



DE WESTAS ALS CIRCULAIRE WERKPLAATS

Ruimtelijke randvoorwaarden voor een
circulaire economie



12 OKTOBER 2018

COLOFON

IN OPDRACHT VAN:

Provincie Noord-Holland
Metabolic

PROJECT MANAGER:

Gerard Roemers, Metabolic

AUTEURS:

Martijn Kamps, Metabolic
Pieter van Exter, Metabolic
Tamara Streefland, Metabolic

ONDERZOEKSTEAM:

El Mehdi El Hailouch, Metabolic
Reinout Haism, Metabolic
Martin Tauber, Metabolic

RESEARCH TEAM:

Gerard Roemers, Metabolic
Susanne Dekker, Metabolic

GRAFISCHE VORMGEVING:

Marta Sierra García, Metabolic
Joshua Rahuer, Metabolic

INHOUDSOPGAVE

COLOFON	02
MANAGEMENT SAMENVATTING	05
1. INTRODUCTIE	12
2. CIRCULAIRE ECONOMIE EN RUIMTELIJK- ECONOMISCH BELEID	16
3. DE WESTAS ALS VESTIGINGSREGIO VOOR CIRCULAIRE INDUSTRIE	24
4. ONDERZOEKSAANPAK	30
5. HUIDIGE & CIRCULAIRE WAARDEKETENS IN BEELD	36
 BOUW- EN SLOOPKETEN	38
 BIOMASSA KETEN	44
 WARMTEKETEN	50
 CO ₂ -KETEN	55
6. ONTWIKKELLOCATIES VOOR CIRCULAIRE BEDRIJVEN EN INDUSTRIE	60
7. EEN RUIMTELIJK- ECONOMISCHE STRATEGIE VOOR DE WESTAS	74
BIJLAGES	80
LITERATUUR	93



MANAGEMENT SAMENVATTING

VOORNAAMSTE CONCLUSIES

De westas biedt een goede voedingsbodem voor circulaire bedrijvigheid

Veel van de onderzochte waardeketens (bouw en sloop, biomassa, warmte, CO₂) zijn al gedeeltelijk ontwikkeld in de regio, met name in de Amsterdamse Haven en de Greenport Aalsmeer. Daarnaast biedt de Westas de benodigde milieu- en fysieke ruimte voor het opschalen van circulaire activiteiten. Ook zijn de logistieke randvoorwaarden (Schiphol, Haven), beleidsinstrumenten, en human resources volop aanwezig en ontwikkeld in de Westas.

Circulaire ketens moeten gesloten worden op verschillende schaalniveaus

Wanneer naar CO₂-emissies en winstgevendheid wordt gekeken, concluderen we dat de waardeketens op verschillende schaalniveaus gesloten kunnen worden. Vanuit het oogpunt van CO₂-emissies kunnen de ketens op nationaal of internationaal niveau worden gesloten, omdat de emissies die gepaard gaan met transport van grondstoffen relatief laag zijn ten opzichte van de emissies die bespaard worden met hergebruik en recycling en het voorkomen van nieuwe productie vanuit primaire bronnen. De economische transportkosten zijn echter relatief hoog ten opzichte van de financiële baten vanuit circulaire economische activiteiten: hier lijkt een doorgaans een nationale of regionale schaal meer voor de hand te liggen.

Ketens die gesloten kunnen worden op regionale schaal moeten versterkt en verankerd worden

De warmteketen, de grootschalige verwerking van biomassa, en bouwmaterialen zoals asfalt en beton kunnen vanuit economisch en ecologisch oogpunt het beste regionaal gesloten worden. Hier zijn in- en uitgaande materiaalstromen moeilijk te

transporteren zijn, en staat de Westas regionaal sterk door de aanwezige infrastructuur, of regionale vraag en aanbod van grondstoffen.

De westas moet slim internationaal specialiseren voor ketens die op bovenregionaal niveau gesloten kunnen worden

Gezien de relatief lage transportkosten van grondstoffen en materialen (in termen van CO₂-emissies) voor veel andere waardeketens zal de Westas als vestigingsregio moeten concurreren met andere regio's op (inter)nationale schaal. Ze kan zich dus het beste richten op het aantrekken van waardeketens waarbij ze reeds een voorsprong heeft ten opzichte van andere regio's, zoals de metaalketen, groene chemie, en de CO₂-keten.

Er dient voldoende (milieu-)ruimte voor circulaire opschaling gereserveerd te

Om opschaling van de circulaire activiteiten mogelijk te maken, moet er voldoende fysieke en milieuruimte gereserveerd worden in de Westas. Vooralsnog lijkt op verschillende locaties in de Westas, met name in het westelijk havengebied, rond Amsterdam en in de gemeente Haarlemmermeer ruimte te zijn voor opschaling van circulaire activiteiten, maar of dit ook op termijn voldoende zal zijn is nog niet te zeggen. De exacte ruimtebehoefte van circulaire economische activiteiten zal eerst nader onderzocht moeten worden, door de optimale schaal van verschillende verwerkings- en productieprocessen en de bijbehorende ruimtebehoefte nader in kaart te brengen. Vervolgens kan dan in kaart worden gebracht waar de benodigde milieuruimte eventueel in de verdrinking komt als gevolg van bijvoorbeeld woningbouw in de regio, aangezien deze functionaliteiten vaak slecht mengen, en kan de benodigde milieuruimte worden gereserveerd.



EEN VESTIGINGSBELEID VOOR DE CIRCULAIRE ECONOMIE

In Nederland, zijn op zowel nationale als regionale schaal hoge ambities uitgesproken met betrekking tot de transitie naar een circulaire economie. Zo streeft Nederland naar een volledig circulaire economie in 2050, en wil de Metropoolregio Amsterdam (MRA) in 2025 tot de meest circulaire grootstedelijke regio's van Europa behoren. De centraal gelegen Westas, gekarakteriseerd door economische hubs zoals de Haven Amsterdam, Schiphol en Greenport Aalsmeer, biedt grote mogelijkheden om een substantiële bijdrage te leveren in de versnelling naar de circulaire economie. De gebiedspartners in de Westas willen de regio dé werkplaats voor de circulaire economie maken. Welk vestigingsklimaat moet er worden gecreëerd om deze ambitie te realiseren?

Van waardetenen...

Binnen een circulaire economie gaan nieuwe economische activiteiten plaatsvinden, en daarbij hoort een andere ruimtevraag dan hun lineaire voorgangers. Er is echter niet alleen méér ruimte noodzakelijk, maar ook een ander soort ruimte; de locatie-eigenschappen veranderen immers op het moment dat het soort economische activiteiten waaruit een waardeketen bestaat verandert.

Waar eerdere onderzoeken in de Westas zich voornamelijk hebben gefocust op de kwantitatieve ruimtevraag van de circulaire economie, verkent dit onderzoek de kwalitatieve ruimtevraag. Het doel is om in kaart te brengen wat de kwalitatieve ruimtelijke randvoorwaarden zijn voor het ontstaan van circulaire waardeketens en industriële clusters in de Westas. Daarbij wordt gekeken naar vier waardeketens



Voor ieder van deze waardeketens is in kaart gebracht waar de huidige (lineaire) economische activiteiten in de Westas zich bevinden. Vervolgens is gekeken hoe zij zullen veranderen in de transitie naar een circulaire economie. Door middel van een gedetailleerde circulaire visie (een toekomstscenario) zijn per keten de concrete economische activiteiten per keten in kaart gebracht. In totaal worden 22 economische activiteiten van elkaar

onderscheiden. Hieruit zijn 12 circulaire kernactiviteiten afgeleid, die een spilfunctie vervullen in ieder van de vier genoemde ketens.

...naar ruimtelijk randvoorwaarden voor een circulaire economie

Om de ruimtevraag van circulaire ketens in de Westas te analyseren heeft Metabolic een theoretisch raamwerk opgesteld waarin de kwalitatieve ruimtelijke randvoorwaarden van deze circulaire kernactiviteiten uiteen worden gezet. Daarbij is ten eerste gekeken naar de locatie-eigenschappen waar nieuwe (circulaire) economische activiteiten baat bij hebben. Denk hierbij aan welke technologie er aanwezig moet zijn, wat de fysieke ruimtebehoefte is, welke materialen er nodig zijn voor een bepaalde activiteit, en met welke regelgeving er rekening gehouden worden. Ook de co-locatie-eigenschappen zijn van belang. Dit laatste behelst de geografische afstand tussen verschillende gerelateerde economische activiteiten in een keten en is cruciaal in de rendabiliteit van ketensamenwerking met oog op zowel economische transportkosten en CO₂-emissie van materialen en energie. Met deze transportkosten wordt de radius bedoeld waarin business cases voor het transporteren van materialen economisch rendabel zijn en het transporteren van gerecycled materiaal CO₂-emissie voordelen heeft ten opzichte van nieuwe productie.

DE UITGANGSPOSITIE VAN DE WESTAS

Een rijke voedingsbodem voor circulaire bedrijvigheid

De Westas is een uniek en kansrijk gebied, en de tijd is rijp voor het opschalen van circulaire economische activiteiten in de regio. **De technologie voor de kernactiviteiten is grotendeels in een vergevorderd ontwikkelstadium aanwezig**, alleen voor de economische activiteiten in een deel van de CO₂ keten geldt dat extra ontwikkeling nodig is voor toepassing op schaal.

Een groot deel van de schakels voor circulaire ketens is bovendien al aanwezig: de Westas heeft een sterk bouwcluster (met name gehuisvest in de haven), huisvest koplopers als het gaat om de verwaarding van biomassa, zowel in de haven als in Schiphol, en heeft met de industrie rond IJmuiden en het Westelijk havengebied belangrijk bronnen voor restromen op het gebied van CO₂ en warmte, met goed ontwikkelde infrastructuur om deze te benutten. In de Westas bevinden zich dus een groot aantal

¹ De transportdrempel van materialen is immers zo hoog dat de locatie van verschillende schakels in deze circulaire waardeketens niet altijd hoeft te betekenen dat economische activiteiten die een stap voor of na de al bestaande activiteiten vormen, zich ook in dezelfde regio (in dit geval de Westas) zullen vestigen. Ze kunnen zonder al te hoge kosten ook ver van elkaar verwijderd liggen.

economische activiteiten die als 'lokale voedingsbodem' kunnen fungeren voor toekomstige circulaire activiteiten. Voor de 12 circulaire kernactiviteiten geldt dat 0-50% van de *gerelateerde economische activiteiten* aanwezig zijn op de Westas. **De regionale 'voedingsbodem' voor circulaire economische clusters is dus aanwezig in de Westas.**

Daarmee is de Westas een aantrekkelijke vestigingsregio voor circulaire industrie en bedrijven: de vestigingsplaats van (nieuwe) kernactiviteiten in de waardeketen wordt onder andere bepaald door de reeds bestaande clusters. Hierbij gaat het niet alleen om de fysieke uitwisseling van reststromen (industriële symbiose in de klassieke zin van het woord).¹ Naast de economische en logistieke voordelen die geografische nabijheid biedt voor de uitwisseling van materialen binnen een circulaire waardeketen, draagt de fysieke nabijheid tussen activiteiten tevens bij aan onderling vertrouwen en samenwerking, en de uitwisseling van informatie en ideeën. Dit zijn essentiële ingrediënten voor keteninnovatie.

Ruimte voor groei

De Westas biedt de benodigde ruimte (fysiek en in termen van milieuruimte) voor circulaire economische activiteiten, maar deze dient wel actief te worden gereserveerd. De beschikbaarheid van grondstoffen in een regio zelf is gezien de hoge transportdrempels, vaak geen limiterende factor voor de ontwikkeling van een circulair industrieel cluster. Bottlenecks liggen eerder in de beschikbare milieuruimte en infrastructuur: wat kan er, wat mag er? Uit het onderzoek blijkt dat de circulaire activiteiten minimaal 56,7 ha. ruimte nodig hebben. Daarbij is het van belang dat het werklocaties betreft met een milieucategorie van 4 of hoger, zodat de industriële verwerking van grondstoffen en reststromen is toegestaan. Hierbij dient te worden opgemerkt dat in dit onderzoek is gekeken naar de minimale ruimtebehoefte. In veel gevallen zullen productiefaciliteiten en verwerkingsprocessen meer ruimte vragen om economische schaalvoordelen te benutten en om aan een grotere markt vraag te kunnen voldoen.²

Uit een eerste analyse op basis van beschikbare overheidsdata (de Ibis database) blijkt dat er met name in de gemeente Amsterdam, de Amsterdamse haven, en de gemeente Haarlemmermeer nog gronden uit te geven zijn binnen met een milieucategorie 4 of hoger. Op korte termijn lijkt hier dus ruimte te zijn voor een groei van circulaire activiteiten. Nader onderzoek aangaande de optimale schaal voor de verwerking en verwaarding van grondstoffen zal moeten uitwijzen of dit ook op lange termijn het geval is.

EEN RUIMTELIJK-ECONOMISCHE STRATEGIE VOOR DE CIRCULAIRE WESTAS

Om de positie van de Westas en de MRA als circulaire vestigingsregio te versterken zou een Ruimtelijk-Economische Strategie (RES) zich moeten richten op drie zaken: 1) op (inter)nationaal niveau circulaire industrie aantrekken, 2) het behouden van de benodigde milieuruimte voor nieuwe circulaire industrie, en 3) het oplossen van een aantal keten-specifieke uitdagingen.

