulaire gebiedsontwikkeling wordt ontworpen in hoofdstuk 7.

6.6.1. PROGRAMMA VAN EISEN DIGITALE INFRASTRUCTUUR

De digitale infrastructuur moet voldoen aan de volgende eisen:

Het beheermodel moet zorgen voor minder afval, meer hergebruik, efficiënter gebruik van hulpbronnen en een lagere CO2 uitstoot.
De basis infrastructuur richt zich op operationele processen. Uitwisseling van materiaalstromen, energie en water.
De basis infrastructuur volgt de trend van complexiteit. De tijdsafhankelijkheid, ruimtelijke afhankelijkheid, multi-factor afhankelijkheid en de commodity.
De schaal wordt bepaald en wordt opgedeeld tot de bedrijven die een gebied maken.
Een bedrijven collectief of ondernemersvereniging stuurt mede hoe de basis infrastructuur wordt vormgegeven. Vanuit een top-down benadering kan er door een derde partij worden gefaciliteerd.
De basis infrastructuur anticipeert op externe factoren en de selectiecriteria verandert mee.
Secure multi-party computation. Een methode wordt ontwikkeld voor partijen om gezamenlijk een functie over hun input te berekenen, terwijl partijen deze data privé invoeren.
Een bedrijf blijft eigenaar van zijn eigen data. De databron bepaalt met wie, hoelang en hoeveel data die wilt delen.
Data interoperabiliteit is essentieel. Data gedreven in plaats van software gedreven. In de praktijk betekent dit Open Data Standaarden.
De data bestaat uit in- en uitstromen, materiaal, opbouw en daaraan gekoppeld de circulariteit indicatoren.
De basis infrastructuur geeft (hoofd-) activiteiten van bedrijven, afvalstromen, energieverbruik en jaarlijkse besparingen weer.
De basis infrastructuur kan worden aangevuld met logistieke stromen, oppervlakte een onbenutte bedrijfsruimte.
De basisinfrastructuur maakt een subsidie en financieringsaanvraag mogelijk.
Er is een kader op gezamenlijke ambitie. Bedrijven moeten zich gezamenlijk kunnen vinden in een ambitie die wordt nagestreefd en het moet helder zijn waar er naartoe wordt bewogen
Bedrijven worden op basis van vrijwilligheid aan elkaar worden gekoppeld
Actieve deelname van lokale bedrijven is noodzakelijk.
Bestaande lokale energie-, afval- en materiaaluitwisseling moeten worden gebruikt.

Tabel 5 - Programma van eisen digitale infrastructuur

6.6.2. ACTORENANALYSE

Vanuit het rijk zijn er doelen voor circulariteit opgesteld en de gemeente maakt daar beleid voor. Door wie de digitale infrastructuur verder wordt ontwikkeld is bepalend voor de relatie tussen de actoren. Dit kan publiek, privaat of publiek-privaat zijn in een bepaalde verhouding. Zoals in paragraaf 4.3.1 is omschreven, is de relatie tussen actoren dwingend als deze het totaal niet met elkaar eens zijn en als ze het met elkaar eens zijn unitair. Daartussen zit het pluralisme waarbij verschillende belangen naast elkaar kunnen bestaan. Dit is noodzakelijk om samen te kijken naar hoe een digitale toepassing op het gebied van metabolisme en stromen zich verder ontwikkeld. Naast de relatie van de actoren is het gedrag van het systeem van belang. De voorkeur gaat uit naar een simpel en mechanisch systeem, doordat het systeem dan transparant, analyseerbaar, calculeerbaar en voorspelbaar is. De governance discussie is nog niet beslecht en in dit onderzoek is niet bepaald in welke publiek-private verhouding de digitale infrastructuur verder moet worden ontwikkeld. Dit kan door een bedrijven collectief zoals bijvoorbeeld het KeileCollectief in samenwerking met de gemeente. Ook kan gebruik worden gemaakt van reeds bestaande digitale platformen zoals Inside Rotterdam Makers District of het Open Urban Platform van de gemeente Rotterdam. De exploitant levert de techniek en onderhoud het platform. De marktmeester is iemand die ervoor zorgt dat afgesproken marktregels worden nageleefd en toegepast.

Actoren			
Beïnvloeder			Beslisser
Leverancier			Afnemer
Gebruikersrollen			
Minste mogelijkheden	<ol style="list-style-type: none"> 1. Subscriber 2. Contributor 3. Author 4. Editor 5. Administrator 6. Admin 		
Meeste mogelijkheden			
Governance			
	<ul style="list-style-type: none"> • Eigenaar • Exploitant • Marktmeester 		

Tabel 6 – Eigen bewerking actorenanalyse digitale infrastructuur (Gert Joost Peek).

7. DE ONTWIKKELING VAN EEN KANSRIJK SYSTEEM

In dit hoofdstuk wordt het objectontwerp van de digitale infrastructuur voor circulaire gebiedsontwikkeling ontworpen en geëvalueerd op basis van de redeneerketen die staat omschreven in paragraaf 2.6. De digitale infrastructuur is een fictief ontwerp en is ontworpen op basis van de voorgaande hoofdstukken. In deze hoofdstukken is de huidige aanpak omschreven en is de context geschetst voor de innovatie aanpak. In paragraaf 7.1 staat het objectontwerp centraal en in paragraaf 7.2 wordt de resultaatevaluatie van het expertpanel toegelicht.

7.1 OBJECTONTWERP

In het ontwerp staat de basis infrastructuur niet centraal, maar de toegepaste data op basis van vooraf bepaalde kaders. Data interoperabiliteit is daarbij essentieel. De basis infrastructuur kan werken via Open Data Standaarden waardoor de mogelijkheid voor data uitwisseling en de verdere ontwikkeling van toepassingen op het gebied van circulariteit gestimuleerd wordt.

Het ontwerp kan naast het Merwe-Vierhavensgebied worden toegepast op de herontwikkeling van gebieden waar al veel deelnemers actief zijn en waarbij de stad werkt aan een digitale infrastructuur. De koppeling met een Open Urban Platform gekoppeld aan een 3D Digital Twin is nodig om op te schalen naar de stad als geheel.

Ruimtelijke afhankelijkheid

Het gebied wordt ingekaderd tot de bedrijven die een gebied maken. Door middel van GIS-data kan een driedimensionale kopie van bijvoorbeeld een stad, regio of land worden gemaakt waarin alle beschikbare informatie op een locatie- en objectgerichte manier beschikbaar is. Dit is noodzakelijk om de afhankelijkheden en interactie tussen bedrijven te kunnen begrijpen in ruimte en tijd. De basis infrastructuur is een grote verzamelaarsplaats van data en aan de andere kant is het een communicatiemiddel waarop data vanuit verschillende invalshoeken kan worden bekeken. De huidige fysieke werkelijkheid moet inzichtelijk worden gemaakt om met elkaar naar dezelfde werkelijkheid te kunnen kijken. De driedimensionale weergave beperkt zich dan ook tot het Merwe-Vierhavensgebied.

Tijdsafhankelijkheid

Bij industriële symbiose gaat het vaak nog primair over de huidige fysieke werkelijkheid en hoe data kan helpen om dit proces te versterken. Voor circulariteit begint dat met een digitale replica van de productieprocessen en vervolgens kan er door middel van slimme software en algoritmes worden gekeken hoe je binnen die werkelijkheid zaken efficiënter kunt inrichten. Een gebied is geen statisch gegeven maar een dynamisch geheel waarbij er constante verandering is door gevestigde partijen en externe factoren als klimaat en seizoenen. In het ruimtelijkraamwerk is een horizon geschetst tot 2050 en een driedimensionale weergave van een gebied kan hierin meebewegen. GIS-data is actueel en kan tijdens de ontwikkeling van een gebied regelmatig worden vernieuwd. Hierdoor kan tijdens de ontwikkeling van een gebied de verandering inzichtelijk worden gemaakt. De data moet zoveel mogelijk actueel zijn om uiteindelijk toe te gaan naar voorspellende data en voortschrijdend inzicht.

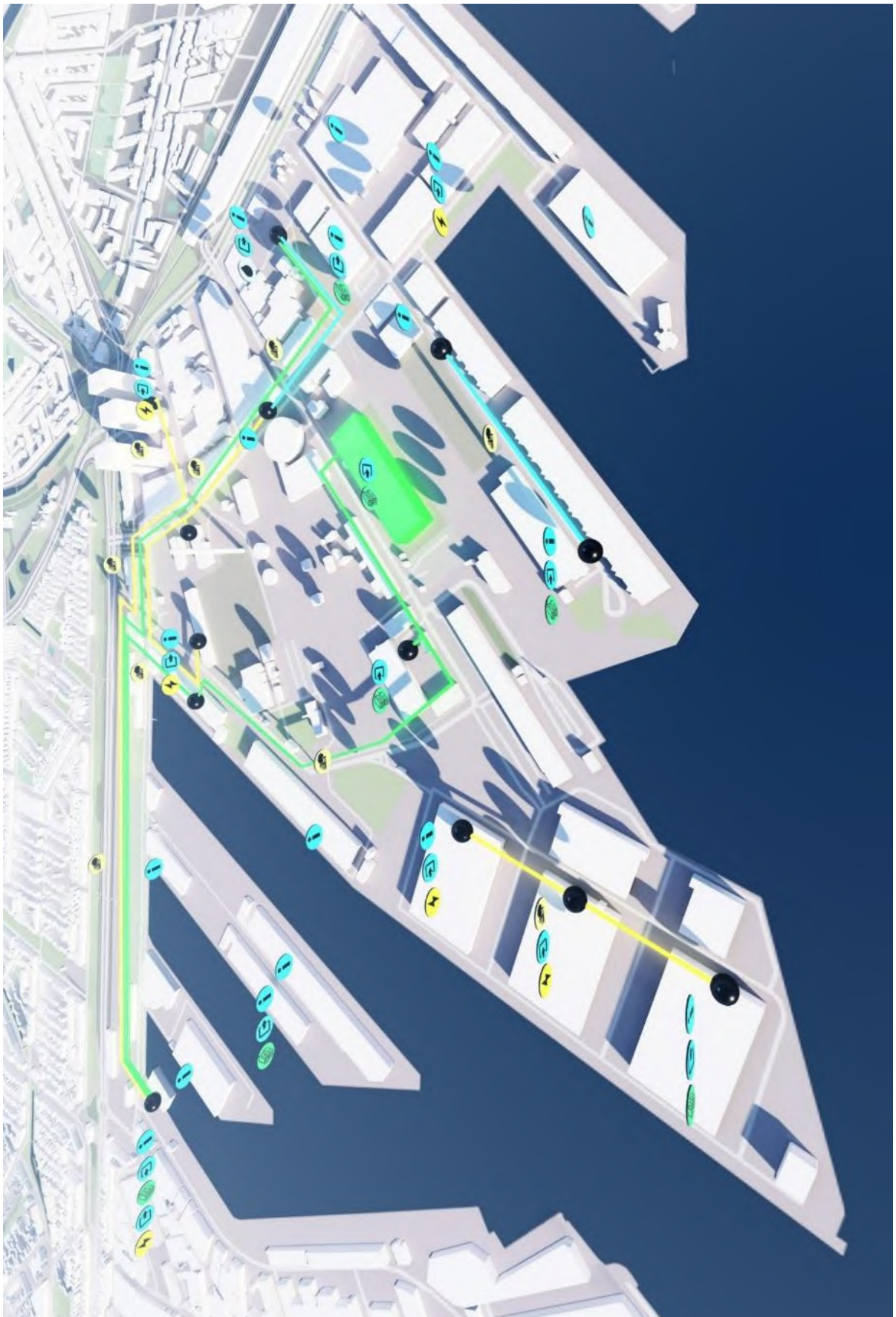
Multi-factor afhankelijkheid

Doordat het gebied wordt ingekaderd tot de bedrijven die een gebied maken wordt in eerste instantie alleen gekeken naar bedrijven die al reststromen uitwisselen. Vanuit daar kan de infrastructuur worden uitgebreid met meer bedrijven en actoren. Een bedrijven collectief kan mede bepalen hoe de digitale infrastructuur wordt vormgegeven en hoe het platform in de toekomst verder wordt ontwikkeld. Bedrijven en de lokale overheid kunnen op deze manier vroegtijdig sturen of de ontwikkeling in de gewenste richting plaatsvindt.