Ketensluiting op bovenregionaal niveau: metalen, groene chemie, CO₂

De belangstelling voor circulaire economie (en de daarmee gepaarde groei in welvaart en werkgelegenheid) is groot, en veel reststromen in de regio zijn nog onderbenut. Veel individuele gemeenten en organisaties binnen de MRA en de Westas zijn op lokaal niveau aan de slag om te kijken waar binnen de Westas een plaats kan worden gevonden voor het verwaarden van al deze materiaalstromen. Dit onderzoek maakt echter duidelijk dat kringloopsluiting, noch vanuit een duurzaamheidsoogpunt noch vanuit een economisch oogpunt, per definitie op een regionaal schaalniveau plaats dient te vinden. **De financiële en emissie-gerelateerde transportdrempels van de meeste circulaire economische activiteiten liggen veelal buiten de Westas en de MRA.**

Hierdoor worden de verschillen tussen werklocaties binnen de Westas minder relevant en gaat het juist om verschillen tussen de Westas als vestigingsregio en andere regio's in Nederland en Europa. De Westas is niet noodzakelijk een passende regionale eenheid voor de vestiging van Circulaire Waardeketens. **Het vraagstuk met betrekking tot vestigingslocaties is eerder een kwestie voor samenwerking (of concurrentie) tussen regio's.** Met name voor waardeketens waarvan materialen zonder hoge emissies of kosten kunnen worden getransporteerd geldt dat de Westas zich internationaal zal moeten onderscheiden. In dat geval zal de Westas zich moeten richten op circulaire activiteiten waarvoor ze, ondanks het feit dat regionale binding niet te garanderen valt middels transport voordelen, een sterke (inter)nationale concurrentiepositie heeft. Bij deze concurrentiepositie kan worden gedacht aan reeds aanwezige industriële clusters in het gebied (voor staalrecycling, de plannen voor de verwaarding van organische reststromen in combinatie met warmte en CO₂ die aansluiten bij de Greenport Aalsmeer, en het Green Chemistry cluster dat wordt opgebouwd in het havengebied).

² In dit onderzoek heeft Metabolic geredeneerd vanuit de minimale (rendabele) materiaal behoeftes van de circulaire kernactiviteiten en het huidige ruimtegebruik van soortgelijke (lineaire) economische activiteiten. Er is onderzocht wat het gemiddelde oppervlakte is per productievolume van bestaande economische activiteiten op basis van echte cases en faciliteiten; en dit is vervolgens vertaald naar de circulaire economische activiteiten.

Regionale waardeketens: bouwmaterialen, biomassa, en warmte

De RES kan zich daarnaast richten op het aantrekken van economische activiteiten die materiaalstromen behoeven of produceren met een lage economische of emissie gerelateerde transportdrempel. Deze activiteiten hebben een sterke regionale binding, en zullen bronnen en afnemers van grondstoffen in de regio willen behouden of aantrekken om transportkosten te minimaliseren, waardoor de kans op het ontstaan van industriële clusters groter wordt. Bovendien zijn ze gebaat bij een positie in de buurt van hun grondstoffenbronnen (in veel gevallen reststromen vanuit de grotere steden zoals Amsterdam) waardoor de Westas een extra voordeel heeft als vestigingsregio ten opzichte van minder dichtbevolkte gebieden, en gebieden met minder industrie. Concreet biedt die industrie rond het Noordzeekanaal en het westelijk havengebied als bron van hoogwaardige warmte een mooie kans, zeker gezien de warmtenetwerken die al zijn aangelegd, en de vraag naar duurzame warmtebronnen voor huishoudens. Door de grote bouw en transformatieopgave van de MRA genereert het stedelijk gebied ook voor bouwmaterialen voorspelbare en grootschalig vraag en aanbod in de regio, en door de groei van het aantal huishoudens in de regio zal het aanbod van biomassa uit huishoudelijk afval steeds verder toenemen. Voor hergebruik en recycling van bouwmaterialen als asfalt en beton, de grootschalige verwerking van biomassa, en warmtenetwerken is de potentie voor kringloopsluiting op regionaal niveau dus groot.

Het is belangrijk om bij al deze materiaalkringlopen te zorgen dat in eerste instantie de hoeveelheid afval die wordt geproduceerd in de vorm van restwarmte, organische reststromen, en bouw- en sloop afval zoveel mogelijk wordt gereduceerd. Alleen wanneer dit niet mogelijk is dienen als tweede stap de mogelijkheden tot verwaarding van deze reststromen te worden geoptimaliseerd.

Ruimte reserveren voor de circulaire economie

De circulaire economie, en met name circulaire industrie, vraagt milieuruimte. Tegelijkertijd zijn er in de Westas grote plannen met betrekking tot woningbouw waarbij naast verdichting ook uitbreiding van stedelijk gebied is voorzien. In Amsterdam en omliggende steden moeten de komende decennia meer dan 230.000 woningen gebouwd worden. Indien de Westas zowel een functie als circulaire werkplaats wil ontwikkelen, en tegelijkertijd de geplande woningbouw wil bewerkstelligen, kunnen beide doelstellingen elkaar beconcurreren om de beschikbare milieuruimte. **Er wordt dan ook aangeraden om bij de transformatie van bedrijventerreinen in de regio een**

weloverwogen keuze te maken waarbij de noodzakelijke milieuruimte voor circulaire bedrijven en industrie wordt behouden. Met name voor de verwerking van materiaalstromen met een lage transport drempel is het belangrijk in peri-urbane gebieden ruimte te reserveren voor verwerking: denk aan beton en andere reststromen uit de bouw, de grootschalige verwerking van biomassa, en de warmteketen.

Oog voor uitdagingen van specifieke waardeketens

Elke waardeketen heeft zijn eigen uitdagingen en kansen; ook hier zal in de RES op moeten worden ingespeeld. Voor de specifieke waardeketens kunnen we het volgende stellen:



BOUWKETEN

De bouw- en sloopketen heeft veel fysieke ruimte en materiaal nodig. Deze milieuruimte is aanwezig in de Westas. De hoeveelheid benodigd materiaal is gedeeltelijk aanwezig. Echter, aangezien zowel de economische als de CO₂-transportdrempels op bovenregionaal niveau liggen, kan materiaal rendabel over grote afstanden worden vervoerd. Dit geldt niet voor beton. De 'lokale voedingsbodem' voor de bouw- en sloopketen is al in zekere mate aanwezig in de regio. Omdat er een grote bouwopgave in de Westas staat te gebeuren lijkt het waardevol om het vestigingsklimaat voor bouw- en sloopactiviteiten of opslagcapaciteit van materiaal te stimuleren. Vooral de werklocaties in het Westelijk Havengebied bieden potentie als vestigingslocatie voor de circulaire kernactiviteiten. Het Havengebied kan dienen als *grondstoffenhub waar het bouw- en sloopmateriaal uit Amsterdam en Schiphol tijdelijk wordt opgeslagen en gerecycled*.



BIOMASSA

De biomassaketten dient economisch gezien regionaal gesloten te worden. Vanuit de CO₂-emissie geredeneerd kan dit op internationaal niveau. In de keten zijn voornamelijk veel bronnen van materiaal zijn aanwezig. Toekomstige focus kan liggen op het door ontwikkelen van een hoogwaardige afzetmarkt. Het Westelijk Havengebied biedt een geschikte locatie als vestigingslocatie voor de circulaire kernactiviteiten. In dit gebied kan biomassa uit de Greenports en Amsterdam tijdelijk opgeslagen en verwerkt worden.



WARMTE

De warmteketen dient zowel economisch als vanuit de CO₂-emissie gereedeneerd op regionale schaal gesloten te worden om rendabel te blijven. In de Westas is een beperkte aanwezigheid van grote warmtebronnen. De ontwikkeling van regionale warmte-infrastructuur ligt hiervoor minder voor de hand. Om het warmtenetwerk verder te ontwikkelen zijn hoge investeringen vereist. De werklocaties in het Westelijk Havengebied bieden potentie als vestigingslocatie voor de circulaire kernactiviteiten. Amsterdam kan de opgewekte warmte van Tata Steel en van de circulaire kernactiviteiten in het Westelijk Havengebied gebruiken als stadsverwarming.



CO₂

De technologieën in de CO₂-keten hebben een laag Technology Readiness Level (TRL). Hoge investeringen zullen nodig zijn in de doorontwikkeling van de circulaire technologieën en het gerelateerde transportnetwerk. Alhoewel er voldoende CO₂-bronnen aanwezig zijn, zijn er nog maar weinig afnemers. De circulaire CO₂-keten lijkt een lange termijnvisie met potentieel veel impact. CO₂ van Tata Steel en de Rotterdamse Haven kan gebruikt worden door de tuinbouw in de Greenports en de circulaire kernactiviteiten in het Westelijk Havengebied.

VERVOLGONDERZOEK

Verder onderzoek is nodig om te bepalen op welke manier de Westas zich optimaal kan ontwikkelen tot een circulaire werkplaats.

Allereerst dient er een gedetailleerdere analyse gemaakt te worden van bronnen en afnemers van materialen in de regio. De SBI-codes waarop deze analyse voor dit onderzoek grotendeels gebaseerd is, bieden geen inzicht in de exacte hoeveelheid materiaal die gevraagd wordt, of vrijkomt, bij specifieke economische activiteiten. Een vervolgstap zou zijn om te onderzoeken hoeveel materiaal er aangeboden wordt vanuit de economische activiteiten en hoeveel materiaal nodig is voor de circulaire activiteiten, zodat een ruimtelijk expliciete materiaalstroomanalyse kan worden gedaan. **Daarvoor is het nodig om de informatie die aan de SBI-coderingen hangt te verrijken: uiteindelijk zouden aan iedere SBI-code niet alleen toegevoegde economische waarde en werknemers moeten worden gekoppeld, maar ook kengetallen m.b.t. ingaande grondstofstromen en vrijkomende reststromen.** Nog beter zou het zijn om voor verschillende locaties in een productieketen de locatie specifieke kengetallen

aan de coördinaten en SBI-classificatie te koppelen. Op die manier kan een onderscheid worden gemaakt tussen een hoofdkantoor met dienstverlening en een geringe stroom in- en uitgaande materialen, en een productiefaciliteit (waar juist relatief weinig mensen werken maar veel materiaalstromen samenkomen). Vervolgens kan onderzocht worden hoeveel materiaal er op (inter)nationaal niveau beschikbaar is.

Een belangrijke tweede stap is om vervolgens te onderzoeken op welke schaal deze materiaalstromen optimaal kunnen worden verwaard middels circulaire activiteiten. We hebben in dit onderzoek niet kunnen bepalen wat de optimale schaal is (in termen van CO₂-emissie en economische efficiëntie) voor verschillende circulaire activiteiten, alleen wat de kleinst mogelijke schaal is. Wanneer bekend wordt hoe groot een productie of verwerkingscapaciteit dient te zijn om juist ook wat milieu-impact betreft de schaalvoordelen te maximaliseren. Gecombineerd met kennis over de totale grootte van (inter)nationale materiaalstromen kan dan beredeneerd worden hoeveel van dergelijke faciliteiten nodig zijn voor kringloopsluiting. Het gaat hierbij om het optimum tussen vermeden transport en schaalvoordelen. **Vervolgens kan worden onderzocht hoe de Westas zich als potentiële ontwikkellocatie voor de circulaire economie verhoudt tot andere mogelijke ontwikkelregio's, en kan middels interregionaal overleg een slimme specialisatiestrategie worden vormgegeven. Daarbij kunnen juist die economische activiteiten worden verankerd in de regio's die daarvoor het meest gunstig vestigingsmilieu bieden.** Hiermee kan worden ingezet op een gezamenlijke strategie voor slimme (nationale) specialisatie tussen ontwikkellocaties, en kan worden voorkomen dat regio's ieder voor zich individuele bedrijven stimuleren en zo op nationaal niveau mogelijke een overcapaciteit ontwikkelen.

Naast het verder verrijken van de SBI-classificatie en het opzetten van een interregionale specialisatiestrategie, kan **ten slotte ook beter in kaart gebracht worden hoeveel en welke milieuruimte gereserveerd dient te worden voor verschillende circulaire activiteiten binnen de Westas.** Daarbij zal ook juist voor nieuwe circulaire en decentrale activiteiten goed moeten worden gekeken welke risico's deze meebrengen met betrekking tot volksgezondheid, of milieu-impacts: nu is aangenomen dat (bijna) alle circulaire activiteiten in hogere categorieën zullen vallen als het gaat om de milieuruimte die ze behoeven. Het zou interessant zijn om te controleren of die aanname klopt, of dat er ook circulaire en decentrale activiteiten zijn die hier een uitzondering op vormen. Dan kan vervolgens een afweging gemaakt worden hoeveel en wat voor milieuruimte moet worden vrijgehouden in de Westas.





HOOFDSTUK 01

INTRODUCTIE



INTRODUCTIE

Nederland koerst via het Rijksbrede programma Circulaire Economie (2016) en het daartoe behorende Grondstoffenakkoord (2017) af op een economie waarin het doel is deze in 2050 volledig te laten draaien op herbruikbare grondstoffen. Ook op regionale schaal zijn de nodige ambities uitgesproken. Zo wil de Metropoolregio Amsterdam (MRA) in 2025 tot de meest circulaire grootstedelijke regio's van Europa behoren, terwijl de verschillende gebiedspartners in de Westas van het gebied ten westen van Amsterdam dé werkplaats voor de Circulaire Economie (CE) willen maken.





De Westas omvat globaal het gebied van Haven Amsterdam, via Schiphol en de daar gelegen werklocaties, tot en met Greenport Aalsmeer. Het bedrijfsleven en enkele overheden binnen dit gebied hebben zich verenigd in de Amsterdam Logistics Board (ALB). Twaalf regionale partijen proberen de Westas actief verder te brengen in de transitie naar een circulaire economie.³ Voor zowel de Westas als de Metropoolregio Amsterdam geldt dat duurzame groei alleen haalbaar is wanneer de transitie naar een circulaire economie kan worden versneld.

RUIMTE VOOR DE CIRCULAIRE ECONOMIE

Om deze transitie te realiseren dienen lineaire economische activiteiten op den duur te worden vervangen door circulaire waardeketens, en dient circulaire gebiedsontwikkeling in de Westas te worden opgeschaald. Er is echter onvoldoende bekend over de toekomstige ruimtelijke 'voetafdruk' van de circulaire economie, en de randvoorwaarden die moeten worden geschapen om circulaire clusters in het gebied verder tot bloei te doen komen.

De circulaire economie heeft bijvoorbeeld een grote distributie en logistieke component maar ook nieuwe industrieën die, wellicht meer op regionale schaal vrijkomende reststromen kunnen verwerken, zullen ruimte innemen. Daarnaast zal voor het versterken en helpen ontstaan van nieuwe waardeketens, en het faciliteren van de uitwisseling van reststromen tussen bedrijven, een nieuwe ruimtelijk-economische strategie nodig zijn. Boven deze regionale vraagstukken hangt een nog grotere, tot nog toe onbeantwoorde vraag: wat is de logische geografische schaal voor kringloopsluiting in een circulaire economie? Is een circulaire economie inherent regionaal, lokaal of internationaal georganiseerd?

Voorliggend onderzoek probeert een antwoord te vinden op o.a. deze vraagstukken, en in kaart te brengen of de ruimtelijke randvoorwaarden voor het ontstaan van circulaire waardeketens en industriële clusters aanwezig zijn in de Westas. Het onderzoek is nadrukkelijk ruimtelijk-economisch van aard: de bedoeling is om te achterhalen welke economische clusters er zullen ontstaan in een Westas met een circulaire focus, en welke er eventueel zullen verdwijnen. Daarbij wordt gekeken naar vier waardeketens binnen de regio:

-  **Bouw- en sloopketen;**
-  **Biomassa en organische reststromen keten;**
-  **Warmteketen;**
-  **CO₂-keten.**

Waardeketens, stromen, clusters?

In dit rapport staan circulaire waardeketens centraal. Daarmee wordt een serie economische activiteiten binnen een productieketen bedoeld waarmee economische waarde wordt toegevoegd. Deze activiteiten resulteren in goederen of diensten die worden geleverd aan bedrijven, overheden of consumenten. Daarnaast spreken we van circulaire industriële clusters wanneer verschillende economische activiteiten uit één of meer van deze waardeketens zich in elkaars nabijheid vestigen én actief met elkaar samenwerken. In verschillende ruimtelijke economische onderzoeken rond circulaire economie (waarin ook naar de ruimtevaart en vestigingsvraagstukken wordt gekeken), wordt niet gesproken over ketens maar over materiaalkringlopen of 'stromen' (Ecorys, 2018). In het geval van het onderzoek van Ecorys wordt hierbij uiteindelijk hetzelfde bedoeld: de reeks economische activiteiten waarmee grondstoffen worden getransformeerd en transporteert voor de productie van goederen of diensten. Omdat de term 'stromen' lijkt te verwijzen naar de materialen zelf en niet de economische activiteiten en bijbehorende assets, hebben we in dit onderzoek voor een andere term gekozen die dichter bij de keten in de traditioneel economische zin van het woord ligt.

³ De 12 partijen zijn: Schiphol, Haven Amsterdam, Greenport, SADC, AMS-IX, ministeries van IenM en EZ, provincie Noord-Holland en gemeenten Amsterdam, Amstelveen/Aalsmeer, Haarlemmermeer, en Stadsregio Amsterdam



LEESWIJZER

In dit onderzoek zijn vier waardeketens onderzocht; bouw en sloop, biomassa, warmte en CO₂. In deze ketens zijn 12 circulaire kernactiviteiten geïdentificeerd, die een spilfunctie binnen de regio vervullen. Deze circulaire kernactiviteiten vragen om specifieke locatie-eigenschappen zoals; technologie, fysieke ruimte, materialen, regelgeving en de geografische afstand ondersteunende economische activiteiten. Analyse van deze locatie-eigenschappen bepaalt in welke mate de circulaire kernactiviteiten kunnen neerslaan op de Westas.

Na een korte reflectie op de implicaties van de transitie naar een circulaire economie voor ruimtelijk-economisch beleid (hoofdstuk 2 en 3), brengen we de huidige geografie van de economische activiteiten in de vier waardeketens

(bouw- en sloop, biomassa, warmte en CO₂) in kaart (hoofdstuk 5). Vervolgens wordt in hoofdstuk 5 een mogelijke circulaire toekomst voor deze vier ketens en bijbehorende circulaire activiteiten geschetst. In hoofdstuk 6 wordt een theoretisch raamwerk gepresenteerd waarin de ruimtelijke randvoorwaarden voor twaalf circulaire kernactiviteiten uiteengezet worden. Aan de hand van dit raamwerk wordt vervolgens onderzocht op welke geografische schaal kringloopsluiting in circulaire waardeketens mogelijk kan worden georganiseerd. Daarnaast wordt geanalyseerd of de Westas voor deze circulaire activiteiten een logische vestigingslocatie is. Het rapport wordt afgesloten met hoofdstuk 7 waarin de conclusies uit het onderzoek samenvat worden en aanbevelingen gedaan voor het vormgeven van een ruimtelijk economische strategie (RES).



HOOFDSTUK 02

CIRCULAIRE ECONOMIE EN RUIMTELIJK- ECONOMISCH BELEID

HOOFDSTUK 01

HOOFDSTUK 02

HOOFDSTUK 03

HOOFDSTUK 04

HOOFDSTUK 05

HOOFDSTUK 06

HOOFDSTUK 07

CIRCULAIRE ECONOMIE EN RUIMTELIJK- ECONOMISCH BELEID

EEN CIRCULAIRE ECONOMIE: MEER DAN MATERIAALGEBRUIK ALLEEN

Sinds de industriële revolutie is de bevolking en de welvaart op aarde exponentieel toegenomen. Waar er in 1900 nog maar 1,6 miljard mensen op de planeet leefden, zijn dat er iets meer dan honderd jaar later al meer dan 7,6 miljard. Deze spectaculaire bevolkingsgroei is mogelijk doordat we steeds meer gebruik zijn gaan maken van natuurlijke bronnen zoals fossiele brandstoffen, grondwater, land, metalen, mineralen en biomassa. Tussen 1900 en 2015 is de wereldwijde consumptie van grondstoffen vertwaalfvoudigd en ligt de uitstoot van CO₂ nu zelfs 24 keer hoger dan in 1900. Deze exponentiële groei leidt tot onomkeerbare schade van belangrijke natuurlijke systemen, klimaatverandering en een alarmerend verlies in biodiversiteit (Steffen et al. 2015). Ook raken sommige grondstofvoorraden op, doordat we na gebruik, al snel afstand doen van de materialen. Deze lineaire economie is kortom niet vol te houden op de lange termijn.

De circulaire economie biedt mogelijk een oplossing voor deze problemen door de economie te hervormen naar een die fundamenteel versterkend en veerkrachtig is, en opereert binnen het fysieke draagvermogen van de planeet. Circulariteit is een middel tot een doel: een duurzame en inclusieve samenleving. Metabolic (Gladek, 2017), identificeert zeven verschillende karakteristieken die een integraal beeld geven van de circulaire economie (figuur 1). Door gebruik te maken van deze holistische blik voorkom je dat het implementeren van oplossingen alleen maar problemen verschuift. Bijvoorbeeld dat er veel biodiversiteit verloren kan gaan omdat biobrandstoffen geproduceerd worden voor 'duurzame' energieproductie, of dat recycling een doel op zichzelf wordt zonder dat gekeken wordt of de energie die nodig is voor het hergebruik proces niet groter is dan de resulterende besparing.

“De Circulaire Economie is een nieuw economisch model om te voorzien in menselijke behoeften en een eerlijke verdeling van grondstoffen, zonder dat dit het functioneren van de biosfeer verhindert of planetaire limieten overschrijdt” (Gladek, 2017).



**Materialen worden op zo'n manier toegepast in de economie dat ze continu kunnen worden gerecycled op hoog niveau zonder te verdwijnen in het milieu.**

Prioriteit is het behouden van 'materiaalcomplexiteit' door materialen te behouden in hun meest complexe vorm voor zo lang als mogelijk (liever als product dan als component, en liever als component dan als grondstof). De duur van de materiaalkringloop hangt af van de schaarste van het materiaal; hoe schaarser een materiaal, hoe eerder deze bij voorkeur weer terugkomt in de kringloop voor hergebruik. De lokale beschikbaarheid van een materiaal bepaalt de schaal waarop de kringloop gesloten kan worden (hoe wijder beschikbaar, hoe kleiner de kringloop kan zijn). Dichtheid van vraag en aanbod wordt idealiter ook afgestemd.

**Alle energie is gebaseerd op hernieuwbare bronnen.**

Naast dat alle energie opgewekt dient te worden uit hernieuwbare bronnen, dient te worden opgemerkt dat de materialen die nodig zijn voor de opwekking en opslag van energie zo zijn ontworpen dat ze makkelijk kunnen worden teruggewonnen. Energie wordt intelligent ingezet waarbij verliezen zoveel mogelijk worden vermeden en waar mogelijk worden lagere vormen van energie (zoals warmte) gecascadeerd.

**Biodiversiteit wordt structureel ondersteund en versterkt door alle menselijke activiteiten in een circulaire economie.**

Het behoud van biodiversiteit wordt gezien als één van de hoogste waarden binnen de circulaire economie. Wanneer een complex ecosysteem, zoals bijvoorbeeld een deel van een jungle verdwijnt, duurt het generaties voordat deze systemen weer terug zijn op het niveau van voor verstoring. Behoud van de ecologische diversiteit is een van de belangrijkste bronnen van veerkracht van de biosfeer en de ecosysteemdiensten die worden verschaft zijn ontelbaar.

**Menselijke samenleving en cultuur worden versterkt door menselijke activiteiten.**

Het doel van de circulaire economie is het ontwikkelen van een leefbare samenleving voor iedereen, waarbij duurzaamheidsambities niet moeten leiden tot negatieve impacts op de leefbaarheid en diversiteit van deze samenleving. Activiteiten die structureel de diversiteit en complexiteit in samenlevingen en culturen ondermijnen moet waar mogelijk worden vermeden.

**De gezondheid en het welzijn van de mens en andere soorten moeten structureel worden ondersteund door de activiteiten van de economie.**

In een circulaire economie zouden economische activiteiten nooit een negatieve impact moeten hebben op de gezondheid en het welzijn van mensen en het milieu. Op termijn dienen alle giftige en gevaarlijke stoffen uit onze economie te verdwijnen. In de tussentijd zouden deze stoffen zo min mogelijk toegepast moeten worden, en wanneer dit toch gebeurt is het van belang dat dit gebeurt op een zeer gecontroleerde wijze.

**Menselijke activiteiten genereren een toegevoegde waarde die niet alleen in financiële waarde is uit te drukken.**

Materialen en energie zijn momenteel niet in oneindige hoeveelheden beschikbaar en daarom zou het gebruik en de toepassing hiervan weloverwogen moeten zijn en met het doel om maatschappelijke waarde te creëren. Waarden waaraan gedacht kan worden zijn: esthetische waarde, emotionele waarde en bijvoorbeeld ecologische waarde.

**Water wordt gewonnen op een duurzame manier en bronherstel wordt gemaximaliseerd.**

Zoet water is een van de meest kostbare grondstoffen op de planeet. Niet alleen gebruiken we dit als drinkwater, maar het merendeel van het water wordt gebruikt om het voedsel te produceren dat we dagelijks eten en de producten te maken die we kopen. In een circulaire economie moeten duurzame bronnen worden gebruikt voor de watervoorziening.



Figuur 1. Zeven karakteristieken van de circulaire economie. Bron: Gladek, 2018.

WAT IS EEN CIRCULAIRE WAARDEKETEN?

Bovenstaande 7 pilaren van de circulaire economie geven een holistisch en theoretisch beeld hoe een nieuwe economie eruit kan zien. Maar wat betekent dit concreet in een economische waardeketen? Welke economische activiteiten horen thuis in een circulaire economie?

Om tot een circulaire economie te komen moet er nog veel veranderen. Intensievere samenwerking in de verschillende waardeketens is een van de belangrijkste voorwaarden. Een producent moet samen met verkopers,

verwerkers en consumenten samenwerken om ketens te kunnen sluiten en zo de impact op de planeet te beperken en bij te dragen aan maatschappelijke waarden. Om van de huidige lineaire economie naar een circulaire economie te komen zijn maatregelen nodig. Deze worden hieronder in een hiërarchie geplaatst. Deze volgorde is leidend geweest bij het beschrijven van de circulaire visie in hoofdstuk 5, en sluit aan op de 7 pilaren van de circulaire economie.

↓ Reductie

De makkelijkste manier om impact van grondstoffenwinning en productie te voorkomen is om minder te produceren. Het is belangrijk om een systeem te ontwerpen waarbij een lage vraag naar energie en materialen centraal staat. Dit kan door zuiniger om te gaan met grondstoffen door anders te denken over producten en productieprocessen, en de levensduur van producten te verlengen.

🔄 Synergie

Zodra de grondstoffen vraag en de daaraan gerelateerde effecten maximaal verlaagd zijn, kan worden gekeken naar de mogelijkheid om lokale uitwisseling van reststromen te realiseren. Als er bijvoorbeeld restwarmte geproduceerd wordt in een gebouw, is het ideaal om deze op te vangen en ter plekke opnieuw in te zetten. Met name lokaal beschikbare middelen (zoals regenwater of warmte van lokale waterbronnen) en grondstoffen waarvan men weet dat ze tijdens de sloop van gebouwen vrijkomen zijn belangrijk om mee te nemen in deze ontwerpstep.