Commodity

De hoofdactiviteiten van bedrijven wordt inzichtelijk gemaakt. Daarnaast gaat het over operationele processen en de uitwisseling van materialen, energie en water. Bedrijven kunnen aangeven wat hun in- en output is zodat bedrijven op basis van vrijwilligheid aan elkaar kunnen worden gekoppeld. Vervolgens kan deze informatie worden uitgebreid met hoeveelheden over de reststromen met daaraan gekoppeld de circulariteitsindicatoren. Uiteindelijk is het noodzakelijk om de samenhang te begrijpen, bijvoorbeeld het effect van circulariteit op de energietransitie. Wat betekent mijn interventie voor iemand anders, om te toe gaan naar wat betekent onze interventie voor de stad als geheel. Het inzichtelijk maken van de reststromen van materialen, energie en water is van belang en zorgt ervoor dat de samenhang kan worden begrepen. De koppeling met het Open Urban Platform gekoppeld aan de 3D Digital Twin van de gemeente Rotterdam is nodig om op te schalen naar een stad als geheel.

Bekijk de video van de digitale infrastructuur:<https://www.rdmsymbiosis.com/digitaleinfrastructuur>



Figuur 10 – Objectontwerp digitale infrastructuur (<https://www.rdmsymbiosis.com/digitaleinfrastructuur>)

7.2 RESULTAAT EVALUATIE

Het op een eenvoudige wijze in beeld laten brengen van materiaalstromen door de gevestigde partijen, past goed bij de beweging die we als samenleving doormaken naar een circulaire economie. Het ontwerp suggereert dat bedrijven al hun materiaal-, energie- en waterstromen kunnen invoeren. Dat gaat in de praktijk niet goed werken omdat het heel veel en heel divers is. Een selectie van potentiële reststromen van bedrijven moet daarom allereerst worden weergegeven, gebaseerd op bijvoorbeeld de omvang van de desbetreffende reststroom. Het ontwerp voorziet in de behoeften van de stakeholders en houdt rekening met recente trends en ontwikkelingen in de branche en de literatuur. Het maakt (latente) vraag en aanbod inzichtelijk. Dit maakt het makkelijker dat bedrijven elkaar kunnen vinden, ook als de bedrijven elkaars activiteiten niet kennen. De digitale infrastructuur biedt ruime flexibiliteit om veranderingen in vraag en aanbod te laten zien en de vraag is of dit noodzakelijk is. Als de verbinding is gelegd en er een investering is gedaan zal er niet direct voor iets nieuws gekozen worden.

Een systeem dat op deze manier de reststromen van materialen kan organiseren en daarbij vraag en aanbod bij elkaar kan brengen zou ontzettend bruikbaar zijn in de sector. Daarnaast sluit dit erg goed aan bij de ontwikkelingen op het gebied van data registratie. Het ondersteunen van de besluitvorming, de administratie over overeenkomsten en de aanvraag voor subsidies en financiering heeft een meerwaarde. De kans op fouten is alleen groot, doordat de input nog niet kan worden gecontroleerd. Zonder goede en betrouwbare data gaat een soortgelijk platform niet werken. Belangrijk is hoe vaak deze data wordt geüpdatet en door wie. Het kan zijn dat een beheerder de data ophaalt bij bedrijven of dat bedrijven dit zelf bij moeten bijhouden. Vervolgens kan er worden gekeken hoe erg een fout is in het systeem, doordat bedrijven gegevens invullen vanuit het idee dat een ander bedrijf daar wellicht iets mee kan. Als die bedrijven elkaar vervolgens weten te vinden, wordt het vanzelf meer precies. Bedrijven zullen hier niet dagelijks mee bezig zijn, eerder eenmalig. Een grote uitdaging zal dan ook zijn het continu onder de aandacht brengen van een soortgelijk platform.

De bruikbaarheid hangt af van de gebruikersvriendelijkheid van de interface en de minimale tijd die gebruikers eraan hoeven te besteden. Het geheel is een projectmatig programma van eisen en nog geen technisch programma van eisen. Als het platform ook administratieve taken ondersteund dan is de bruikbaarheid zeker goed. Daarbij moet het platform uitwisselbaar zijn met de systemen van de bedrijven. Het platform moet daarom flexibel, modulair en op basis van data interoperabiliteit worden ontwikkeld. De digitale infrastructuur is effectief wanneer bedrijven er iets mee gaan doen en dat is het grootste obstakel. Het visueel maken van vraag en aanbod helpt heel erg om elkaar snel te vinden en kansen te zien. De grote vraag is wel waarom bedrijven hun data zouden moeten aanbieden en wat het voor bedrijven interessant maakt om het platform regelmatig te bezoeken. Hoe eenvoudiger het platform werkt zonder tussenkomst van een individu hoe bruikbaarder het platform wordt. De effectiviteit hangt vooral af van het gebruik van het model, hoe makkelijk weten partijen het te vinden en hoe halen zij er voldoende meerwaarde uit om zich over de lange termijn eraan te committeren.

In het onderzoek is niet gekeken of de koppeling al kan worden gemaakt met reeds bestaande digitale platformen zoals het Open Urban Platform en 3D digital Twin van de gemeente Rotterdam. Dit is nodig om op te schalen naar een stad als geheel. Daarnaast worden op het digitale platform van de gemeente Rotterdam ook andere digitale toepassingen ontwikkeld. Klimaatdoelen hebben bijvoorbeeld impact op het circulariteit beleid en omgekeerd. De onderlinge relatie is niet onderzocht.

8. CONCLUSIE EN AANBEVELINGEN

8.1 CONCLUSIE

De hoofdvraag van deze scriptie is: **In hoeverre kan circulariteit worden versterkt tijdens de gebiedsontwikkeling van het Merwe-Vierhavengebied door middel van digitale transformatie, waarbij collectiviteit geldt als basis voor circulariteit?** Uit deze scriptie blijkt dat bedrijven erbij gebaat zijn als in het gebied vraag en aanbod inzichtelijk wordt gemaakt. Hierdoor kunnen bedrijven op basis van vrijwilligheid aan elkaar worden gekoppeld en kunnen reststromen worden uitgewisseld. Een digitale infrastructuur is daarbij nodig om het stedelijk gebruik efficiënter te beheren en dit kan zorgen voor een transparante en integrale aanpak. In dit hoofdstuk wordt de conclusie van het onderzoek gegeven op basis van de antwoorden op de deelvragen.

De eerste deelvraag is als volgt: **Wat betekent circulariteit, collectiviteit en digitale transformatie in het kader van de gebiedsontwikkeling van het Merwe-Vierhavengebied?** Het Merwede Vierhavens gebied ontwikkelt zich de komende jaren tot een goed functionerend woon-werk gebied. Een gebiedsontwikkeling is per definitie complex en bij een circulaire gebiedsontwikkeling staat het terugdringen van het gebruik van primaire grondstoffen en het vermijden van afval centraal. Circulariteit wordt als ambitie gesteld in plaats van duurzaamheid in het algemeen. Onderscheidt kan worden gemaakt in operationele processen waar dit onderzoek zich op focust en processen in de bouweconomie. De definities van circulariteit die zich richten op de systeembenadering, richten zich voornamelijk op drie elementen. Gesloten kringlopen en hernieuwbare energie. Daarnaast gaat de circulaire economie ook over systeemdenken. Bedrijven moeten zich focussen op het optimaliseren van het gehele systeem. In het Merwe-Vierhavensgebied wordt de nadruk gelegd op het aangaan van kansrijke samenwerkingen op basis van het potentieel van verschillende lokale actoren. Dit wordt gezien als basis voor de ontwikkeling van circulaire regio's en hangt daarmee nauw samen met de circulaire economie. Het belangrijkste probleem bij het realiseren van een circulaire economie is het gebrek aan feitelijke kennis over de actoren die gezamenlijk de circulaire transitie kunnen realiseren. Hierdoor ontstaat er een scheiding tussen daadwerkelijk bestaande en door het beleid gecreëerde visies op circulariteit. In het Merwe-Vierhavensgebied moet worden gekeken hoe de lokale circulaire maakindustrie slim gekoppeld kan worden aan de gebiedsontwikkeling en welke behoeften en kansen er zijn in de omliggende wijken. Het vinden van de ontbrekende schakel in de waardeketen is van essentieel belang (missing links). Iedereen is werkzaam binnen dezelfde wereldwijde distributie- en waardeketens. Circulariteit vereist dus samenwerking binnen een netwerk van onafhankelijke, maar onderling verbonden actoren. Passende voorzieningen en randvoorwaarden zijn nodig om innovatie te stimuleren en circulaire ontwikkeling te bevorderen.

Participatie is een eerste stap richting collectieve oplossingen. Collectiviteit is van belang om minder primaire grondstoffen te gebruiken en is nodig om naar een betere circulaire samenleving te gaan. Het is moeilijk om circulariteit te begrijpen, zonder dat je een goed beeld hebt van wat de afhankelijkheden zijn van elkaar. Collectiviteit is nodig vanuit een duurzaamheidsperspectief en vanuit een economisch perspectief. Circulariteit is vaak nog een op zichzelf staand domein en nog niet geïntegreerd in het energietransitie beleid. Die twee zaken hebben een sterke relatie en moeten met elkaar worden gecombineerd. Klimaatdoelen hebben impact op het circulariteit beleid en omgekeerd. Collectiviteit is ook het afstemmen van beleidsdoelen op elkaar.

Industriële symbiose is een concept dat de kansen voor bedrijven weergeeft om samen te werken in een circulaire economie. Industriële symbiose op basis van de geografische ligging van bedrijven is nog een minder gebruikelijk concept. Ondanks de mogelijke economische en maatschappelijke baten blijkt dat geplande industriële moeilijk is omwille van de vele complexe onderlinge relaties, waardoor de kans op succes op voorbaat beperkt en sterk onzeker blijft. Vanuit de praktijk is er behoefte aan een platform om informatie te delen. Samenwerken in de keten is essentieel zodat bedrijven elkaars reststromen gaan gebruiken en er in zijn totaliteit minder grondstoffen worden gebruikt. Dat is een belangrijk onderdeel van circulariteit en technologie kan dit proces ondersteunen. Digitale transformatie gaat niet over het implementeren van digitale oplossingen en geavanceerde technologieën, maar over het bereiken van mensgerichte groei. Het inzichtelijk krijgen van de fysieke kringlopen, heeft een meerwaarde voor bedrijven, brancheorganisaties en overheden die een verandering kunnen beïnvloeden, zodat de ontwikkeling in de verwachte richting plaats kan vinden.

De tweede deelvraag is als volgt: **Welke circulaire kansen zijn er in het Merwe-Vierhavensgebied om te komen tot een duurzame (her) ontwikkeling van het havengebied?** Industriële symbiose is met name interessant op (haven) bedrijventerreinen, door de geografische ligging van bedrijven. Al deze bedrijven hebben verschillende reststromen en materialen in het dagelijkse productieproces. Deze materialen en stromen kunnen met elkaar worden uitgewisseld en zorgen ervoor dat er lokaal veel waarde wordt gecreëerd. In het gebied wordt niet gekeken naar circulariteit binnen één sector. Niet maritiem of bouw gedreven, maar maak gedreven en dat kan heel divers zijn. Bedrijvigheid in het M4H-gebied is te onderscheiden in drie categorieën, namelijk de nieuwe maakindustrie, grootschalige havenindustrie en overige bedrijvigheid. Er zijn een aantal thema's die van belang zijn om te versnellen naar een circulaire economie. Bewustwording en kennisdeling. Het tweede is beleid en organisatie. Bedrijven moeten het bedrijfsproces circulair inrichten. Het derde is het businessmodel. De winst, de kosten en de baten moeten inzichtelijk zijn. Het meetbaar maken gaat over of iets daadwerkelijk circulair is en ketensamenwerking gaat over de samenwerking tussen bedrijven.

Het volume van reststromen is bij sommige bedrijven in het Merwe-Vierhavensgebied is nog niet dusdanig dat het rendabel is om reststromen te uit te wisselen. Bedrijven waarbij het productieproces al in hoge mate circulair is zien wel al kansen om reststromen uit te wisselen met andere bedrijven. Naast het uitwisselen van reststromen wordt er voornamelijk gekeken naar nieuwe samenwerkingen binnen het gebied. Om bedrijven te behouden in het gebied moet vraag en aanbod inzichtelijk worden gemaakt en moet er worden gezorgd voor de juiste voorzieningen en connecties. De lokale overheid kan hierin een rol spelen door te bemiddelen en financieel te ondersteunen waardoor projecten mogelijk kunnen worden gemaakt. Volgens de bedrijven hoeft de inbreiding van woningen in het gebied geen bedreiging te zijn voor de kleine maakindustrie. Hierbij is het wel noodzakelijk dat er goede afspraken vooraf kunnen worden gemaakt, waarbij wonen en werken in de juiste verhouding worden inkadert. Doordat maakbedrijven vaak productieruimten nodig hebben, is ruimtegebruik een risico. Het aantrekken van mensen en bewoners in het gebied met dezelfde mindset kan hierbij kunnen helpen.

Het project Kalundborg heeft een website (<http://www.symbiosis.dk/en/>) ontwikkeld waarop de beschikbare reststromen in kaart zijn gebracht om circulariteit te versterken. De website fungeert als communicatiemiddel voor het delen van de symbiotische mindset, waarbij bedrijven worden geïnspireerd om deel uit te maken van het netwerk. Daarnaast worden samenwerkingen versterkt,

waarbij nieuwe bedrijven worden geïdentificeerd en aangetrokken om de ketens te verkleinen. Op deze manier kunnen reststromen volledig worden benut door een systematische benadering. Voor het identificeren van de bedrijven is een screeningstool ontwikkeld om een overzicht te krijgen van de reststromen en het bewustzijn van manieren om deze stromen en hun waarde in toekomstige productieprocessen te optimaliseren. De screeningstool kan worden gedownload op de website van Kalundborg en kan als basis dienen voor andere symbiose projecten. De gestructureerde manier van omgaan met nieuwe projecten in Kalundborg om symbiotische verbindingen tot stand te brengen is inconsistent met de eerdere willekeurige ongestructureerde manier. Deze nieuwe manier is een middel om de transformatie naar een volledig gebruik van middelen te versterken. Het communicatieplatform 'Inside Rotterdam Makers District' is een mooie basis om industriële symbiose in het Merwe-vierhavensgebied verder tot stand te brengen. Inzichtelijk is welke bedrijven zijn gevestigd in het gebied en informatie kan worden gedeeld op het platform. Het communicatieplatform kan zich nog verder richten op het verder tot stand brengen van industriële symbiose en het inzichtelijk maken van de potentiële reststromen in het gebied is een eerste stap die moet worden gemaakt.

De derde deelvraag is als volgt: **Hoe zijn circulaire ambities in relatie tot het Merwe-Vierhavensgebied collectief te operationaliseren?** In de transitie naar een circulaire samenleving zie je dat er bedrijven zijn die vooroplopen en dus intrinsiek gemotiveerd zijn. Deze partijen zullen vanuit een bottom-up benadering sneller samenwerken. Anderzijds heb je bedrijven die wachten op een raamwerk of regelgeving en dat is meer top-down vanuit de lokale overheid. Voor zowel nieuwe als bestaande gebieden heb je partijen nodig die gemotiveerd zijn om te verduurzamen en tegelijkertijd moet er een speelveld afgesproken zijn waarbinnen dit kan plaatsvinden. Gezamenlijke ambitie is ontzettend nodig en daarom moet er een kader worden gegeven op ambitie. Bedrijven moeten zich gezamenlijk kunnen vinden in een ambitie die wordt nagestreefd en het moet helder zijn waar er naartoe wordt bewogen op het gebied van circulariteit en op het gebied van digitalisatie. Dit moet komen vanuit de gevestigde bedrijven en als dat ontbreekt kan de gemeente daarin faciliteren. Dit kan door middel van een bedrijven collectief of ondernemersvereniging die zelf mede stuurt hoe dat collectief zich verder ontwikkelt. Je gaat pas in de keten samenwerken, zodra je weet welke partijen in de keten van belang kunnen zijn. Inzicht in elkaar proces is daarbij van belang, openheid en de ondersteuning om dat met elkaar te willen verbinden. De rol van de lokale overheid is het creëren van omstandigheden waardoor dit mogelijk kan worden gemaakt.

De vierde deelvraag is: **in hoeverre kan ondersteunende infrastructuur helpen bij deze operationalisering?** Samenwerken in de keten is ontzettend essentieel, zodat bedrijven elkaars reststromen gaan gebruiken en er in zijn totaliteit minder grondstoffen worden gebruikt. Dat is een belangrijk onderdeel van circulariteit en technologie kan dit proces ondersteunen. Onze steden zijn gevormd door de interactie tussen de sociale en fysieke werkelijkheid. De digitale werkelijkheid is in een steeds grotere mate een autonome werkelijkheid waarin beslissingen worden genomen die rechtstreeks impact hebben op de stad, zonder dat wij daar als stad omgekeerd invloed op hebben. Op dit moment worden er bestaande systemen gekoppeld en dat is een enorme uitdaging doordat die systemen zijn ontwikkeld vanuit bepaalde toepassingen. Op het raakvlak van verschillende beleidsinterventies worden momenteel risicomijdende besluiten genomen, omdat de bronnen niet gekoppeld kunnen worden en daardoor de samenhang niet bekend is. Data interoperabiliteit is hierbij essentieel. Het is noodzakelijk om de samenhang te begrijpen, wat betekent mijn interventie voor iemand anders, om te toe gaan naar wat betekent onze interventie voor de stad als geheel. We moeten

veel meer data in plaats van software gedreven worden en dit betekent in de praktijk Open Data Standaarden. Als een platform werkt via Open Data Standaarden dan stimuleert dat de mogelijkheid voor data uitwisseling en de verdere ontwikkeling van toepassingen. De software staat niet centraal, maar de toegepaste data op basis van vooraf bepaalde kaders.

Bij industriële symbiose gaat het vaak nog primair over de huidige fysieke werkelijkheid en hoe data kan helpen om dit proces te versterken. Een open urban platform gekoppeld aan een digital twin van de stad is een grote verzamelplaats van data en aan de andere kant is het een communicatiemiddel waarop data vanuit verschillende invalshoeken kan worden bekeken. Bedrijven moeten zelf kunnen kiezen welke data er beschikbaar wordt gesteld. Het basisprincipe blijft dat de databron de eigenaar blijft van zijn eigen data. De databron bepaalt met wie, hoelang en hoeveel data die wilt delen. Het is aannemelijk dat bedrijven vanuit een bedrijfseconomisch perspectief concurrentiegevoelige informatie achterhouden. Op het gebied van circulariteit is het van belang dat de informatie beschikbaar en voorhanden blijft zodat er geen informatie asymmetrie ontstaat. De overheid moet hiervoor regelgeving opstellen zodat de beschikbaarheid en integriteit geborgd blijft in het circulaire proces. De digitale infrastructuur moet de trend volgen van complexiteit. De tijdsafhankelijkheid, ruimtelijke afhankelijkheid en de multi-factor afhankelijkheid. De vierde is de commodity, materiele stromen die nu nog niet zijn gekoppeld aan een soortgelijk systeem. Op het gebied van circulariteit kan er naar een gebied worden gekeken en enkele stromen die daaruit voortvloeien, vanuit daar wordt er gekeken naar meerdere stromen en gebruikers.

De hoofdvraag is als volgt: *In hoeverre kan **circulariteit** worden versterkt tijdens de gebiedsontwikkeling van het Merwe-Vierhavengebied door middel van digitale transformatie, waarbij collectiviteit geldt als basis voor circulariteit?* Het visueel en dus digitaal maken van de keten is ontzettend belangrijk om inzicht te krijgen en om te laten zien welke succesvolle uitwisselingen er al plaats vinden in een gebied. Het is moeilijk om circulariteit te begrijpen, zonder dat je een goed beeld hebt van wat de afhankelijkheden zijn van elkaar. Op het gebied van circulariteit is een digitale infrastructuur onmisbaar. De ketens, de afhankelijkheden en hoe die kringlopen zich verplaatsen over tijd moeten inzichtelijk zijn en blijven om volledig circulair te zijn in 2050.

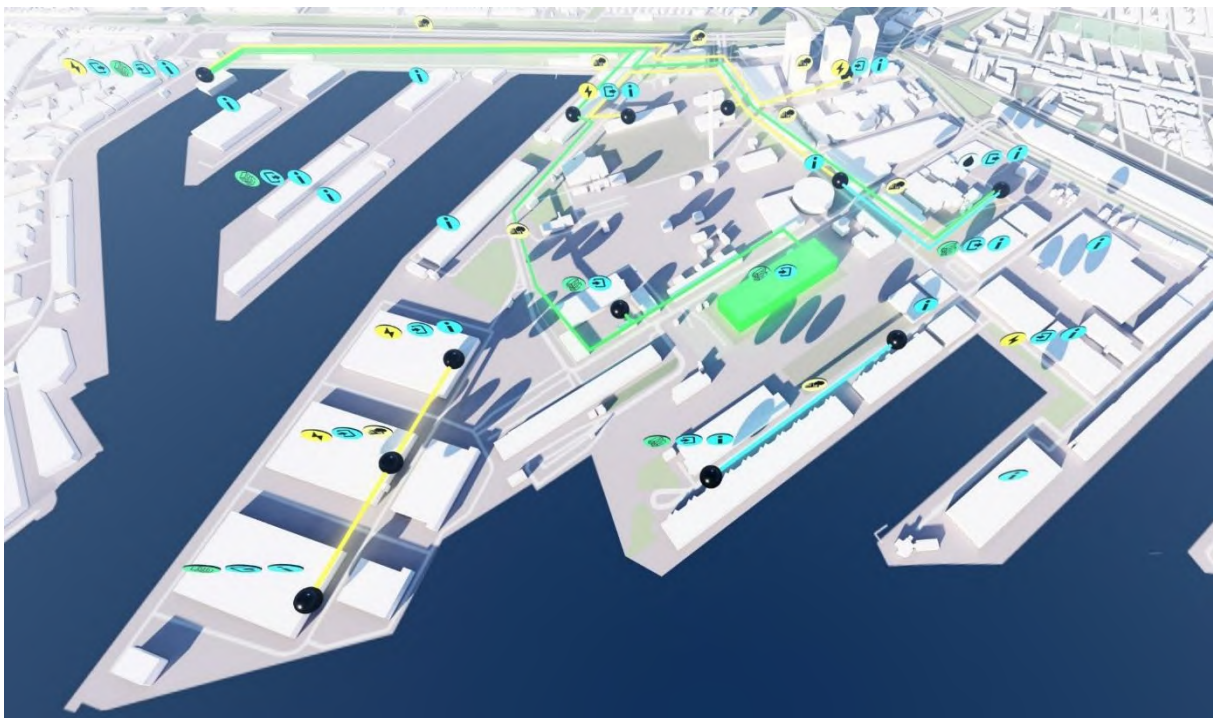
De ontworpen digitale infrastructuur voor circulaire gebiedsontwikkeling is relevant voor de sector momenteel. Het op een eenvoudige wijze in beeld brengen van materiaalstromen door de gevestigde partijen, past goed bij de beweging die we als samenleving doormaken naar een circulaire economie. Als bedrijven zelf hun materiaal-, energie- en waterstromen kunnen invoeren wordt dat al snel te veel en te divers. Een selectie van potentiële reststromen van bedrijven moet daarom allereerst worden weergegeven, gebaseerd op bijvoorbeeld de omvang van de desbetreffende reststroom. Het ontwerp voorziet in de behoeften van de stakeholders en houdt rekening met recente trends en ontwikkelingen in de branche en de literatuur. Het maakt (latente) vraag en aanbod inzichtelijk. Dit maakt het makkelijker dat bedrijven elkaar kunnen vinden, ook als de bedrijven elkaars activiteiten niet kennen. De digitale infrastructuur biedt ruime flexibiliteit om veranderingen in vraag en aanbod te laten zien en de vraag is of dit noodzakelijk is. Als de verbinding is gelegd en er een investering is gedaan zal er niet direct voor iets nieuws gekozen worden.