⚙️ Productie inkoop

Zodra synergieën uitgeput raken kan de resterende functionele vraag geleverd worden door gebruik te maken van schone, hernieuwbare of anderszins ecologisch gunstige bronnen. Middelen die lokaal geproduceerd worden hebben hierbij de voorkeur, omdat de milieu-impact hiervan doorgaans lager is en de economische efficiëntie hoger, omdat er geen lang transport of grote infrastructurele investeringen nodig zijn. In de keuze voor lokaal moeten de impact en efficiëntie echter leidend zijn.

📈 Management

Het is belangrijk om feedback te krijgen over hoe het systeem werkt om het optimaal te laten functioneren. Dit omvat onder andere het ter beschikking stellen van transparante data en een informatienetwerk om een efficiënt en goed functionerend systeem mogelijk te maken. Deze vorm van feedback maakt gedragsverandering en technologische aanpassingen mogelijk.

DE RUIMTEVRAAG VAN DE CIRCULAIRE ECONOMIE

Om de idealen van een circulaire economie te kunnen realiseren, is ruimte nodig. In opdracht van verschillende Westas partners⁴ heeft Ecorys (2018) een analyse gemaakt van de ruimtevrage van de circulaire economie.

Meer ruimte voor de Circulaire Economie

Bij deze analyse van Ecorys is de huidige ruimtevrage van alle bedrijven (circulair en niet-circulair), als startpunt genomen, en aangevuld met een prognose van ontwikkeling van de regionale economie en de daaruit voortvloeiende ruimtevrage (op basis van een in 2016 voor het Platform bedrijven en kantoren (Plabeka) ontwikkeld model). Op basis van het geschatte aantal circulaire banen in de MRA-regio (Circle Economy, 2018), is met behulp van de 'terrein quotiënt' (het gemiddelde ruimtebeslag per arbeidsplaats voor een branche), het aantal circulaire banen vertaald naar de ruimtevrage (Ecorys, 2018). Daarbij is naast modelmatige ramingen gebruikt gemaakt van schattingen op basis van interviews en expert judgements.

Er vanuit gaande dat de Rijksdoelstellingen voor een compleet circulaire economie in 2050 gehaald worden voorspelt Ecorys een forse verschuiving in het ruimtegebruik van bedrijven en industrie: lineaire activiteiten worden vervangen door circulaire. Daarnaast is de verwachting dat er zich een aantal nieuwe circulaire activiteiten binnen de MRA gaat vestigen. Dit wordt veroorzaakt door het gunstige vestigingsklimaat in de MRA voor dit type activiteiten. Dit leidt wel tot additionele ruimtevrage. In onderstaande tabel (1) is de door Ecorys voorspelde additionele ruimtevrage voor vier in de Westas centraal staande ketens samengevat.

WAARDEKETEN	ADDITIONELE RUIMTEVRAAG CIRCULAIRE ECONOMIE
Bouw- en Sloop	30 tot 50 hectare
Biomassa	50 tot 75 hectare
Warmte	10 tot 20 hectare
CO ₂	10 tot 20 hectare

Tabel 1. Additionele ruimtevrage circulaire activiteiten in vier waardeketens. Bron Ecorys, 2018.

⁴ Schiphol, Greenport, Haven Amsterdam, provincie Noord-Holland, AMS-IX, SADC, Vervoerregio en gemeenten Amsterdam, Aalsmeer en Haarlemmermeer

Op welke schaal vindt kringloopsluiting plaats?

De vraag resteert op welk geografisch schaalniveau deze kringloopsluiting en logistiek uiteindelijk georganiseerd zou moeten worden. De Ellen MacArthur Foundation (2014) stelt dat waar grondstoffen en materiaalketens grotendeels op internationale en mondiale schaal georganiseerd kunnen worden, de logistieke bewegingen en kosten bij hergebruik, en revisie op product en component niveau zwaarder wegen en dus dienen te worden beperkt. Dit betekent dat de demontage en het opknappen van producten (R4: refurbishment), het beste lokaal of regionaal kan worden georganiseerd (Jonkeren, 2016).

Wat voor soort ruimte is er nodig?

Er is niet alleen méér ruimte noodzakelijk, maar ook andere ruimte. De verandering van de traditionele lineaire economie naar een circulaire economie zal invloed hebben op de fysieke ruimte en omgekeerd. Een groep bedrijven kan bijvoorbeeld besluiten om dichtbij elkaar te gaan vestigen om zo lokaal een kringloop te sluiten met als gevolg andere vervoerspatronen en daardoor een verandering in het gebruik van bestaande infrastructuur. Andersom kan een goede transportinfrastructuur circulaire-activiteiten ook aantrekken (Jonkeren, 2016).

Binnen een circulaire economie gaan nieuwe economische activiteiten plaatsvinden die een andere soort ruimte vragen dan hun lineaire voorgangers. De locatie-eigenschappen die van belang zijn veranderen. Bijvoorbeeld: 'urban mining' en de distributie van secundaire bouwmaterialen brengen een ander ruimtegebruik met zich mee dan lineaire sloop en het storten van puin als fundering. Het afvangen van koolstofdioxide om deze vervolgens als grondstof voor de chemische industrie te zetten kan mogelijk leiden tot een nieuwe groene industrie in de haven, het hergebruiken en verwerken van organische reststromen uit de stad en vanuit de Greenports.

Urban mining is het slim gebruik van grondstoffen en hergebruik van elementen en materialen in een gesloten kringloop. Dit wordt bewerkstelligd door enerzijds te inventariseren welke materialen vrijkomen in de geplande sloop- en transformatieprojecten. Anderzijds de vraagkant in beeld te brengen aan de hand van de bouwprojecten in de komende jaren en een indicatie van benodigde materialen. Vervolgens kunnen vraag en aanbod gematcht worden.

Urban mining kan grote consequenties hebben voor de transport en bouwlogistiek. Om deze gevolgen beter in kaart te brengen is recent in samenwerking met het havenbedrijf en de gemeente Amsterdam een onderzoek uitgevoerd door het Economisch Instituut voor de Bouw (EIB) en TNO (EIB & TNO, 2018)

Co-locatie van economische activiteiten

De geografische nabijheid, oftewel co-locatie, tussen economische activiteiten is een belangrijke factor in de ontwikkeling van synergieën tussen economische actoren binnen een circulaire waardeketen. Een veelbesproken idee over de ontwikkeling van industriële symbiose, opgesteld door Marian Chertow, een expert op dit gebied, benadrukt dat; "the key to industrial symbiosis are collaboration and the synergistic possibilities offered by geographic proximity" (Chertow, 2000). Afgezien van de duidelijke logistieke en economische voordelen die geografische nabijheid biedt in termen van economische kosten en transportfaciliteiten, draagt de fysieke nabijheid tussen activiteiten bij aan de ontwikkeling van vertrouwen en samenwerking. Vertrouwen en samenwerking zijn beiden kritische factoren bij de implementatie van eco-industriële overeenkomsten omdat ze bedrijven in staat stellen hun manier van werken zodanig te veranderen dat er synergieën en materiële uitwisselingen plaatsvinden. (Jensen et al, 2011).

Tenslotte, stelt de geografische nabijheid economische actoren in de circulaire waardeketen in staat om (via lokale sociale platforms voor de industrie) relaties tot stand te brengen die vervolgens kunnen leiden tot nieuwe synergieën (Teh et al., 2014). Dit verhoogt hun interesse en bereidheid om deel te nemen aan nieuwe materiële uitwisselingen. Dit soort netwerken en communicatie gebeurt veel vaker tussen economische actoren die zich geografisch dicht bij elkaar bevinden. Binnen de circulaire waardeketens dienen actoren informatie te delen over productieprocessen, afval, hoeveelheid en kwaliteit van het benodigde materiaal en de gebruikte technologie. Dit betreft vaak gevoelige informatie die niet met concurrenten gedeeld kan worden vanwege de economische risico's die dit met zich meebrengt. De uitwisseling van dergelijke informatie brengt een zeker vertrouwen tussen bedrijven met zich mee binnen de circulaire waardeketen. Dit vereist een wederzijds akkoord en sociale verantwoording die verder gaan dan institutionele overeenkomsten en die alleen kan worden versterkt door geografische nabijheid en de persoonlijke relaties en netwerken die het bevordert. In



som, economische actoren in de waardeketen kunnen door samenwerking en vertrouwen nieuwe processen en technologieën ontwikkelen die helpen hun synergieën te diversifiëren en te zorgen voor meer hergebruik van afval in de waardeketen.

Voor inzicht in de kwalitatieve ruimtevraag van een circulaire economie is het nodig de verschillende circulaire waardeketens te onderzoeken en de assets die nodig zijn om deze activiteiten te laten plaatsvinden in kaart te brengen.



HOOFDSTUK 03

DE WESTAS ALS VESTIGINGSREGIO VOOR CIRCULAIRE INDUSTRIE

HOOFDSTUK 01

HOOFDSTUK 02

HOOFDSTUK 03

HOOFDSTUK 04

HOOFDSTUK 05

HOOFDSTUK 06

HOOFDSTUK 07

DE WESTAS ALS VESTIGINGSREGIO VOOR CIRCULAIRE INDUSTRIE

In dit hoofdstuk worden de belangrijkste economische clusters van de Westas beschreven en worden bestaande doelstellingen en beleid omtrent de circulaire economie samengevat.

BESCHRIJVING VAN DE BELANGRIJKSTE ECONOMISCHE CLUSTERS EN KENMERKEN VAN DE WESTAS

De belangrijkste economische clusters in de Westas zijn de Haven van Amsterdam, Schiphol en omringende werklocaties en de Greenport Aalsmeer.

HAVEN VAN AMSTERDAM

De Haven van Amsterdam is een van de grootste Havens van Europa. De Haven bevindt zich in het Noordwesten van Amsterdam en beslaat een gebied van 4.500 hectare, waarvan 600 water is (Port of Amsterdam, 2014a). Het havengebied verschaft voor ongeveer 60.000 mensen

direct of indirect een baan (Port of Amsterdam, 2014b). De haven is hiermee goed voor 142 miljoen euro aan toegevoegde waarde, wat neerkomt op 6% van de economie van de Metropoolregio Amsterdam. Deze omzet kan grotendeels worden toegeschreven aan de grootschalige overslag van benzine, cacao en steenkool waarvan de haven van Amsterdam wereldwijd een groot marktaandeel heeft (Port of Amsterdam, 2014c). De kern van de economische activiteiten in de haven zijn: Energie, Voedsel, Agribulk, Mineralen & Recycling, Stukgoed & Logistiek, Cruise, Maritieme diensten & Onroerend goed (Port of Amsterdam, 2014d).

De komende jaren is duurzame groei van de economische activiteiten een van de belangrijkste ambities van de Haven van Amsterdam: in 2020 wil de Haven van Amsterdam een van de meest duurzame havens in Europa zijn (Port of Amsterdam, 2014e). Duurzame groei moet nieuwe banen creëren en inkomsten genereren zonder de kwaliteit van het milieu te schaden. Groei dient te leiden tot verbetering van de publieke waardering van de haven en aantrekken



van (nieuwe) internationale investeerders. Daarnaast dient de groei te worden gebaseerd op intensieve samenwerking met partners in de stad, regio en bedrijfsleven met een focus op innovatief en efficiënt gebruik van beschikbare ruimte (Port of Amsterdam, 2014d). In de ontwikkelstrategie Haven-Stad (2017) wordt de ambitie uitgesproken om in 2040 een CO₂-reductie van 75% t.o.v. 2016 te bewerkstelligen, en om 50% van de grondstoffen in openbare ruimte en gebouwen her te gebruiken in 2029.

Om de groei en duurzaamheidsdoelstellingen te realiseren, stimuleert de Haven Amsterdam momenteel innovatie en richt het zich op de implementatie van de biobased-en circulaire economie. Het doel is 25 hectare terrein in de haven uit te geven aan nieuwe circulaire en biobased bedrijvigheid voor eind 2020 (Port of Amsterdam, 2018). De dichtbij gelegen agrarische activiteiten (waaronder de bloemenveiling) bieden mogelijkheden tot aanlevering van organisch materiaal. Bovendien biedt de Metropoolregio Amsterdam veel herbruikbare materialen en reststromen (Port of Amsterdam, 2014d). Daarnaast experimenteert de Haven met meerdere projecten op het gebied van duurzame technologieën, recycling, intensief gebruik van de beschikbare ruimte, verbetering van de bereikbaarheid en verbinding met de omliggende gebieden en het stimuleren van een verschuiving van wegtransport naar water en rails (Port of Amsterdam, 2014a, 2014d). Zoals we in de komende hoofdstukken

zullen zien heeft de haven met name als het gaat om het sluiten van materiaalkringlopen en waardeketens met een internationaal karakter (zoals bijvoorbeeld CO₂ en metalen) een sleutelrol te vervullen.

GREENPORT AALSMEER

De Greenport Aalsmeer is als wereldwijd handelspunt voor bloemen en planten een belangrijk knooppunt in de Westas. De Greenport Aalsmeer wordt gekenmerkt door (een overschot aan) sierteeltgebieden. De focus van de Greenport 3.0 Impuls Agenda, waarmee de Greenport toewerkt naar een klimaat- en CO₂-neutrale tuinbouw, is in eerste instantie vermindering van het gebruik van aardgas door de ontwikkeling van een duurzame warmte- en CO₂-voorziening, en het benutten van geothermie.

Greenport Aalsmeer wil de beschikbare fysieke ruimte inzetten voor een biomassa installatie. Met deze installatie kan warmte en CO₂ benodigd voor de tuinbouw geproduceerd worden. Een clustering van de biomassa, warmte en CO₂ clusters heeft synergievoordelen in de Greenport Aalsmeer, aangezien de reststromen van de tuinders ook een grondstof worden. Door de aanwezige ruimte in de Greenport kan zo een cluster ontstaan van circulaire economie bedrijven. Deze clusters kunnen groeien tot aanjagers van de nieuwe economie op de Westas.