Een systeem dat op deze manier de reststromen van materialen kan organiseren en daarbij vraag en aanbod bij elkaar kan brengen zou ontzettend bruikbaar zijn in de sector. Daarnaast sluit dit erg goed

aan bij de ontwikkelingen op het gebied van data registratie. Het ondersteunen van de besluitvorming, de administratie over overeenkomsten en de aanvraag voor subsidies en financiering heeft een meerwaarde. De kans op fouten is alleen groot, doordat de input nog niet kan worden gecontroleerd. Zonder goede en betrouwbare data gaat een soortgelijk platform niet werken. Belangrijk is hoe vaak deze data wordt geüpdatet en door wie. Het kan zijn dat een beheerder de data ophaalt bij bedrijven of dat bedrijven dit zelf bij moeten bijhouden. Vervolgens kan er worden gekeken hoe erg een fout is in het systeem, doordat bedrijven gegevens invullen vanuit het idee dat een ander bedrijf daar wellicht iets mee kan. Als die bedrijven elkaar vervolgens weten te vinden, wordt het vanzelf meer precies. Bedrijven zullen hier niet dagelijks mee bezig zijn, eerder eenmalig. Een grote uitdaging zal dan ook zijn het continu onder de aandacht brengen van een soortgelijk platform.

De bruikbaarheid hangt af van de gebruikersvriendelijkheid van de interface en de minimale tijd die gebruikers eraan hoeven te besteden. Het geheel is een projectmatig programma van eisen en nog geen technisch programma van eisen. Als het platform ook administratieve taken ondersteund dan is de bruikbaarheid zeker goed. Daarbij moet het platform uitwisselbaar zijn met de systemen van de bedrijven. Het platform moet daarom flexibel, modulair en op basis van data interoperabiliteit worden ontwikkeld. De digitale infrastructuur is effectief wanneer bedrijven er iets mee gaan doen en dat is het grootste obstakel. Het visueel maken van vraag en aanbod helpt heel erg om elkaar snel te vinden en kansen te zien. De grote vraag is wel waarom bedrijven hun data zouden moeten aanbieden en wat het voor bedrijven interessant maakt om het platform regelmatig te bezoeken. Hoe eenvoudiger het platform werkt zonder tussenkomst van een individu hoe bruikbaarder het platform wordt. De effectiviteit hangt vooral af van het gebruik van het model, hoe makkelijk weten partijen het te vinden en halen zij er voldoende meerwaarde uit om zich over de lange termijn eraan te committeren.

Bekijk de video van de digitale infrastructuur: <https://www.rdmsymbiosis.com/digitaleinfrastructuur>



Figuur 11 – Objectontwerp digitale infrastructuur (<https://www.rdmsymbiosis.com/digitaleinfrastructuur>)

8.2 AANBEVELINGEN EN REFLECTIE

8.2.1 AANBEVELINGEN NAAR AANLEIDING VAN DE CONCLUSIE VAN DIT ONDERZOEK

Op basis van de conclusies van dit onderzoek worden in deze paragraaf de aanbevelingen opgesteld voor iedereen die werkzaam is op het gebied van circulaire gebiedsontwikkeling. Een gebied is geen statisch gegeven maar een dynamisch geheel waarbij er constante verandering is door gevestigde partijen en externe factoren. De gebiedsontwikkeling van het Merwede Vierhavens gebied ontwikkelt zich de komende jaren tot een goed functionerend woon-werk gebied en in het ruimtelijk raamwerk is hiervoor een visie gepresenteerd voor 2035 tot 2050. Als we in 2030 50% minder primaire grondstoffen willen gebruiken dan nu en in 2050 volledig circulair willen zijn, dan moet er worden gekeken welke grondstoffen er overblijven in een gebied aan het einde van de levensduur en hoe die grondstoffen opnieuw kunnen worden gebruikt in nieuwe processen. Digitale transformatie tijdens een circulaire gebiedsontwikkeling is onmisbaar om kringlopen inzichtelijk te maken, te verkleinen en uiteindelijk te sluiten. Zet niet alleen in op circulaire ambities, maar kijk ook hoe digitalisatie dit proces kan helpen versterken.

Circulariteit

- Scherp de definitie van circulariteit aan op het onderwerp of sector, maar laat geen discussie ontstaan over wat circulariteit inhoudt;
- Kijk niet alleen naar circulariteit binnen één keten, maar kijk welke bedrijven lokaal actief zijn en hoe de verbinding kan worden gemaakt tussen bestaande industriële processen.
- Beschouw de nevenproducten van het industriële complex hierbij als producten voor andere bedrijfsprocessen en maak dit onderdeel van de businesscase;
- Beperk de kosten van de circulaire businesscase door samenwerkingen tussen bedrijven te stimuleren en verstrek subsidies om potentiële uitwisselingen mogelijk te maken;
- Denkwerk moet leiden tot duurzame productie. Zorg voor een goede communicatie over de circulaire ambities, zodat er bewustwording ontstaat bij de gevestigde bedrijven in een gebied;
- Kijk bij de gronduitgifte niet alleen naar de grondprijzen, maar ook naar de meerwaarde van een bedrijf voor een gebied. Een circulaire gronduitgifte kan worden ingezet als instrument om circulariteit te meten en te belonen;
- De maakindustrie kan worden gestimuleerd door de belastingen op arbeid te verlagen en die op grondstoffen te verhogen, waardoor de bewerking van materialen rendabeler wordt.

Collectiviteit

- Zet business to business centraal om slagen te maken. Per bedrijf is het verschillend welke informatie van meerwaarde kan zijn, maar het gaat voornamelijk om het verbinden.
- Participatie is een eerste stap richting collectieve oplossingen. Er moet een belofte zijn op een gezamenlijke meerwaarde. Hiervoor moet een kader worden gegeven op ambitie. Bedrijven moeten zich gezamenlijk kunnen vinden in een ambitie die wordt nagestreefd en het moet helder zijn waar er naartoe wordt bewogen op het gebied van circulariteit en digitalisatie;

- Creëer een grote diversiteit aan bedrijven, waardoor de uitwisseling van reststromen makkelijker kan verlopen. Praktisch gezien betekent dit dat je een bepaald volume moet vullen en dan weer andere activiteiten moet aantrekken;
- Versterk de voordelen van collectieve oplossingen en breng anderzijds de risico's van individuele projecten inzichtelijk;
- Circulariteit is vaak nog een op zichzelf staand domein en nog niet geïntegreerd in het energietransitie beleid. Die twee zaken hebben een sterke relatie en moeten met elkaar worden gecombineerd. Klimaatdoelen hebben impact op het circulariteit beleid en omgekeerd. Een digitale infrastructuur kan deze relatie inzichtelijk maken;
- Laat een bedrijven collectief of ondernemersvereniging mede sturen hoe dat collectief zich verder ontwikkelt en laat bedrijven meedenken hoe een soortgelijk digitaal platform moet worden vormgegeven.

Digitale transformatie

- Breng de huidige fysieke werkelijkheid inzichtelijk om met elkaar naar dezelfde werkelijkheid te kunnen kijken. Voor circulariteit begint dat met een digitale replica van de productieprocessen en vervolgens kan er door middel van slimme software en algoritmes worden gekeken hoe je binnen die werkelijkheid zaken efficiënter kunt inrichten;
- Zorg ervoor dat niet de software centraal staat, maar de toegepaste data op basis van vooraf bepaalde kaders. Dit betekent in de praktijk Open Data Standaarden;
- Stel de gebruikersrollen vast en geef per rol de bijbehorende stakeholder aan en wat het doel is van die gebruikersrol. Daarnaast moeten de rollen voor governance worden vastgesteld. De eigenaar, exploitant en de marktmeester;
- Specificeer de data en voor welke doeleinden die data gebruikt wordt. Zorg vanuit de overheid voor regelgeving, zodat de beschikbaarheid en integriteit geborgd blijft in het circulaire proces;
- Ontwikkel een platform voor partijen om gezamenlijk een functie over hun input te berekenen, terwijl partijen deze data privé invoeren. Dit gaat over secure multi-party computation;
- Laat selectiecriteria voor missing links mee veranderen in het proces in samenwerking met de lokale overheid en de bedrijven.
- Een infrastructuur moet de trend volgen van complexiteit. De tijdsafhankelijkheid, ruimtelijke afhankelijkheid en de multi-factor afhankelijkheid. De vierde is de commodity, waarin materiele stromen zijn gekoppeld aan een soortgelijk systeem;
- Ontwikkel een platform op basis van data interoperabiliteit, zodat het platform uitwisselbaar is met andere systemen, waaronder die van de gevestigde bedrijven.

Op het gebied van circulariteit kan er naar een gebied worden gekeken en enkele stromen die daaruit voortvloeien, vanuit daar moet er worden gekeken naar meerdere stromen en gebruikers. Top down moet er een stip op de horizon worden gezet, gekoppeld aan een beperkt aantal randvoorwaarden zodat je ook flexibel blijft naar de toekomst toe. Niemand weet hoe de wereld er over tien jaar uitziet en daarom is data interoperabiliteit essentieel. Het is belangrijk om dit proces te faseren, waarbij wordt aangegeven wanneer wat mogelijk is en waarbij mogelijk gestuurd kan worden.

8.2.2 REFLECTIE

Reflectie op de onderzoeksresultaten

De ontworpen digitale infrastructuur dient als een vertrekpunt voor bedrijven en overheden om een digitale toepassing op het gebied van circulariteit te ontwikkelen. De resultaten van dit onderzoek geven inzicht in de wijze waarop een soortgelijk platform zou kunnen worden vormgegeven. Het is hierbij van belang om altijd de lokale context in ogenschouw te nemen, om te bepalen welke functies het meest kansrijk zijn voor een bepaald gebied.