SCHIPHOL

Een derde plek die in de Westas als potentiële circulaire hotspot wordt gezien is vliegveld Schiphol. Door alle bedrijvigheid in en rond Schiphol, worden hier veel materialen verbruikt, en komen er ook veel vrij. Hierdoor zou Schiphol dan ook een geschikte kandidaat kunnen zijn voor bijdrage aan de circulaire ambities van de Westas. Daarnaast wordt Schiphol in Nederland ook als een van de organisaties gezien die vooraan staat als het draait om verkennen van nieuwe wegen die leiden naar circulariteit. Naast de vele partnerships en projecten die Schiphol heeft opgezet voor de bevordering van haar circulaire doelstellingen, is ze toegewijd om in 2030 een Zero Waste, en in 2040 een volledig klimaatneutraal vliegveld te zijn. Deze ambities maken Schiphol een logische mogelijke partner voor circulariteit in de Westas.

De primaire functie van een vliegveld is het vervoer van mensen en goederen. Deze functie ligt ten basis aan de rest van de activiteiten die plaatsvinden op een vliegveld, zoals bijvoorbeeld de verkoop van goederen, verblijf en bedrijfsvoering. Deze functies of activiteiten hebben elk een ander type stofstroom, die vanwege de grote doorstroom aan passagiers interessante volumes zouden kunnen hebben voor integratie in circulaire ketens in de Westas.

Uit voorgaande stofstroomanalyses van Schiphol uitgevoerd door Metabolic, kwam naar voren dat de grootste ingaande stofstromen op het terrein voornamelijk bestaan uit watergebruik, energiedragers en bouwmaterialen. Gezien de ambities van Schiphol om in 2030 een Zero Waste vliegveld te zijn, is een deel van haar plan om de overgebleven afvalstromen tegen die tijd op locatie te kunnen verwerken, waardoor er weinig fysieke uitgaande afvalstromen overblijven.

De mogelijkheden om Schiphol te integreren in circulaire ketens kunnen aan de hand van deze ingaande stofstromen bepaald worden. Gezien energiedragers de grootste stofstroom zijn, is het logisch om als eerste naar deze stroom te kijken. Van de energiedragers is de brandstof kerosine de grootste stroom. Deze brandstof wordt gebruikt tijdens het opstijgen, landen en de vlucht van vliegtuigen, en is daarom essentieel voor de primaire functie (en daarbij alle onderliggende functies) van Schiphol. In eerdere rapporten voor Schiphol kwam al naar voren dat om Schiphol te verduurzamen, deze stroom kerosine uiteindelijk vervangen moet worden door synthetische kerosine en biobrandstoffen. Deze verduurzamingsslag biedt kansen tot integratie in verschillende circulaire ketens in de Westas; zo is er bijvoorbeeld CO₂ nodig voor de productie van

synthetische brandstoffen, en biomassa voor de productie van biobrandstoffen. Ook de ingaande stroom bouwmaterialen biedt een kans tot het aanvoeren van gerecyclede bouwmaterialen voor Schiphol.

Wanneer de vrijkomende CO₂-, biomassa- en bouwmaterialenstromen in de Westas in meer detail worden gekwantificeerd, kan in samenwerking met Schiphol wellicht bepaald worden welk deel ervan mogelijk aan Schiphol geleverd kan worden. Anderzijds kan de luchthaven, en dat doet ze ook volop, op eigen initiatief ook al grote slagen maken: Schiphol is als het ware een kleine stad, waarbij ze vaak zelf de rol van initiatiefnemer en verbinder inneemt.

BESTAANDE DOELSTELLINGEN EN BELEID OP HET GEBIED VAN DE CIRCULAIRE ECONOMIE

Op nationaal niveau zijn er met het Rijksbrede programma circulaire economie (2016) en het daartoe behorende Grondstoffenakkoord (2017) duidelijke doelstellingen gezet voor een circulaire economie in 2050. In de Westas hebben meerdere regionale partijen een stap voorwaarts gezet van een lineaire naar een circulaire economie met het rapport *De Ruimtelijk-Economische Verkenning Westas* (REVV, 2017) waarin de versnellingskansen worden onderzocht om het gebied tot een werkplaats voor circulaire economie te maken. Dit rapport concludeert dat de versnelling naar een circulaire economie toegevoegde waarde biedt en haalbaar is en dat het bovendien bijdraagt aan een beter investerings-, vestigings-, en leefklimaat. Daarnaast is gebleken dat het behalen van economische schaalvoordelen alsmede integrale samenwerking tussen de bedrijven in de vier ketens belangrijke factoren zijn om de doelstelling van een circulaire Westas te realiseren.

De ambitie van het Ontwikkelplan Circulaire Economie Metropoolregio Amsterdam is dat in 2025 de Metropoolregio Amsterdam behoort tot de meest circulaire grootstedelijke regio's van Europa (MRA, 2018). De Westas zal een sleutelrol spelen in het behalen van deze ambitie. Om de circulaire transitie te bewerkstelligen zijn 9 mogelijke programma's geïdentificeerd (REVV, 2017):

1. Het circulair bouwen en hergebruik van sloopafval in de regio;
2. Creatie van een ecosysteem rond verwerking van biomassa, mede gebaseerd op import en export van grondstoffen;
3. De creatie van een warmte- en een W-net dat de positie van Greenport Aalsmeer versterkt, maar ook het ontstaan van een ecosysteem dat de verwerking van biomassa ondersteunt;
4. Een programma om op de werklocaties versneld het principe van circulaire economie toe te passen, zowel voor grondstoffen, energie, logistiek als informatie;
5. Een programma gericht op het optimaliseren van logistieke stromen naar de hubs en naar de stad, door een versnelde uitbouw van bestaande programma's;
6. Het realiseren van de regio als locatie voor duurzame datacenters gericht op een optimaal gebruik van grondstoffen, energie en ruimte bij de bouw en exploitatie van datacenters;
7. De opbouw van communities, waar marktpartijen, kennisinstellingen en overheden samenwerken aan de ontwikkeling van nieuwe materialen en businessmodellen voor een circulaire economie;
8. Een ruimtelijke gebiedsvisie om optimaal een ontwikkeling naar een circulaire economie te faciliteren;
9. De internationale vermarkting van de Westas als circulaire werkplaats.

Bij de uitvoering van bovengenoemde programma's is een actiegerichte rol van partners in de Westas nodig. Zo zullen launching customers belangrijk zijn bij het circulair inkopen en zal er een grote rol zijn voor een financiers en matchmakers die partijen aan elkaar koppelt. Ook zal er behoefte zijn aan een partij die kennis en expertise beschikbaar stelt en een partij die helpt de community op te bouwen door activiteiten te bundelen en onderzoeken te coördineren.

In bijlage 1: 'Beleidsdocumenten en beleidsinstrumenten' is het beleid beschreven voor de toepasselijke beleidsniveaus (Europees, Nationaal, provinciaal en lokaal), die invloed hebben op de circulaire economie in de Westas.



HOOFDSTUK 04

ONDERZOEKSAANPAK

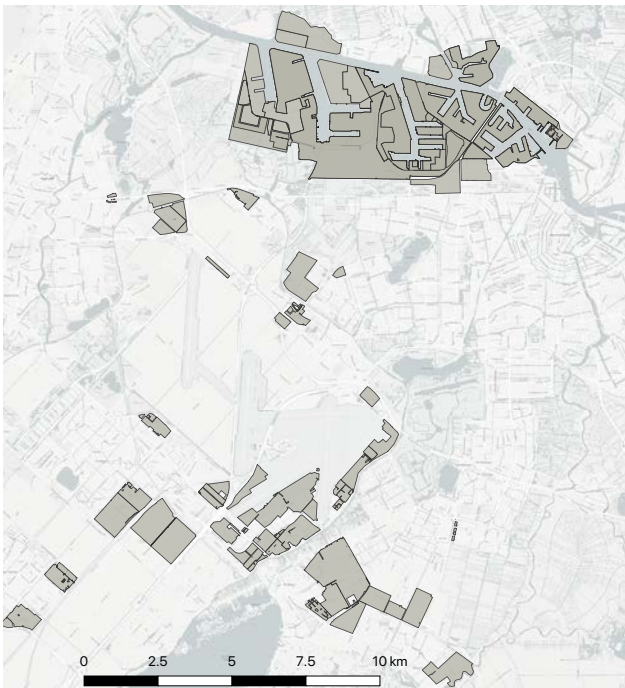


ONDERZOEKSAANPAK

In dit hoofdstuk wordt de onderzoeks aanpak beschreven. Eerst wordt de geografische scope en de gebruikte data toegelicht, vervolgens wordt de methode uiteengezet. De methode bestaat uit drie delen; (1). de '0-meting'. Dit is een beschrijving van de huidige (lineaire) situatie van de vier waardeketens en hun geografie. (2). een visie van de circulaire ketens, en (3). een theoretisch raamwerk; ontwikkeld is om te onderzoeken of de Westas een geschikte locatie is voor de circulaire economie.

BESCHRIJVING VAN DE GEOGRAFISCHE SCOPE

De geografische scope van dit onderzoek omvat het gebied tussen de Haven van Amsterdam, Schiphol en de Greenport Aalsmeer. Binnen dit gebied vallen de 49 werklocaties zoals gedefinieerd door de Provincie Noord-Holland (zie figuur 2).



Figuur 2. Onderzoeksgebied: de 49 werklocaties in de Westas. Een bufferzone van 1 kilometer om de werklocaties is gebruikt als onderzoeksgebied. Deze buffer is gebruikt omdat de economische activiteiten die plaatsvinden buiten de werklocaties kunnen bijdragen aan de co-locatie factoren.

DATA OVERZICHT

Vier databronnen zijn gebruikt om tot de '0-meting' te komen; (1). de LISA database (LISA, 2018), (2). de warmtebronnen kaart van de Provincie Noord-Holland, (3). de CO₂-emissie database van de Rijksoverheid en (4). de landelijke informatie bedrijventerreinen van Ibis (2018). Bijlage 2 biedt een overzicht van de inhoud van deze databronnen.

METHODE

'0-meting'

Om de huidige geografische situatie voor de vier waardeketens te beschrijven wordt gebruik gemaakt van een ruimtelijke analyse op basis van de LISA-database. LISA is een databestand met gegevens over alle bedrijfsvestigingen in Nederland waar betaald werk wordt verricht. In deze ruimtelijke analyse wordt per keten gevisualiseerd waar de huidige economische activiteiten plaatsvinden in de Westas. De opsplitsing van de economische activiteiten in de vier ketens is gebaseerd op een classificatie van de Standaard Bedrijfsindeling (SBI) van de Kamer van Koophandel (KvK, 2018). Als uitgangspunt voor deze classificatie zijn de rapporten van Ecorys (2018) en Circle Economy (2018) genomen. Deze classificaties zijn vervolgens verrijkt met de warmtebronnen kaart van de Provincie Noord-Holland en met de CO₂-emissie database van de Rijksoverheid. De Ibis database is gebruikt om de milieuruimte in de Westas in kaart te brengen. De resultaten van de '0-meting' worden in hoofdstuk 5 besproken.

ONTWIKKELING VAN EEN CIRCULAIRE VISIE

Door middel van deskresearch, interviews en een externe werksessie is de circulaire visie vormgegeven. In deze visie is bepaald welke specifieke economische activiteiten binnen de ketens kunnen gaan plaatsvinden als de transitie naar een circulaire economie plaatsvindt. Uit de circulaire visie (met in totaal 22 activiteiten) zijn uiteindelijk 12 circulaire kernactiviteiten gekozen. Deze kernactiviteiten zijn vervolgens uitgewerkt in het theoretisch raamwerk. De resultaten van de circulaire visie worden in hoofdstuk 5 besproken. Zie bijlage 3 voor een overzicht van de circulaire kernactiviteiten.

De circulaire kernactiviteiten worden beschouwd als de potentieel meest impactvolle en diverse activiteiten die in grote mate kunnen bijdragen aan de transitie naar een circulaire economie, en die bovendien andere circulaire activiteiten mogelijk maken en aantrekken. Zonder deze zogeheten 'kernactiviteiten' is het onwaarschijnlijk dat circulaire ketens zullen ontstaan en in stand blijven. Denk bijvoorbeeld aan het afvangen van CO₂ (Carbon Capture and Storage) en het Fischer-Tropsch proces. De combinatie van deze activiteiten zorgt er voor dat vanuit koolstofmonoxide en waterstof de bouwstenen geproduceerd worden voor de hele opvolgende keten van potentiële productieprocessen voor bioplastics en biobased chemicaliën. In de bouw (staal en beton recycling), warmteketen (warmtekrachtcentrales) en biomassaketen (nieuwe vormen van voedselproductie) zijn soortgelijke activiteiten te vinden, met een spilfunctie binnen de keten als geheel.

Een logische eerste stap om circulaire kernactiviteiten te identificeren is om te onderzoeken welke activiteiten veel grondstoffen of reststromen produceren. Voorbeelden hiervan zijn rioolwaterzuiveringsinstallaties, landbouw, industrieën of sloop-activiteiten. In dit onderzoek zijn deze materiaalbronnen echter buiten beschouwing gelaten omdat deze activiteiten niet opgeschaald zullen worden met als doel meer reststromen te produceren ten behoeve van de circulaire economie. In dit onderzoek worden juist de economische activiteiten waar nog opschaalpotentie zit, of activiteiten die nog niet in de Westas aanwezig zijn en een verbindend stukje in de keten tussen de bestaande activiteiten kunnen sluiten, meegenomen.