Reflectie op het onderzoeksproces

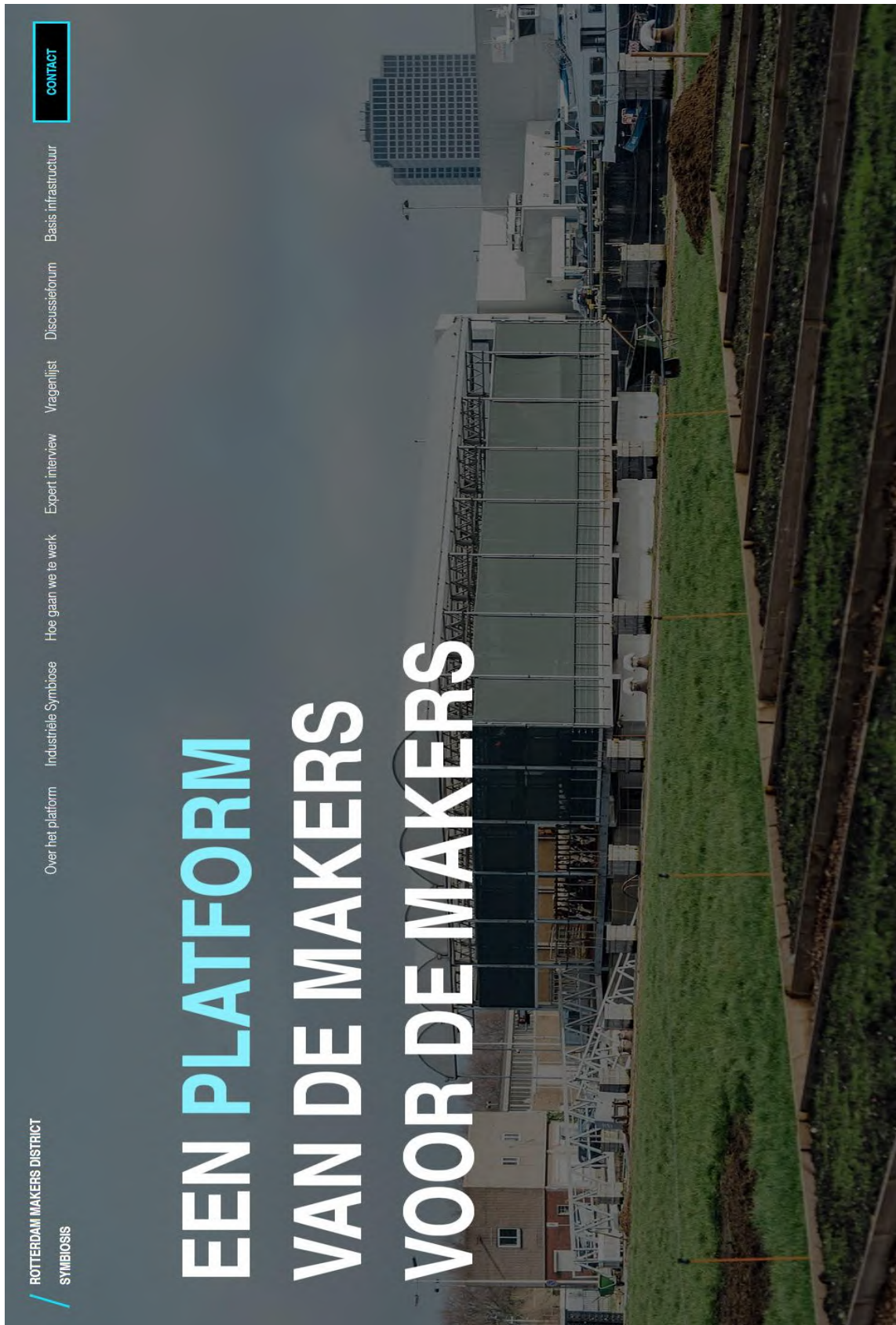
In het onderzoek is ontwerp onderzoek gebruikt en dit proces is naar verwachting verlopen. Door middel van de online vragenlijst en de experts interviews zijn er inzichten vanuit de praktijk gedefinieerd en is er gekeken naar de kansen in het gebied per thema. Voor het presenteren van de digitale infrastructuur is gebruik gemaakt van een video, waarbij is laten zien hoe een soortgelijk platform zou kunnen functioneren in de praktijk. Het nadeel van het ontwerp van de digitale infrastructuur is dat er verder nog geen functionele en inhoudelijk specificaties zijn ontwikkeld, waardoor het expertpanel alleen verwachtingen kon uitspreken. Daarnaast heeft de onderzoeker in dit rapport als enige de rol van ontwerper en veranderaar. Het expertpanel heeft het ontwerp van de digitale infrastructuur geëvalueerd, maar moet in een volgende ontwerpfasen mee ontwerpen in samenwerking met de gevestigde bedrijven.

Vervolgonderzoek

Het onderzoek heeft geresulteerd in een communicatieplatform en een digitale infrastructuur voor de uitwisseling van reststromen tussen bedrijven in het Merwede-Vierhavensgebied. In verder onderzoek kan een soortgelijk systeem verder worden uitgewerkt waarbij functionele en inhoudelijk specificaties verder kunnen worden vastgesteld. In het onderzoek is gekeken naar operationele processen. Een soortgelijk platform met een toepassing op het gebied van circulariteit is ook mogelijk voor processen in de bouwconomie. 3D BIM-modellen en materiaalpaspoorten kunnen worden gekoppeld aan de fysieke omgeving waardoor de onderlinge relatie van actoren in de bouwconomie inzichtelijk kan worden gemaakt. Daarnaast is er in het onderzoek specifiek gekeken naar het Merwede-Vierhavensgebied. Verder onderzocht kan worden hoe een soortgelijk platform zou moeten worden vormgegeven in andere soortgelijke gebieden zoals bijvoorbeeld de Binckhorst in Den Haag. Ten opzichte van het Merwede-Vierhavensgebied zijn hier meer productiebedrijven gevestigd.

In de steeds veranderende en digitale wereld is geen enkel idee ooit 'af' en de ondersteunende digitale infrastructuur die is onderzocht zal zich daarom blijven ontwikkelen. Het ontworpen communicatieplatform en een digitale infrastructuur blijft online staan zodat bedrijven en experts informatie kunnen blijven uitwisselen. De volgende stap in het ontwerp- en implementatieproces kan zijn het verder verfijnen van het ontwerp (onderdelen), het voorbereiden van het implementatieproces en het uiteindelijke implementatieproces zelf. Gekeken kan worden naar de koppeling met reeds bestaande digitale platformen zoals het Open Urban Platform en 3D digital Twin van de gemeente Rotterdam.

Neem deel aan de discussie over de ontwikkeling van een digitale infrastructuur voor circulaire gebiedsontwikkeling.



Figuur 12 – Eigen bewerking website: <https://www.rdmsymbiosis.com/>

BIBLIOGRAFIE

- Aken & Andriessen. (2011). *Handboek ontwerpgericht wetenschappelijk onderzoek*. Den Haag: Boom Lemma.
- Bahers et al. (2018). *Urban Metabolism of Intermediate Cities: The Material Flow Analysis, Hinterlands and the Logistics-Hub Function of Rennes and Le Mans*.
- Ben Croxford, T. D. (2020). *FOUNDRIES OF THE FUTURE: A Guide for 21st Century Cities of Making*.
- Bolton et al. (2018). *The Gemini Principles: Guiding values for the national digital twin and information management framework*. Centre for Digital Built Britain.
- BTIC. (2020). *KENNIS- EN INNOVATIEPROGRAMMA DIGITALISERING (DIGITAL TWINS)*. Delft.
- Bueren. (z.d.). *Info Circulaire gebiedsontwikkeling pionieren op grote schaal*. Opgehaald van Webstie van TU Delft: <https://www.tudelft.nl/stories/articles/circulaire-gebiedsontwikkeling-pionieren-op-grote-schaal>
- Bueren. (z.d.). *Info over circulaire gebiedsontwikkeling: pionieren op grote schaal*. Opgehaald van Website van TU Delft: <https://www.tudelft.nl/stories/articles/circulaire-gebiedsontwikkeling-pionieren-op-grote-schaal/>
- Buitelaar et al. (2012). *Planeconomie en organische gebiedsontwikkeling*. Sdu Uitgevers.
- Buitenlaar et al. (2012). *Vormgeven aan de spontane stad: belemmeringen en kansen voor organische stedelijke herontwikkeling*. Den Haag: Uitgeverij PBL.
- Cabinet Office, Government of Japan. (z.d.). *Info over Society 5.0*. Opgehaald van Website van Cabinet Office, Government of Japan: https://www8.cao.go.jp/cstp/english/society5_0/index.html
- CEstakeholderEU. (z.d.). *Info over Kalundborg Symbiose: zes decennia van een circulaire benadering van productie*. Opgehaald van Website van Europees Stakeholderplatform voor de circulaire economie: <https://circulareconomy.europa.eu/platform/en/good-practices/kalundborg-symbiosis-six-decades-circular-approach-production>
- Chertow. (2007). *'uncovering' Industrial Symbiosis*.
- Circulair ondernemen. (z.d.). *Info over hoe ver je met circulair?* Opgehaald van Webstie van circulair ondernemen: <https://www.circulairondernemen.nl/uploads/1a2c8fd70f93b54cf4088fa32880a455.pdf>
- Circulaire zaken. (z.d.). *Info over grondstoffenmakelaar*. Opgehaald van Website van Circulaire zaken: <https://circulairezaken.nl/nl/projecten/grondstoffenmakelaar>
- DELVA Landscape Architects & Urbanism. (2019, juni 27). *Info over ruimtelijk raamwerk merwevierhavens Rotterdam*. Opgehaald van Website van m4h rotterdam: <https://m4hrotterdam.nl/wp-content/uploads/2019/07/DLA-M4H-17028-Boekwerk-190627-LQ.pdf>