THEORETISCH RAAMWERK - RUIMTELIJKE RANDVOORWAARDEN VOOR EEN CIRCULAIRE WESTAS

Nadat de huidige situatie (0-meting) alsmede de mogelijke circulaire waardeketens (Circulaire visie) in de Westas in kaart zijn gebracht, kan de ruimtevrage die deze circulaire activiteiten met zich meebrengen worden geanalyseerd. Daarbij gaat het er niet zozeer om hoeveel ruimte deze activiteiten in beslag nemen, maar meer om welke kwalitatieve aspecten van belang zijn bij het creëren van een gunstig vestigingsklimaat voor circulaire bedrijvigheid en industrie in de Westas. Om deze locatiefactoren in kaart te brengen heeft Metabolic

een theoretisch raamwerk ontwikkeld dat voor de belangrijkste circulaire activiteiten in de vier ketens de ruimtebehoefte in kaart brengt. In andere woorden, dit raamwerk biedt inzicht in de locatie-eigenschappen die van belang zijn voor het doen 'landen' van circulaire ketens in de Westas en legt een basis voor de ruimtelijke economische strategie.

Deze ruimtelijk-economische strategie dient zich te richten op het optimaliseren van de 'regionale binding' en de 'lokale voedingsbodemp' voor circulaire bedrijvigheid.

- **Met de 'regionale binding'** wordt aangegeven dat op basis van gunstige locatie-eigenschappen en vestigingsfactoren (denk aan aanwezige infrastructuur, milieuruimte en fysiek beschikbare ruimte, of de aanwezigheid van de benodigde grondstoffen en reststromen in een gebied, sommige activiteiten aan de regio gebonden kunnen worden. Dit geldt vooral voor economische activiteiten vanwege de aan- en afvoer van grondstoffen tussen verschillende economische activiteiten te maken hebben met hoge transportkosten (in euro's) en CO₂ emissies. Deze transportkosten maken het vanuit economisch en ecologisch oogpunt aantrekkelijk om op een zo kleine mogelijke geografische schaal de aan- en afvoer van grondstoffen te realiseren, en zorgen dus voor binding aan de regio waarbinnen productieprocessen plaatsvinden.
- **Met 'lokale voedingsbodemp'** wordt bedoeld dat de vestiging van (nieuwe) economische kernactiviteiten in de circulaire waardeketen mede worden bepaald op basis van de reeds bestaande activiteiten in de regio. Door aan te sluiten bij een deel van een reeds aanwezige waardeketen, kan de uitwisseling van grondstoffen worden vergemakkelijkt. Bovendien wordt de uitwisseling van informatie makkelijker, en het onderling vertrouwen tussen bedrijven, groter wanneer zij in elkaars nabijheid gevestigd zijn (Jensen et al, 2011, Teh et al, 2014). Op basis van de reeds aanwezige activiteiten kan actief worden gezocht naar kernactiviteiten die aanvullend hierop zijn, vooral wanneer de co-locatie van activiteiten uit dezelfde keten voordelen met zich meebrengt voor bijvoorbeeld industriële symbiose en het opbouwen van circulaire industriële clusters (zie hoofdstuk 2)."

Het theoretische raamwerk is gebaseerd op stakeholder interviews, deskresearch en interne brainstormsessies. Het raamwerk omvat een overzicht van de factoren, ruimtelijke kenmerken en implicaties van de circulaire kernactiviteiten. Het raamwerk onderzoekt of de in de circulaire visie gedefinieerde circulaire kernactiviteiten in de Westas kunnen plaatsvinden, en zo ja, wat de geschikte potentiële locatie daarvoor is, op basis van:

1. **Technologie:** de aanwezigheid van noodzakelijke technologie en het ontwikkelingsstadium (Technological Readiness Level) daarvan op een schaal van 1 tot 9 (NASA, 2018). Deze waarde bepaalt of een economische activiteit momenteel technologisch haalbaar is op de Westas.
2. **Ruimte en infrastructuur:** de fysieke ruimtebehoefte van een circulaire activiteit in relatie tot het minimale rendabele productievolume, en benodigde boven- en ondergrondse infrastructuur;
3. **Materialen:** kwaliteits- en kwantiteitseisen van materialen die nodig zijn voor een circulaire kernactiviteit, en de hieraan gerelateerde emissies en transport logistiek;
4. **Regelgeving:** de milieucategorieën van de werklocaties in de Westas;
5. **De co-locatie:** van circulaire kernactiviteiten ten opzichte van andere economische activiteiten. De bestaande economische activiteiten bieden inzicht in de reeds bestaande aanbieders en afnemers van materialen die zich momenteel al in de Westas bevinden. Deze economische activiteiten bieden inzicht in de 'lokale voedingsbodem' voor de circulaire economie.⁵ In Hoofdstuk 5 wordt uitgebreid toegelicht welke economische activiteiten van bijzonder belang zijn voor het creëren van deze voedingsbodem: zogenaamde economische kernactiviteiten.

Naast de vijf bovengenoemde factoren zijn de **transportkosten en emissies** in kaart gebracht voor de materiaalstromen die horen bij de circulaire kernactiviteiten. Door de transporteerbaarheid van materialen binnen het cluster te begrijpen, kunnen de activiteiten in de waardeketen worden geïdentificeerd die in de buurt van elkaar moeten worden geplaatst en welke activiteiten regionaal of nationaal kunnen worden ondergebracht. De positionering van deze activiteiten kan worden geoptimaliseerd op een manier die transportkosten, emissies en energieverbruik tot een minimum beperkt. Hieruit volgen de variabelen:

6. **Economische rendabiliteit:** radius waarin businesscases voor het transporteren van materialen positief blijven. De afstand waarop het break-even punt bereikt wordt (de kosten van transport zijn hier gelijk aan de financiële baten van circulaire

economische activiteiten) is de 'Economische transportdrempel' genoemd. Deze drempel kan gezien worden als de maximale grootte van het gebied waar materiaal uit verzameld kan worden zonder de business case negatief te maken.

7. **CO₂-emissie rendabiliteit:** radius is waarin het transporteren van het gerecyclede of hergebruikte materiaal netto winst oplevert in termen van CO₂-emissies. De afstand waarop het break-even punt in termen van CO₂-emissies bereikt wordt, is de 'CO₂-emissie drempel' genoemd. Hierbij wordt gekeken naar de theoretisch behaalde CO₂-besparing van een circulaire activiteit ten opzichte van een soortgelijke lineaire activiteit. Deze drempel kan gezien worden als de maximale grootte van het gebied waaruit materiaal verzameld mag worden voor een duurzame BC.

De economische rendabiliteit is bepaald op basis van:

- Het benodigde gebied voor voldoende volume secundaire grondstoffen (aanbod);
- Het benodigde volume voor een kostendekkende recycling/ hergebruik faciliteit (vraag);
- De bijbehorende transportkosten.

Gebaseerd op:

- Onderzoek HorYzoN;
- Expert interviews met marktpartijen.

De CO₂-emissie rendabiliteit is berekend door:

- De vermeden milieu impact bij de productie van gerecyclede materialen ten opzichte van de productie van nieuwe materialen (Kg CO₂eq vermeden per ton geproduceerd materiaal) op basis van de Ecolnvent-database.
- Daarnaast is er per materiaaltype bepaald hoe het wordt getransporteerd en welke milieu impacts daarbij komen kijken (in Kg CO₂eq uitgestoten per tonkilometer getransporteerd materiaal).
- Vervolgens is de vermeden uitstoot gedeeld door de transport uitstoot en is zo de 'CO₂-emissie drempel' bepaald.

⁵ Om deze analyse uit te voeren zijn 12 circulaire kernactiviteiten gekozen uit de circulaire visie:

Bouw-en sloopketen: beton recycling, staal recycling, asfalt recycling;

Biomassa keten: voedsel productie van insecten, biobased chemicaliën productie, biobased plastics productie;

Warmteketen: ontziltling, staalproductie, CHP (warmtekrachtcentrale in combinatie met stadsverwarming en -koeling);

CO₂-keten: elektrolyse (waterstofproductie), CO₂-afvang, Fischer-Tropsch proces.

Voor deze 12 circulaire kernactiviteiten zijn 77 economische activiteiten bepaald die een bijdrage leveren als aanbieder of afnemer van materialen. Deze economische activiteiten representeren de randvoorwaarden voor de circulaire kernactiviteiten. Door middel van een ruimtelijke analyse is onderzocht welke van deze economische activiteiten zich al bevinden in de Westas.

Samengevat spelen vele factoren mee om de meest ideale vestigingslocatie van een circulaire activiteit te bepalen. Om de milieu impact van het transport zo laag mogelijk te houden wil je de circulaire activiteiten zo dicht mogelijk bij elkaar plaatsen, terwijl je daarnaast ook rekening houdt met de meest efficiënte

transportroutes, beleid omtrent industriegebieden, en verwerkings- of productiegroote en procesefficiëntie.

In Hoofdstuk 6 wordt het raamwerk toegepast op de circulaire kernactiviteiten.





HOOFDSTUK 05

**HUIDIGE & CIRCULAIRE
WAARDEKETENS IN
BEELD**



HUIDIGE & CIRCULAIRE WAARDEKETENS IN BEELD

In dit hoofdstuk zijn voor de vier waardeketens de huidige situatie ('0-meting) en toekomstige circulaire visie uiteengezet.

'0-METING'

Voor elke keten is op basis van de SBI-classificatie de huidige situatie van de vier ketens ruimtelijk weergegeven. Hiermee wordt de huidige geografie van de keten beschreven: welke economische activiteiten vinden momenteel waar plaats? In de figuren (3, 5, 7 en 9), die de huidige situatie visueel weergeven, geven de gekleurde cirkels de economische activiteiten in vier ketens weer. De grootte van het symbool geeft de relatieve omvang van de economische activiteit weer. Voor de ketens bouw & sloop en biomassa is de relatieve omvang uitgedrukt in het aantal werknemers per bedrijf (groter betekent meer werknemers). Hierbij geeft de hoeveelheid werknemers een indicatie van de grootte van een bedrijf, maar is deze niet per definitie lineair gecorreleerd aan de grootte van de economische activiteit. Voor de CO₂-keten representeert de omvang de CO₂-emissie in kg/jaar (groter betekent

hogere emissie). Voor de warmteketen representeert de omvang het geproduceerde vermogen (KWh) (groter betekent meer geproduceerd vermogen). De kleur van het symbool geeft aan of de economische activiteit een potentiële 'aanbieder' (source) van materialen is, een 'afnemer' (sink) of beiden (source & sink).

CIRCULAIRE VISIE

Vervolgens is per keten een mogelijke circulaire visie geschetst met concrete economische activiteiten (figuren 4, 6, 8 en 10). Voor elk van de vier ketens worden eerst de circulaire waardeketens van aan de hand van een visualisatie beschreven en wordt vervolgens gefocust op de processen die een rol spelen in het functioneren van die circulaire waardeketens en het laten ontstaan van circulaire clusters in de Westas.

Bij de beschrijving van deze processen zijn de maatregelen die voor de transitie nodig zijn meegenomen (Reductie, Synergie, Productie & Inkoop, en Management; zie Hoofdstuk 2).



BOUW- EN SLOOPKETEN



'0-METING'

In de Westas bevinden zich momenteel 6.212 economische activiteiten gerelateerd aan bouw en sloop, waarvan 569 in de werklocaties. Dit levert in totaal 32.058 banen op. De meest voorkomende activiteiten zijn: Algemene burgerlijke en utiliteitsbouw (SBI 4120), Ingenieurs en overige technisch ontwerp en advies (SBI 7112) en Bouwtimmeren (SBI 4332). Alhoewel de activiteit: Slopen van bouwwerken (SBI 4311) relatief weinig banen met zich meebrengt in de Westas, namelijk 332, leveren deze activiteiten veel potentie voor de circulaire economie.

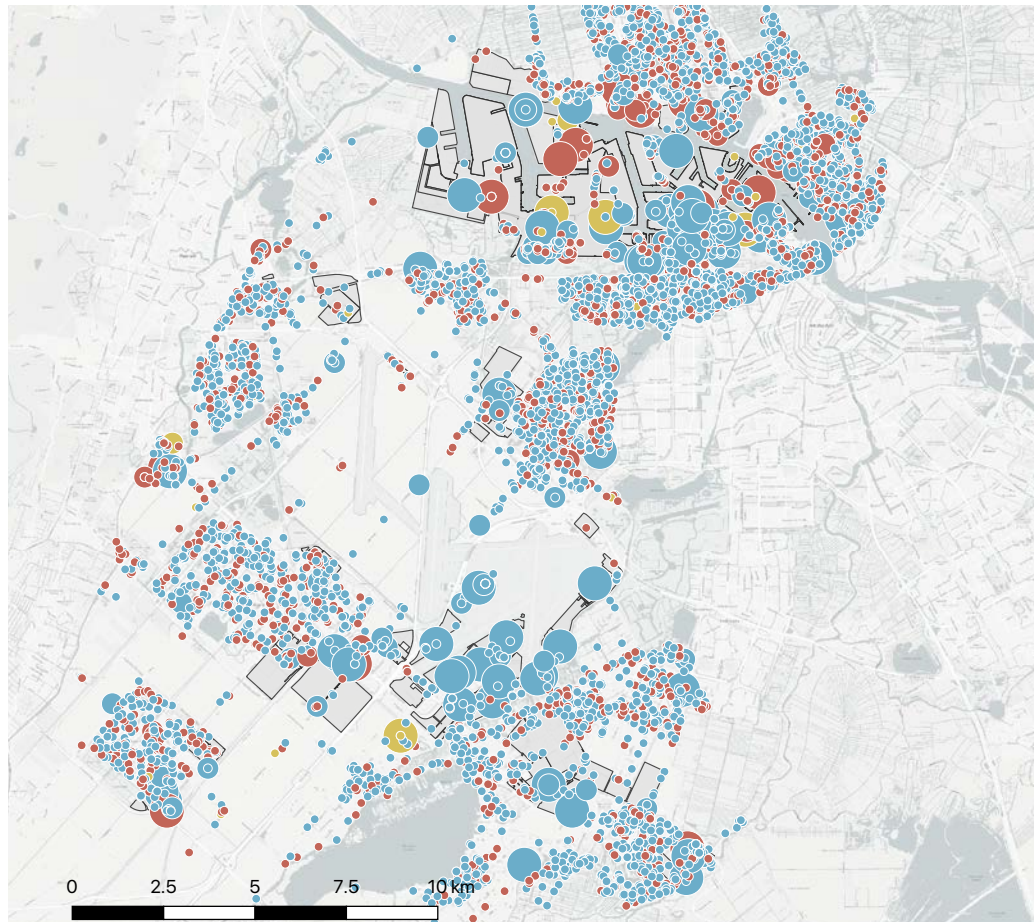
Op basis van de classificatie bevinden zich in de Westas langs de keten verschillende bouwactiviteiten die potentieel een aanbieder zijn van bouw- en sloopmateriaal (Wegenbouw, Slopen van bouwwerken, Grondverzet), te maken hebben met inzameling (Inzameling van onschadelijk afval, Goederenvervoer over de weg) en opslag (Opslag in distributiecentra en overige opslag). Met deze activiteiten gaan 11.467 banen gepaard.