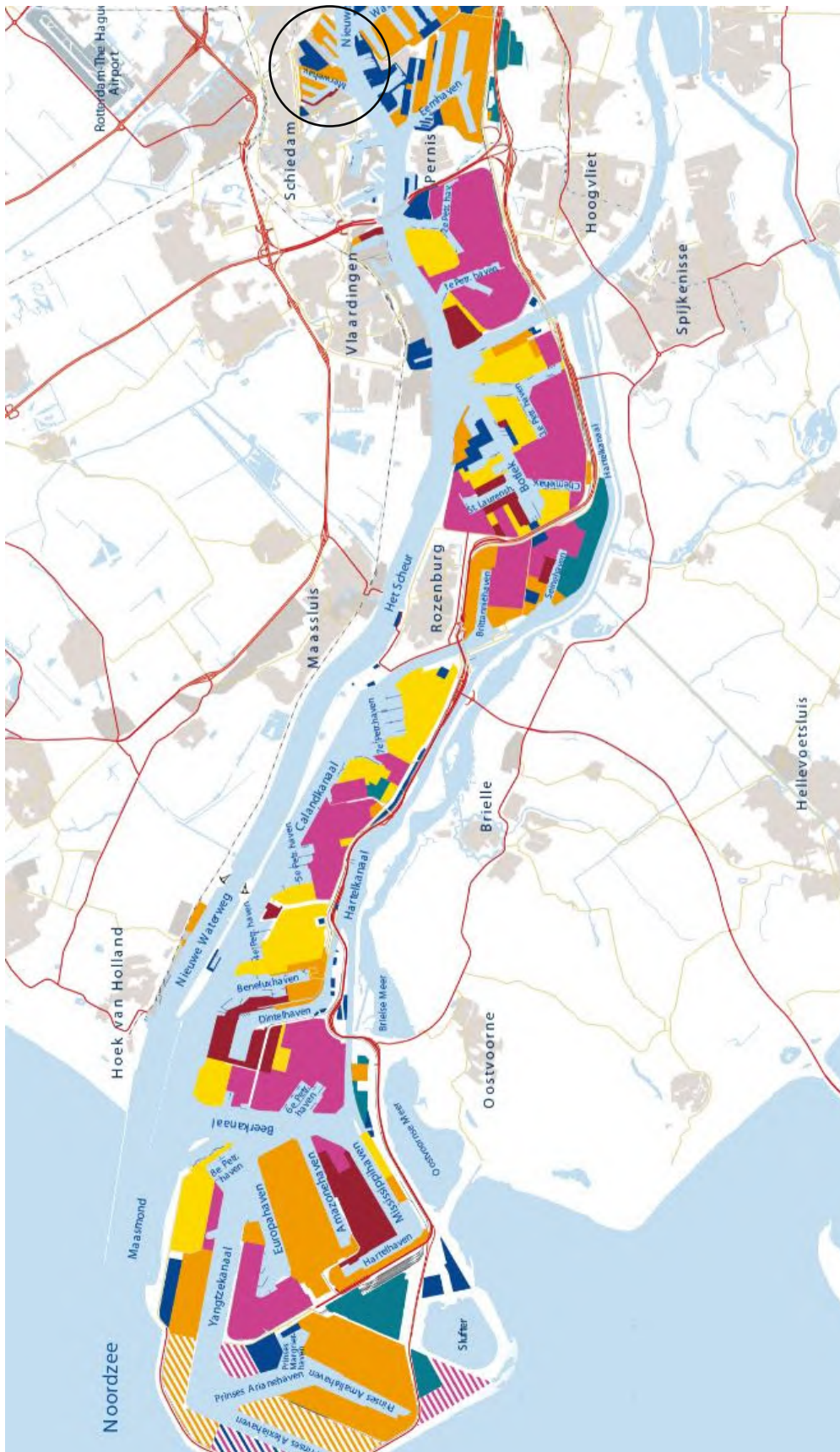
- Design Council. (2015). *Info over wat is het raamwerk voor innovatie?* Opgehaald van Website van Design Council: <https://www.designcouncil.org.uk/news-opinion/what-framework-innovation-design-councils-evolved-double-diamond>
- Dijksma & Kamp. (2016). *Nederland circulair in 2050, Rijksbreed programma Circulaire Economie*. Opgehaald van Website van Rijksoverheid.
- Ellen MacArthur FOundation. (2015). *Towards a circular economy: business rationale for an accelerated transition*. Ellen MacArthur FOundation.
- Evans et al. (2019). *Digital twins for the built environment. An introduction to the opportunities, benefits, challenges en risks*.
- Gandy. (2004). *Rethinking urban metabolism: water, space and the modern city*.
- Gartner. (z.d.). *Info over Information Technology, Digital Twin*. Opgehaald van Website van Gartner: <https://www.gartner.com/en/information-technology/glossary/digital-twin>
- Gartner. (z.d.). *Informatie over Technologie*. Opgehaald van Website van Gartner: <https://www.gartner.com/en/information-technology/glossary/digitalization>
- Hedberg & Šipka. (2020). *The circular economy: Going digital*. European Policy Centre.
- Heijden. (z.d.). *Programma Digitale Stad*. Opgehaald van Website van Urban Big Data: <http://urbanbigdata.nl/projecten/197/digitale-stad>
- Het Groene Brein. (z.d.). *Info over circulaire economie*. Opgehaald van Website van het Groene Brein: <https://kenniskaarten.hetgroenebrein.nl/kenniskaart-circulaire-economie/gerelateerd-aan-circulaire-economie/>
- Het Groene Brein. (z.d.). *Info over wat is ketensamenwerking*. Opgehaald van Website van Het Groene brein: <https://kenniskaarten.hetgroenebrein.nl/kenniskaart-circulaire-economie/samenwerking-keten/>
- Het Groene Brein. (z.d.). *Info over wat is ketensamenwertking?* Opgehaald van Website van kenniskaarten het groene brein: <https://kenniskaarten.hetgroenebrein.nl/kenniskaart-circulaire-economie/samenwerking-keten/>
- Jonker-Verklaart. (2015). *Stedelijk ontwikkelen nieuwe stijl. Hoe doe je dat?* Den Haag: Platform 31.
- Kalundborg Symbiosis. (z.d.). *In over Kalundborg Symbiosis*. Opgehaald van Website van Kalundborg Symbiosis: <http://www.symbiosis.dk/en/>
- Kelvin Solutions. (2018). *Achtergrond en Methodiek voor industriële symbiose*.
- Kempenaar et al. . (2016). *“design makes you understand”-mapping the contributions of designing to regional planning and development. Landscape and Urban Planning, 149, 20-30*.
- Kennedy et al. (2011). *The study of urban metabolism and its applications to urban planning and design*.
- Kirchherr et al. (2017). *Resources, Consevation & Recycling*.
- Konz et al. (2002). *Industriële symbiose op bedrijventerreinen*. Technische Universiteit Eindhoven.

- Lammers. (2019). *Info over digitale transformatie*. Opgehaald van Website van PropTech.nl: <https://www.proptech.nl/blog/digitale-transformatie/>
- Lammers. (2019). *Info over Society 5.0: ontdek hoe duurzame ontwikkelingsdoelstellingen en proptech samenkomen*. Opgehaald van Website van PropTech.nl: <https://www.proptech.nl/blog/society-50/>
- Linden et al. (2018, November 16). *Info over de meerwaarde van ontwerpend onderzoek voor gebiedsontwikkelaars*. Opgehaald van Website van gebiedsontwikkeling.nu: <https://www.gebiedsontwikkeling.nu/artikelen/de-meerwaarde-van-ontwerpend-onderzoek-voor-gebiedsontwikkelaars/>
- M4H Programmabureau. (2020). *M4H in Cijfer Monitor 2019*. Rotterdam.
- Marketplace Editorial. (2019). *Info over de digitale tweeling van Rotterdam. Herdefinieert onze fysieke, digitale en sociale wereld*. Opgehaald van Website van eu-smartcities: <https://eu-smartcities.eu/news/rotterdams-digital-twin-redefines-our-physical-digital-social-worlds>
- Metabolic. (2018). *Metabolic en Circle Economy, referentiejaar 2015*.
- Metabolic. (2018). *Minimale hoeveelheid verwerkt in de Rotterdamse haven*.
- Ministerie van Infrastructuur en Milieu. (2012). *Investeren in gebiedsontwikkeling nieuwe stijl: Handreikingen voor samenwerkingen en verdienmodellen*. Den Haag: Ministerie van Infrastructuur en Milieu.
- NEN. (z.d.). *Nederlandse Praktijkrichtlijn 'Open Urban Platforms' beschikbaar*. Opgehaald van Website van NEN: <https://www.nen.nl/nieuws/nederlandse-praktijkrichtlijn-open-urban-platforms-beschikbaar/>
- Neprom & Akro consult. (2014). *Partnerkeuze bij gebiedsontwikkeling, houd het simpel met vlag en wimpel*.
- Nijhijis et al. (2017). *Ontwerpend onderzoek, in Praktijkgericht onderzoek in de ruimtelijke planvorming. Methode voor analyse en visievorming*. Wageningen: Landwerk.
- Omroepwest. (2017). *Grondstoffenmakelaar in Den Haag: 'wat voor de een afval is, is voor de ander een product'*. Opgehaald van Website van Omroepwest: <https://www.omroepwest.nl/nieuws/3335598/Grondstoffenmakelaar-in-Den-Haag-Wat-voor-de-eeen-afval-is-is-voor-de-ander-eeen-product>
- Paquin & Howard-Grenville. (2009). *Facilitating Regional Industrial Symbiosis: Network Growth in the UK's National Industrial Symbiosis Programme*.
- Peek, Amsterdam School of Real Estate. (2020). *Smart Cities: Wat, waarom en hoe? [powerpoint niet publiekelijk toegankelijk]*.
- Planbureau voor de Leefomgeving. (2015). *Toekomstverkenning Welvaart en Leefomgeving. Nederland in 2030 en 2050: twee referentiescenario's*. Den Haag.
- Platform Duurzame Gebiedsontwikkeling . (2014). *Crisis creëert ruimte. Een transitie programma voor duurzame gebiedsontwikkeling* . Amsterdam.

- Port of Rotterdam. (z.d.). *Info over Merwe-Vierhavens*. Opgehaald van Website van Port of Rotterdam: <https://www.portofrotterdam.com/nl/merwe-vierhavens>
- Potting et al. (2018). *Circulaire economie: wat we willen weten en kunnen meten. Systeem en nulmeting voor monitoring van de voortgang van de circulaire economie in Nederland*. Den Haag: PBL Planbureau voor de leefomgeving.
- Puente et al. (2015). *Industrial symbiosis opportunities for small and medium sized enterprises: preliminary study in the Besaye region (Cantabria, Northern Spain)*.
- Raad van de Eu. (2020). *Info over digitalisering voor een beter milieu: Raad keurt conclusies goed*. Opgehaald van Website van consilium.europa.eu: <https://www.consilium.europa.eu/nl/press/press-releases/2020/12/17/digitalisation-for-the-benefit-of-the-environment-council-approves-conclusions/>
- Rood et al. . (2019). *Circulaire economie in kaart*. Den Haag: Uitgeverij PBL.
- Rotterdam Makers District. (2019). *Ruimtelijk raamwerk Merwe-Vierhavens Rotterdam, toekomst in de maak*. Rotterdam.
- Ruimte met toekomst. (z.d.). *Info over lagenbenadering Ondergrond - Netwerk - Occupatie*. Opgehaald van Website van ruimte met toekomst: <http://www.ruimtexmilieu.nl/lagenbenadering>
- Sakr et al. . (2011). *Critical succes and limiting factors for eco-industrial parks: Global trends and Egyptian context*.
- Schrijnen. (2014). *Waardecreatie en innovatie door ontwerpend onderzoek*. Opgehaald van <https://www.ontwerpenaanklimaatwater.nl/platformbijeekomsten/ontwerp-delta-nl/essays/joost-schrijnen>
- Solis. (2019). *Info over 'The 2018-2019 State of Digital Transformation*. Opgehaald van Website van LinkedIn: <https://www.linkedin.com/pulse/2018-2019-state-digital-transformation-brian-solis/>
- Swilling et al. (2013). *City-Level Decoupling: Urban resource flows and the governance of infrastructure transitions. Summary for Policy Makers*. United Nations Environment Programme, 2013.
- Team 1010 et al. . (2019). *Wat heb je nodig? Circulaire gebiedsontwikkeling in M4H*. Rotterdam.
- University of Oxford. (2020). *PropTech 2020: The future of real estate Hfst3*.
- Zeemeijer. (2019). *'Design thinking helpt om in de toekomst te kijken'*. Opgehaald van <https://fd.nl/morgen/1143633/design-thinking-helpt-om-in-de-toekomst-te-kijken>
- Zeeuw. (2017). *Zo werkt gebiedsontwikkeling, zonder voodoo*.