LEGENDA
Bouw-en sloop

Huidige situatie
economische activiteiten

- Sink
- Source & Sink
- Source

De grootte van de cirkels geeft de hoeveelheid banen per economische activiteit weer. Groter betekent meer banen.



Figuur 3. Economische activiteiten geclassificeerd als bouw en sloop in de Westas.

Potentiële afnemers van bouwmaterialen zijn bijvoorbeeld: Loodgieters- en fitterswerk, installatie van sanitair, Installatie van verwarmings- en luchtbehandelingsapparatuur, Bouwtimmeren, Wegenbouw, Dakdekken en bouwen van dakconstructies en Stratenmaken. Met deze activiteiten zijn 17.195 banen gemoeid. (Let op: aanbieders en afnemers overlappen soms; eg. bij de activiteit Stratenmaken wordt zowel bouw- en sloop materiaal gebruikt, alsmede dat er materiaal vrijkomt).

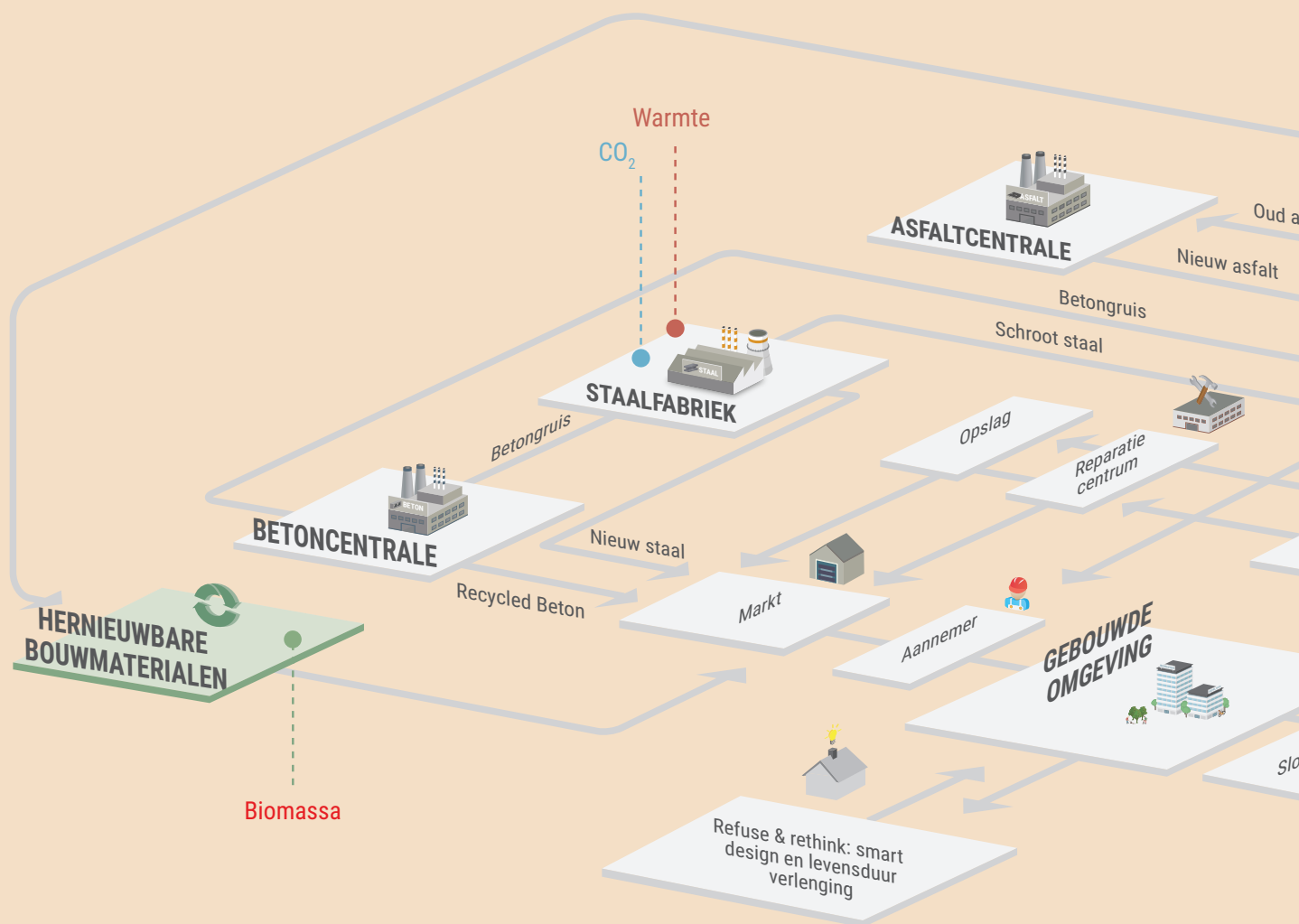
CIRCULAIRE VISIE

Uit de toekomstplannen van de Metropoolregio Amsterdam blijkt dat de bouwsector in de MRA en de Westas aan de vooravond staat van een grote opgave. In de aankomende jaren wordt er volop gebouwd in de MRA. Een aantal belangrijke projecten de komende jaren zijn: Schiphol (762.500 m²), nieuwe utiliteitsbouw (meer dan 500.000 m² en 200.000 m² uitbreidingsvraag) en de bouw van 210.000 extra woningen (REWV, 2017). Deze plannen hebben een grote impact op het grondstofverbruik omdat de bouwsector zeer grondstof intensief is; bijna 50% van alle grondstoffen wereldwijd

wordt gebruikt in de bouw (Van Timmeren, 2013). Bovendien wordt het merendeel van het sloopafval niet hoogwaardig hergebruikt of gerecycled, maar vaak gedowncycled als onderlaag voor nieuwe wegen bijvoorbeeld. Materiaal dat vrij zal komen uit sloop zal in dezelfde periode 15 tot 22 megaton materiaal opleveren. Er zal dus een mismatch zijn tussen vraag en aanbod van secundair materiaal vanwege een te klein aanbod van materiaal uit sloop vergeleken met de vraag vanuit de nieuwbouw. In dezelfde tijdsperiode zal de behoefte aan fysieke ruimte met ongeveer 10% (6 ha) stijgen door de grotere volumes vrijkomend materiaal bij sloop.

Om de aangekondigde bouwplannen zo circulair mogelijk te bouwen en afvalstromen optimaal her te gebruiken ligt er een grote transformatieopgave voor de onderzochte werklocaties in de Westas. Een circulaire bouwketen begint bij het heroverwegen van geplande sloopwerkzaamheden en de mogelijkheden van renovatie verder uit te zoeken. Daarnaast is het belangrijk dat circulaire ontwerpprincipes voor nieuwbouw worden toegepast, waardoor gebouwen niet gesloopt maar ontmanteld kunnen worden aan het einde van de levensfase.

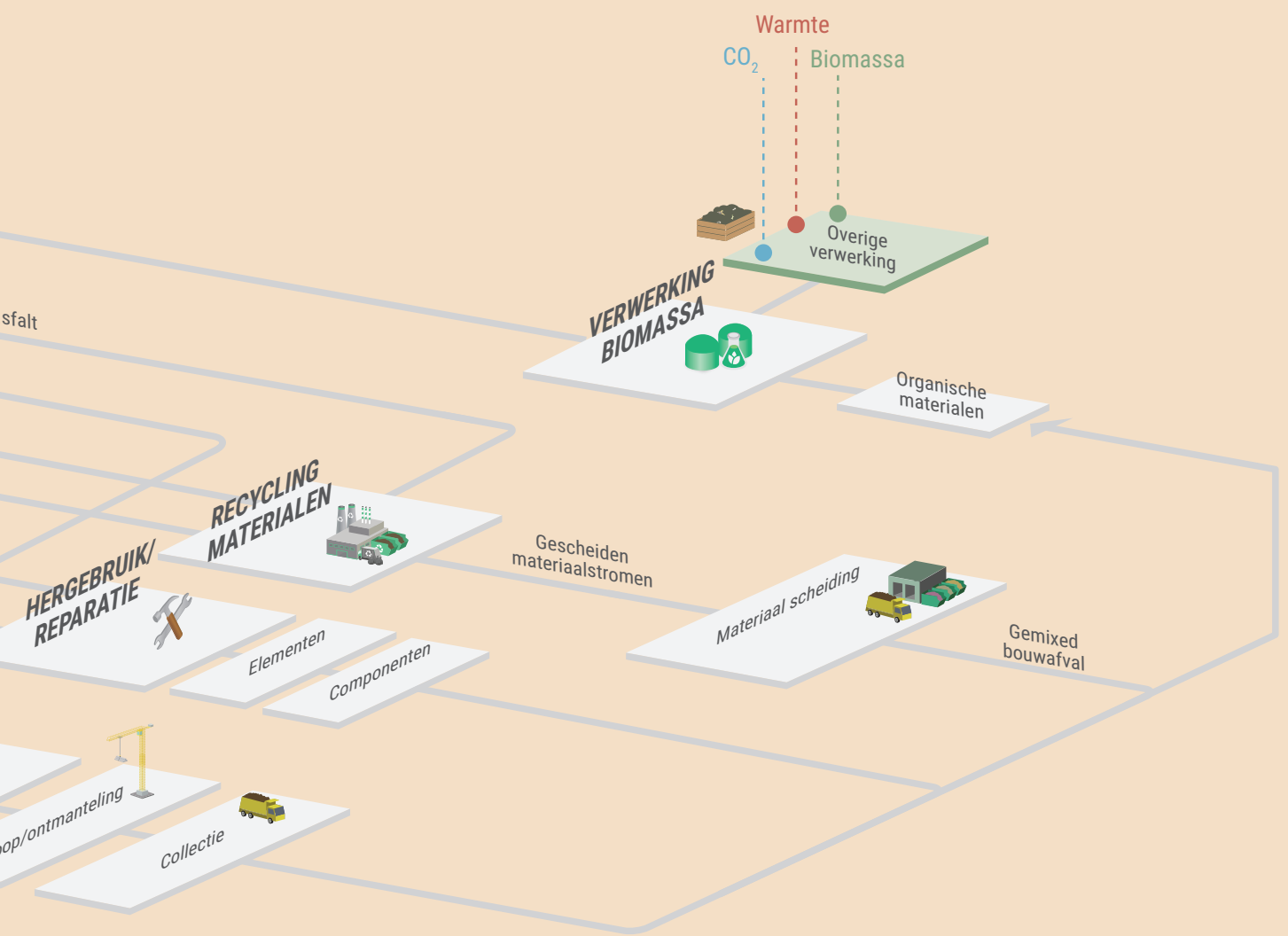
BOUWKETEN



Figuur 4. Mogelijk toekomstbeeld voor een circulaire bouwketen in de Westas.

Connectie met andere ketens

- Warmte
- Biomassa
- CO₂



Voor sommige gebouwen zal sloop onvermijdbaar zijn omdat deze gebouwen niet meer voldoen aan de huidige eisen en wensen en renovatie niet meer mogelijk is. De materialen die vrijkomen moeten dan zo hoogwaardig mogelijk worden hergebruikt. Kozijnen, deuren, koperen leidingen of stalen balken die nog in goede staat zijn kunnen bijvoorbeeld in zijn geheel weer worden gebruikt bij nieuwbouw. Materialen die niet meer van de gewenste kwaliteit zijn worden gerecycled.

Het gebruiken van duurzame bouwmaterialen is een andere belangrijke schakel in de keten. Staal en beton zijn sterke en relatief goedkope materialen, maar productie is CO₂-intensief en de voorraad is eindig. Biobased bouwmaterialen zoals duurzaam geproduceerd hout of isolatiemateriaal van vlas passen beter in de visie van een circulair bouwen.

In de Westas is er al een begin gemaakt door de eerste partijen die zich richten op circulaire innovatie en productiemethoden in de regio (o.a. door het Urban Mining Collective waarbinnen New Horizon samen met haar partners (Ruttegroep) werkt aan het opschalen van de productie van circulair beton).