BIJLAGE 1 – HET M4H - GEBIED IN RELATIE TOT DE HAVEN

Bron: havenbedrijf Rotterdam



BIJLAGE 2 – SUCCESFACTOREN EN BELEMMERINGEN

(Sakr et al. , 2011)

	Succesfactoren	Belemmeringen
Bewustwording en het delen van gegevens	<ul style="list-style-type: none"> • Opzetten van relatief goedkope projecten voor het delen van nutsbedrijven met grote voordelen en ‘eenvoudige’ uitwisselingen; • Onderwijs en informeer bedrijven over de mogelijke voordelen die kunnen worden behaald door de oprichting van een communicatieplatform en beheermodel; • Effectieve structuren voor continue technische bijstand; • Transparant en efficiënt informatie-uitwisselingssysteem. 	<ul style="list-style-type: none"> • Onbewustheid van het platform en de voordelen; • Bedrijven die niet betrokken raken om deel te nemen; • De juiste mensen hebben niet de benodigde informatie op het juiste moment.
Technische factoren	<ul style="list-style-type: none"> • Er bestaan al enkele uitwisselingen van energie, afval en materialen tussen verschillende bedrijven; • Gebruik maken van lokale technische knowhow. 	<ul style="list-style-type: none"> • Ontbreken van internationaal aanvaarde normen.
Symbiotische relaties tussen bedrijven	<ul style="list-style-type: none"> • Totstandbrenging van essentiële ‘symbiotische’ relaties tussen bedrijven. Samenwerking en vorming van zakelijk netwerken; • Actieve deelnamen en het versterken van belanghebbenden; • Leiders die fungeren als communicatieplatform tussen bedrijven en die het bedrijfsmanagement en de stad voorzien van belangrijke ‘sociale’ contacten; • Bestaande sociale netwerken kunnen helpen om milieunetwerk aan te moedigen door wederzijds vertrouwen te vormen; • Vertrouwen in de competentie van andere bedrijven; • Goodwill van andere bedrijven. 	<ul style="list-style-type: none"> • Denken dat ‘fysieke’ energie, water en materialen en uitwisselingen van bijproducten de belangrijkste kenmerken zijn van een soortgelijke ontwikkeling; • Gebrek aan bedrijfsbelang; • Samenwerking tussen bedrijven kan niet worden opgelegd door de overheid; • Gebrek aan betrokkenheid van de stakeholders; • Afwezigheid van intrinsiek gemotiveerde bedrijven; • Gebrek aan vertrouwen in nieuwe afhankelijke systemen.
Beleid en het regelgevend kader	<ul style="list-style-type: none"> • Beleidsinterventie speelt een faciliterende/ katalyserende rol bij het helpen identificeren van kansen en het creëren van geschikte voorwaarden en het creëren van geschikte voorwaarden voor netwerken tussen bedrijven; • Strenge milieuwetten die effectief worden gecontroleerd en gehandhaafd door overheidsinstanties. 	<ul style="list-style-type: none"> • Te veel directe betrokkenheid van de overheid bij het bevorderen van een onaantrekkelijke agenda vanuit het perspectief van bedrijven; • Bestaand regelgeving ondersteunt een soortgelijk platform niet.
Economische -Waarde	<ul style="list-style-type: none"> • Betrokken partijen krijgen een economische meerwaarde • Bereid om tijd, geld en andere middelen te investeren in de ontwikkeling van een soortgelijk platform 	<ul style="list-style-type: none"> • Een uitwisseling kan vanuit bedrijfs perspectief economisch riskant zijn • Gebrek aan financiën • De kosten van communicatieplatform en beheermodel worden uitsluitend door de overheid gedragen
Organisatie-structuur	<ul style="list-style-type: none"> • Uitwisselingen passen binnen de bedrijfsorganisatiestructuur en het algemene beheersysteem van het gebied; • Coöperatieve organisatiecultuur in het gebied; • Goed gevestigde collectieve sociale verantwoordelijkheid of vergelijkbare systemen. 	<ul style="list-style-type: none"> • De beoogde uitwisseling past mogelijk niet in de huidige organisatiestructuur van het bedrijf; • Weerstand/risico tegen samenwerkingen; • Samenwerking beschouwen als riskant voor de marktwerking; • Beperkte beslissingsbevoegdheden.

BIJLAGE 3 – OVERZICHT EXPERTS

Richard Koops

Business Director Circulaire Economie bij Sweco I
Senior Adviseur Circulair bouwen (gww)

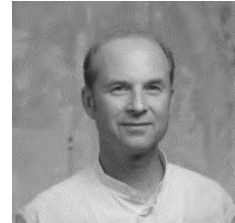
<https://www.linkedin.com/in/richard-koops-ab78332a/>



Jan Jongert

Founding partner at Superuse Studios

<https://www.linkedin.com/in/janjongert/>



Anne Koetsenruijter

Gebiedsadviseur Makersdistrict M4H Rotterdam

<https://www.linkedin.com/in/anskoets/>



Sander Beeks

Business Support & Partnership Manager bij Madaster Services B.V.

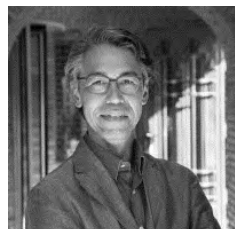
<https://www.linkedin.com/in/sander-beeks-/>



Marijn Emanuel

Senior-adviseur bij Stichting W-E Adviseurs; Lid Madaster Foundation

<https://www.linkedin.com/in/marijnelmanuel/>



Walter de vries

Planoloog bij Stadontwikkeling gemeente Rotterdam

<https://www.linkedin.com/in/walter-de-vries-51637a52/>



Devin Diran

Scientist Innovator Energy Transition & Digitalization at TNO Strategy & Policy

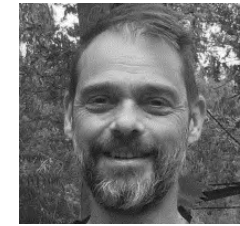
<https://www.linkedin.com/in/devin-diran/>



Roland van der Heijden

Program manager Digital City Rotterdam, city of Rotterdam
owner Van Der Heijden Geo information Consultancy

<https://www.linkedin.com/in/roland-van-der-heijden-9b0b8211a/>



Florian Arthur Witsenburg

CEO at Tygron

<https://www.linkedin.com/in/witsenburg/>



BIJLAGE 4 – OPZET VRAGENLIJST EN EXPERTINTERVIEW

Introductie

Dit onderzoek wordt uitgevoerd door Thomas van den Dries als afsluiting van zijn MSRE-studie aan de Amsterdam School of Real Estate. Thomas van den Dries is eigenaar van 3Dbouwdesign en in deze rol werkt hij aan verschillende projecten. Naast zijn MSRE-studie heeft hij werkervaring opgedaan bij verschillende marktpartijen. Tijdens zijn werkzaamheden is hij altijd op zoek naar nieuwe grenzen en samenwerkingen om de transitie op een positieve manier te versnellen. De wereld een stukje mooier, eerlijker en duurzamer maken is wat hij ambieert.

Waarom dit onderzoek?

Groeiende stedelijke gebieden zijn grote verbruikers van natuurlijke hulpbronnen, energie en grondstoffen. Volgens het United Nations Environment Programme zijn steden en hun inwoners over de hele wereld verantwoordelijk voor meer dan 75 procent van het wereldwijde energie en materiaal verbruik (Swilling et al., 2013). Steden spelen daarom een belangrijke rol bij het beheersen van natuurlijke hulpbronnen en materiaalconsumptie. Inzicht in het stedelijk metabolisme is de basis voor de ontwikkeling van duurzame en veerkrachtige steden (Kennedy et al., 2011). De paradigma's van uitbreiding en consumptie dat het tijdperk van verstedelijking en industrie definieert zijn ontheemd geraakt door behoud en optimalisatie. Doordat steden steeds rijker worden aan data, wordt het steeds belangrijker om deze gegevens te combineren, te visualiseren en te verwerken. Technologie kan ons helpen om het stedelijke gebruik, vervuiling, groeiend energieverbruik en andere uitdagingen efficiënter te beheren, vooral als deze uitdagingen toenemen (Evans et al., 2019).

Waar wordt het onderzoek uitgevoerd?

Het Merwe-Vierhavensgebied (M4H) is een oud havengebied van ongeveer honderd hectare aan de noordkant van de Maas. De haven ontwikkelt zich langzaam tot een nieuw woon- en werkgebied. Een transitie vindt plaats van een havenstad naar maakstad, waarbij productie plaats kan vinden en niet alleen kantoor werk wordt verricht. Daarnaast wordt er gekeken hoe alle kringlopen van grondstoffen, water en energiestromen kunnen worden gesloten. In een circulaire economie zullen deze stromen moeten worden verkleind, moet er waarde worden toegevoegd en moeten kringlopen uiteindelijk worden gesloten. De mate van succes zal gedeeltelijk afhangen van lokale capaciteiten, vaardigheden, mensen en locatie. Een samenwerking binnen een netwerk van onafhankelijke, maar onderling verbonden actoren is onmisbaar. Er is behoefte aan een platform om informatie te delen. Welke materialen komen binnen en gaan er weer uit? Wie is hier al mee bezig en wie ontbreekt (nog)? Wat is hiervoor nodig en hoe zou dit slimmer kunnen gaan? Er zijn faciliteiten en condities nodig om innovatie te stimuleren en circulaire ontwikkeling te bevorderen (Team 1010 et al. , 2019).

Doel van het onderzoek?

Door middel van ontwerp onderzoek wordt antwoord gegeven op de vaag: welke ondersteunende digitale infrastructuur hebben bedrijven nodig hebben om materiaal, water- en energiestromen te benutten en productieprocessen te initiëren die ketens helpen sluiten? Het eindproduct van dit onderzoek is een conceptueel communicatie platform met een ondersteunende digitale infrastructuur. Dit onderzoek heeft als doel het inzichtelijk maken van de kansen en belemmeringen, zodat er een advies kan worden gegeven over welke faciliteiten en condities er nodig zijn bij het vormgeven van een soortgelijk platform (<https://www.rdmsymbiosis.com/>).

Onderzoeksresultaten

De onderzoeksresultaten en de ontwikkeling van het platform kunt u online volgen. U krijgt inzicht in de reactie van andere experts, waarbij het mogelijk is om interactief te reageren op elkaar. Hierdoor wordt de kans vergroot dat deelnemers vraagstukken koppelen en ontstaan er nieuwe oplossingen. Naast de reacties van andere experts, krijgt u ook inzicht de onderzoekresultaten van de maakbedrijven in het M4H-gebied. Als het onderzoek volledig is afgerond zullen de onderzoeksresultaten in rapportvorm met u gedeeld worden. Ook zal het rapport opgenomen worden in de database van de Amsterdam School of Real Estate, waarmee de resultaten publiek toegankelijk zijn (het afschermen van informatie is mogelijk, indien nodig).

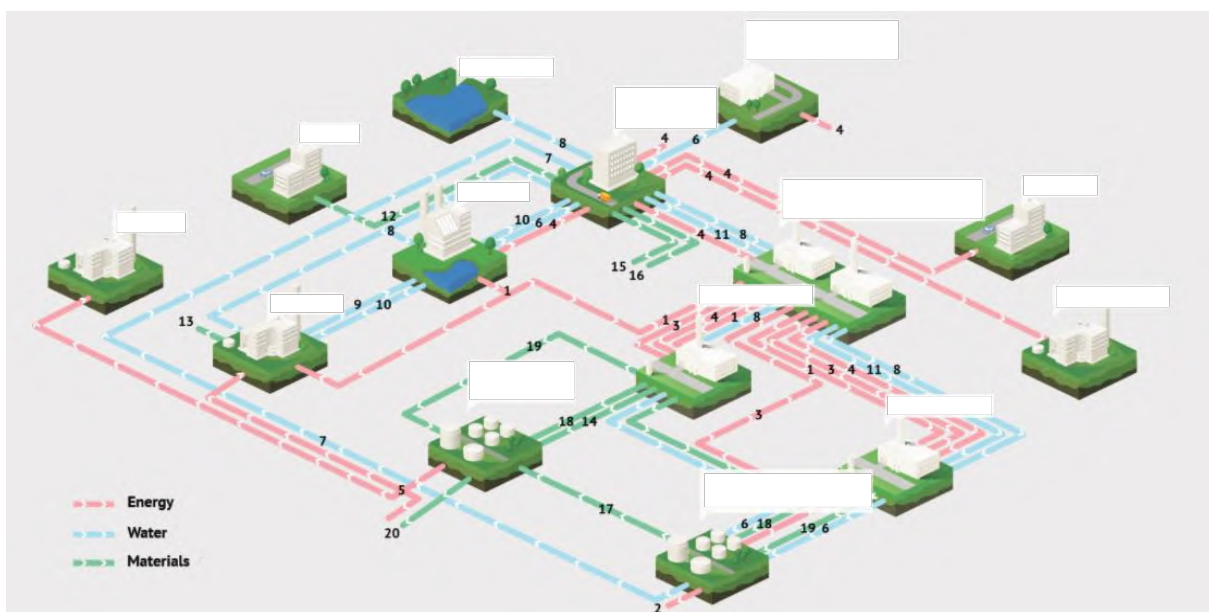
Praktische zaken

Vanuit een bottom-up benadering wordt door middel van een online vragenlijst onderzocht of er vanuit de praktijk vraag is naar ondersteunende digitale infrastructuur en hoe een soortgelijk platform volgens de bedrijven zou moeten worden vormgegeven. Voor de experts bestaat het onderzoek uit twee elementen, namelijk een expertinterview en een eidevaluatie van de ontworpen digitale infrastructuur. Aan de hand van een aantal vragen wordt samen de experts gekeken hoe het communicatieplatform en de digitale infrastructuur zou moeten worden vormgegeven. Op deze manier kan er een advies worden gegeven over welke faciliteiten en condities er nodig zijn bij het vormgeven van een soortgelijk platform.

Het platform

Voordat u begint met het expertinterview en de online vragenlijst wordt er geadviseerd om de volgende zaken te bekijken. Het conceptuele communicatie platform en beheermodel bestaat uit het volgende:

- Programma van eisen (<https://www.rdmsymbiosis.com/programmavaneisen>);
- Communicatieplatform (<https://www.rdmsymbiosis.com/>);
- Uitgangspunt digitale infrastructuur (zie onderstaande afbeelding).



Figuur bijlage 4 – Uitgangspunt digitale infrastructuur voor het uitwisselen van reststromen tussen bedrijven.

Interviewschema en topiclijst (experts)

In de onderstaande tabel zijn de vragen geformuleerd voor het expertinterview (circa 60 min). De gelegenheid wordt geboden om vragen over te slaan, indien nodig. Er zijn twee mogelijkheden voor het afnemen van het expertinterview, namelijk:

Optie 1: Door middel van een teams meeting (tijdstip n.t.b.) is er een korte kennismaking en worden de vragen aan u voorgelegd. Het interview wordt getranscribeerd en wordt vervolgens aan u op toegestuurd ter controle.

Optie 2: U kunt de vragen op elk gewenst tijdstip invullen door middel van deze link:

<https://02s2xzynepr.typeform.com/to/SguQg4RA>

(Let op bij het gebruik van de link. Bij het beantwoorden van een vraag kunt u helaas niet terugschakelen naar de vorige vraag)

THEMA		
VRAAG		DOEL VAN DE VRAAG
ACHTERGROND INFROMATIE		
1.	In welke aspecten bent u in het bijzonder gespecialiseerd? (Circulariteit, collectiviteit en/- of digitale transformatie)	Toetsen of respondent voldoet aan criteria.
CIRCULARITEIT		
2A.	Wat is volgens u de definitie van circulariteit?	Toetsen of er een generieke uitspraak kan worden gedaan over wat circulariteit inhoudt.
2B.	Kunt u de relatie met geplande industriële symbiose omschrijven?	Toetsen of er een verband is met geplande industriële symbiose.
2C.	Welke criteria neemt u in ogenschouw bij het identificeren van bedrijven met een circulair potentieel?	Toetsen of criterium wordt gebruikt en hoe dit criterium wordt beoordeeld.
2D.	Kijkt u naast de uitwisseling van stromen ook nog naar andere aspecten van synergie?	Toetsen of er nog andere elementen zijn van synergie.
2E.	Op welke wijze kunnen bedrijven met een circulair potentieel volgens u het beste worden behouden en/of aangetrokken tot een gebied?	Toetsen of criterium wordt gebruikt.
2F.	Moet de lokale overheid hier een rol in nemen? En zo ja, op welk gebied?	Toetsen rol lokale overheid.
2G.	Vormt de inbreiding van woningen in een gebied een bedreiging voor de maakindustrie en zo ja hoe kan dit worden voorkomen?	Toetsen of criterium wordt gebruikt.

COLLECTIVITEIT		
3A.	Bent u het eens met het uitgangspunt dat collectiviteit de basis vormt voor circulariteit en kunt u dit kort toelichten?	Toetsen of collectiviteit de basis vormt voor circulariteit.
3B.	Op welke wijze moeten samenwerkingen tussen bedrijven worden gerealiseerd? Vanuit een bottum-up benadering of een top-down benadering?	Toetsen hoe samenwerkingen tot stand moeten komen.
3C.	Moet de lokale overheid hier een rol in nemen en zo ja op welk gebied?	Toetsen hoe samenwerkingen tot stand moeten komen.
3D.	Op welke wijze kan volgens u sector overschrijdende samenwerking worden ingezet?	Toetsen hoe samenwerkingen tot stand moeten komen.
3E.	Op welke wijze kunnen volgens u burgers en consumenten het beste in staat worden gesteld hun bijdrage te leveren?	Toetsen van de rol van burgers en consumenten
3F.	Welke essentiële informatie moet er volgens u worden weergegeven op een communicatieplatform zodat samenwerkingen tussen bedrijven kunnen worden bevorderd?	Toetsen welke informatie noodzakelijk is.
3G.	Op welke wijze zou het communicatieplatform moeten worden beheerd?	Toetsen governance.
DIGITALISATIE (DIGITALE INFRASTRUCTUUR) EN DIGITALE TRANSFORMATIE (GROEI)		
4A.	Bent u het eens met het uitgangspunt dat een digitale infrastructuur onmisbaar is bij het efficiënter beheren van het stedelijke gebruik, vervuiling, groeiend energieverbruik en andere uitdagingen? (Afbeelding bijlage 4)	Toetsen of digitale transformatie, circulaire ambities collectief kan versterken.
4B.	Welke data is er volgens u nodig van bedrijven om een digitale infrastructuur te kunnen ontwikkelen?	Toetsen of criterium wordt gebruikt.
4C.	Op welke wijze kan het delen van die data tussen bedrijven volgens u worden bevorderd?	Toetsen of criterium wordt gebruikt.
4D.	Welke kansen ziet u voor een centrale materialen hub of een smart grid in relatie tot de digitale infrastructuur?	Toetsen of criterium wordt gebruikt.
4E.	Bent u van mening dat bedrijven (missing links) die zich willen vestigen in een gebied, moeten voldoen aan selectiecriteria? En zo ja, moet deze criteria mee veranderen in het proces?	Toetsen of criterium wordt gebruikt
4F.	Welke partijen moeten volgens u toegang krijgen tot de digitale infrastructuur en de bijhorende data?	Toetsen governance.
TOT SLOT		
19.	Welke criteria na het bestuderen van het programma van eisen wilt u wijzigen of aanvullen? (https://www.rdmsymbiosis.com/programmavaneisen)	Toetsen van het programma van eisen.
20.	Heb ik in het interview zaken gemist of wilt u nog iets toevoegen?	Aanvulling interview.

Online vragenlijst (maakbedrijven)

De online vragenlijst voor de maakbedrijven in het Merwe-Vierhavensgebied komt grotendeel overeen met het interviewschema. Enkele vragen verschillen in de online vragenlijst.

THEMA		
VRAAG		DOEL VAN DE VRAAG
ACHTERGROND INFROMATIE		
1A.	Wat is de naam van uw bedrijf?	
1.	In welke aspecten is uw bedrijf in het bijzonder gespecialiseerd?	Toetsen of respondent voldoet aan criteria.
CIRCULARITEIT		
2A.	Wat is volgens u de definitie van circulariteit?	Toetsen of er een generieke uitspraak kan worden gedaan over wat circulariteit inhoudt.
2B.	Kunt u de relatie met geplande industriële symbiose omschrijven?	Toetsen of er een verband is met geplande industriële symbiose.
2C.	In welke mate is uw bedrijf circulair?	Toetsen circulariteit bedrijfsprocessen.
2D.	Wat is er volgens u nodig om de circulariteit in het gebied te versterken?	Toetsen of criterium wordt gebruikt en hoe dit criterium wordt beoordeeld.
2E.	Ziet u kansen om reststromen uit te wisselen met andere bedrijven in het Merwe-Vierhavensgebied?	Toetsen of het uitwisselen van restromen al mogelijk is.
2F.	Welke criteria neemt u in ogenschouw bij het identificeren van bedrijven met een circulair potentieel?	Toetsen of criterium wordt gebruikt en hoe dit criterium wordt beoordeeld.
2G.	Kijkt u naast de uitwisseling van stromen ook nog naar andere aspecten van synergie?	Toetsen of er nog andere elementen zijn van synergie.
2H.	Op welke wijze kunnen bedrijven met een circulair potentieel volgens u het beste worden behouden en/of aangetrokken tot een gebied?	Toetsen of criterium wordt gebruikt.
2I.	Moet de lokale overheid hier een rol in nemen? En zo ja, op welk gebied?	Toetsen rol lokale overheid.
2J.	Vormt de inbreiding van woningen in een gebied een bedreiging voor de maakindustrie en zo ja hoe kan dit worden voorkomen?	Toetsen of criterium wordt gebruikt.

COLLECTIVITEIT		
3A.	Bent u het eens met het uitgangspunt dat collectiviteit de basis vormt voor circulariteit en kunt u dit kort toelichten?	Toetsen of collectiviteit de basis vormt voor circulariteit.
3B.	Op welke wijze moeten samenwerkingen tussen bedrijven worden gerealiseerd? Vanuit een bottum-up benadering of een top-down benadering?	Toetsen hoe samenwerkingen tot stand moeten komen.
3C.	Moet de lokale overheid hier een rol in nemen en zo ja op welk gebied?	Toetsen hoe samenwerkingen tot stand moeten komen.
3D.	Op welke wijze kan volgens u sector overschrijdende samenwerking worden ingezet?	Toetsen hoe samenwerkingen tot stand moeten komen.
3E.	Op welke wijze kunnen volgens u burgers en consumenten het beste in staat worden gesteld hun bijdrage te leveren?	Toetsen van de rol van burgers en consumenten
3F.	Welke essentiële informatie moet er volgens u worden weergegeven op een communicatieplatform zodat samenwerkingen tussen bedrijven kunnen worden bevorderd?	Toetsen welke informatie noodzakelijk is.
3G.	Op welke wijze zou het communicatieplatform moeten worden beheerd?	Toetsen governance.
DIGITALISATIE (DIGITALE INFRASTRUCTUUR) EN DIGITALE TRANSFORMATIE (GROEI)		
4A.	Bent u het eens met het uitgangspunt dat een digitale infrastructuur onmisbaar is bij het efficiënter beheren van het stedelijke gebruik, vervuiling, groeiend energieverbruik en andere uitdagingen? (Afbeelding bijlage 4)	Toetsen of digitale transformatie, circulaire ambities collectief kan versterken.
4B.	Welke data is er volgens u nodig van bedrijven om een digitale infrastructuur te kunnen ontwikkelen?	Toetsen of criterium wordt gebruikt.
4C.	Op welke wijze kan het delen van die data tussen bedrijven volgens u worden bevorderd?	Toetsen of criterium wordt gebruikt.
4D.	Welke kansen ziet u voor een centrale materialen hub of een smart grid in relatie tot de digitale infrastructuur?	Toetsen of criterium wordt gebruikt.
4E.	Bent u van mening dat bedrijven (missing links) die zich willen vestigen in een gebied, moeten voldoen aan selectiecriteria? En zo ja, moet deze criteria mee veranderen in het proces?	Toetsen of criterium wordt gebruikt
4F.	Welke partijen moeten volgens u toegang krijgen tot de digitale infrastructuur en de bijhorende data?	Toetsen governance.
TOT SLOT		
19.	Welke criteria na het bestuderen van het programma van eisen wilt u wijzigen of aanvullen? (https://www.rdmsymbiosis.com/programmavaneisen)	Toetsen van het programma van eisen.
20.	Heb ik in het interview zaken gemist of wilt u nog iets toevoegen?	Aanvulling interview.