Circulaire waardeketen

Voor een circulaire bouwketen zijn er drie belangrijke bronnen voor bouwmaterialen. Allereerst zijn er de traditionele producenten van de belangrijkste bouwmaterialen zoals de betoncentrale, staalfabriek en asfaltcentrale (SBI: 2363, 23611, 24, 25) (links in de afbeelding). Voor de productie van bouwmaterialen maken deze fabrieken gebruik van gerecycled sloopafval zoals gemalen beton of oud staal. Daarnaast wordt er in een circulaire bouwsector er ook veel meer gebruik gemaakt van hernieuwbare materialen zoals hout (SBI: 16). Hout kan gebruikt worden voor gevels, interieur maar ook voor draagconstructies. Een derde belangrijke bron van bouwmaterialen is de 'urban mine' waar componenten zoals hele kozijnen, ramen, of tussenwanden uit oude gebouwen in zijn geheel worden hergebruikt (SBI: 46779). Deze materialen worden afgenomen door aannemers en toegepast in nieuwbouw en renovatie.

Het meeste bouwafval wordt op dit moment na sloop en collectie vaak laagwaardig gerecycled, bijvoorbeeld als onderlaag in de wegenbouw (SBI: 42111). In een circulaire bouwketen is hoogwaardige toepassing van materialen uit de bouw het uitgangspunt. Zoveel als mogelijk worden gehele componenten en elementen hergebruikt, al dan niet na reparatie. Om dit hergebruik mogelijk te maken is hoogstwaarschijnlijk een opslaglocatie (SBI: 52109)

met bijbehorende ruimte vraag nodig. Op de tekentafel (SBI: 71) moet circulair denken al geïntegreerd zijn in het ontwerpproces.

Enkele circulaire en verwaardings routes verder toegelicht



Refuse & rethink

REDUCTIE

De circulaire keten begint bij de gebouwde omgeving en alle bouwmaterialen die daarin opgeslagen zitten. Binnen de circulaire bouwketen zou de nadruk moeten liggen op het reduceren van de bouwbehoefte in de regio en daardoor zou in het ontwerp van gebouwen zo min mogelijk materialen gebruikt moeten worden, om zo de druk op de omgeving te beperken. In het ideale geval is deze gebouwvoorraad flexibel en reactief; door middel van smart design en de verlenging van de levensduur van gebouwen hoeft aan de gebouwde omgeving bijna geen extra materiaal toegevoegd te worden. Door demontabel ontwerp kunnen in combinatie met een materialenpaspoort gehele componenten worden hergebruikt en kan elk gebouw worden gezien als een grondstoffenbank. De eerste architecten, ontwikkelaars, en aannemers zijn al bezig met circulair ontwerpen en bouwen. De gemeente Amsterdam voert ook pilots uit rondom circulair aanbesteden.



Hergebruik & reparatie

SYNERGIE

Binnen de tweede kringloop staat het hergebruiken van bouwmaterialen centraal. Door sloop en ontmanteling van gebouwen komt er in de waardeketen van de bouw- en sloopsector materiaal vrij. In plaats van de sloopkogel wordt een gebouw ontmanteld door gespecialiseerde bedrijven. Hierdoor is het bijvoorbeeld mogelijk om een koperen buis in zijn geheel te hergebruiken in plaats van dat het eerst omgesmolten moet worden. Dit is veel arbeidsintensiever en dus duurder, maar de waarde die behouden blijft is ook veel hoger. Urban Mining New Horizon is een voorbeeld van bedrijf dat gespecialiseerd is in het ontmantelen van gebouwen. Vanaf de collectie worden de vrijkomende componenten en elementen zoals deuren, kozijnen, gevels, en wanden hergebruikt en gerepareerd waar nodig. Dit gebeurt in een reparatiecentrum in de regio. Vanaf het reparatiecentrum verplaatsen de elementen en componenten zich direct naar de bouwplaats of tijdelijk naar een centrale opslag voor bouwmaterialen.



Recycling niet organisch materialen
SYNERGIE

De derde loop richt zich op de recycling van materialen. Ook in een ideale circulaire wereld kan niet alles direct hergebruikt of gerepareerd worden. Materialen kunnen bijvoorbeeld zodanig beschadigd zijn dat de materialen eerst omgesmolten of fijn gemalen moeten worden voordat je er nieuwe producten van kan maken. Daarnaast zijn er nog andere juridische en economische redenen om een deel van het afval te recyclen. Na de sloop- en ontmantel werkzaamheden komen de vrijgekomen materialen, voornamelijk gemixt bouwafval, terecht bij een partij die de materialen van elkaar scheidt. De materialen zoals schroot en staal worden vervolgens in de staalfabriek verwerkt tot nieuw staal, waarna het opnieuw gebruikt kan worden. Oud beton wordt fijn gemalen en gebruikt om nieuw beton te maken. In de zomer van 2018, presenteerde de Rutte Groep 'Freemant', 100% circulair beton. Deze wereldprimeur wordt op dit moment al gemaakt in het Westelijk Havengebied.



Verwerking biomassa
SYNERGIE

In de laatste stap worden de organische materialen vervoerd naar faciliteiten die biomassa verwerken. Het liefst blijft een deur behouden als deur (eventueel met een likje verf), maar dit is niet altijd mogelijk. Als het materiaal te erg beschadigd is kan het hout versnipperd worden om er vervolgens nieuwe platen van te persen. Dit is niet de meest wenselijke toepassing, maar soms is er geen andere mogelijkheid. Hout dat van dermate slechte kwaliteit is dat er geen hoogwaardige bestemming meer mogelijk is, wordt verbrand om energie op te wekken.

Verbindingen met andere circulaire ketens

Door het toenemend gebruik van biobased materialen in de bouw is er een duidelijke link tussen de bouw- en biomassaketens. Er ligt ook een duidelijke link met de CO₂ en warmte bij de productie van niet biobased bouwmaterialen zoals staal en beton. Deze processen verbruiken namelijk veel energie en stoten veel CO₂ uit.



BIOMASSA KETEN



'0-METING'

Met betrekking tot organische reststromen bevinden zich 4.373 bedrijven zich in het Westas-gebied, waarvan 387 in de werklocaties. De hieraan gerelateerde economische activiteiten verschaffen in totaal 65.620 banen. De activiteiten zijn redelijk uniform verdeeld door het gebied, met een zichtbaar cluster van relatief kleine bedrijven ten zuidoosten van het Westelijk Havengebied.

De meest voorkomende economische activiteiten zijn: fastfood restaurants, cafetaria's, ijssalons, eetkramen ed., restaurants, eventcatering, expediteurs, groothandel in bloemen en planten, groothandel in voedingsmiddelen en supermarkten en dergelijke

winkels met een algemeen assortiment voedings- en genotmiddelen. Met de dominante positie van de Greenport en de glastuinbouw is de activiteit 'Teelt van snijbloemen en snijheesters onder glas' tevens aanwezig met een aandeel van 933 banen.

Potentieel aanbod van biomassa komt vrij bij de activiteiten: Eventcatering, fastfood restaurants, cafetaria's, ijssalons, eetkramen ed., hotel-restaurants, restaurants, veilingen van landbouw-, tuinbouw- en visserijproducten, tuincentra, diverse groothandels en teelt onder glas. Hiermee zijn momenteel 26.657 banen gemoeid. De belangrijkste afnemers van biomassa is op dit moment voornamelijk de afvalverbranding.

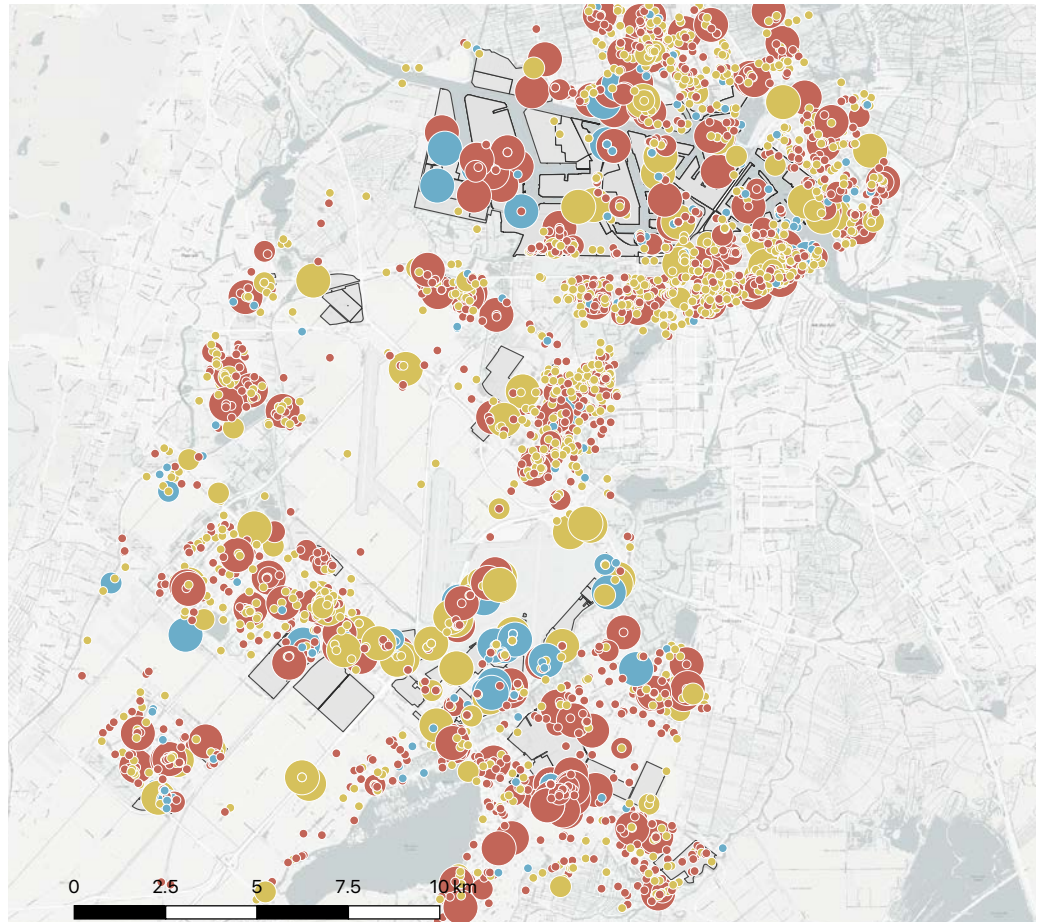
LEGENDA

Biomassa

Huidige situatie
economische activiteiten

- Sink
- Source & Sink
- Source

De grootte van de cirkels geeft de hoeveelheid banen per economische activiteit weer. Groter betekent meer banen.



Figuur 5. Economische activiteiten geassocieerd als biomassa in de Westas.

CIRCULAIRE VISIE

In een circulaire keten zijn de organische reststromen die vrijkomen belangrijke bouwstenen voor nieuwe producten.

Voor het beschrijven van een circulaire biomassaketen is de ladder van Moerman⁶ als uitgangspunt gebruikt naast de besluitvormingshiërarchie. In het raamwerk van Moerman zijn preventie en hergebruik voor menselijke voeding de meest hoogwaardige toepassingen, terwijl storten van GFT-afval en verbranden wordt gezien als zeer laagwaardig. In een circulaire biomassaketen is hoogwaardige toepassing uiteraard de primaire focus.

Naast het voorkomen van voedselverspilling en het gebruiken van voedsel voor menselijke voeding is het mogelijk om van organische reststromen hoogwaardig veevoer te maken.

De volgende toepassing is het gebruik in de industrie. Biomassa kan een hernieuwbare bouwsteen zijn voor chemische producten bijvoorbeeld. Ook is het mogelijk om specifieke organische stromen te hergebruiken voor het maken van specifieke chemicaliën zoals kleurstoffen uit afvalresten van de sierteelt (zie o.a Welink, 2015).

⁷ De Ladder-van-Moerman is een cascade aan benutting van voedselresten uitgewerkt in een zogenaamde ladder. In afnemende waarde kunnen de onderstaande stappen overwogen worden:

- Preventie (voorkomen van voedselverliezen);
- Toepassing voor humane voeding (bijv. voedselbanken);
- Convertiebaar voor humane voeding (be- ver- en herbewerking van voedsel);
- Toepassing in diervoer;
- Grondstoffen voor de industrie (biobased economy);
- Verwerken tot meststof door vergisting (+ energieopwekking);
- Verwerken tot meststof door composteren;
- Toepassing voor duurzame energie (doel is energieopwekking);
- Verbranden als afval (doel is vernietiging, waarbij tevens energie kan worden opgewekt);
- Storten van GFT (storten van voedselresten is verboden).



Laagwaardige biomassastromen zoals gemengd GFT-afval kunnen worden vergist waarbij zowel energie als nutriënten onttrokken worden.

Een belangrijke voorwaarde voor een circulaire biomassa keten is dat er genoeg biomassastromen worden gebundeld zodat er genoeg massa is om hoogwaardige verwerkingsindustrie op te schalen. Voor afnemers van biomassa is er een behoefte aan informatie over aanbod en de kwaliteit ervan naast garantie van continuïteit van het aanbod. Voor de aanbieders is een garantie van afzet nodig. Via een platform kunnen vraag en aanbod aan elkaar gekoppeld worden.

Circulaire waardeketen

De landbouw, veehouderij, glastuinbouw, afvalwaterzuivering en het gemeentelijke natuuronderhoud (SBI: 11, 12, 13, 14, 21, 37) zijn de belangrijkste aanbieders (links in de afbeelding) van biomassa. Voor energieproductie uit biomassa wordt op dit moment ook biomassa geïmporteerd. Maar in een circulaire biomassaketen wordt dit voorkomen.

Daarnaast produceren de voedselindustrie, huishoudens en de horeca organisch afval dat gedeeltelijk ook in het afvalwater terecht komt.

Er zijn verschillende circulaire afnemers van biomassa (rechts in de afbeelding). Daarbij is het belangrijk om op te merken dat er een duidelijke voorkeur is voor de biobased producten (midden onder) ten opzichte van verbranding rechtsboven. De meest laagwaardige toepassing van deze biomassastromen is energieproductie door afvalverbranding (SBI: 35111). Een meer hoogwaardige toepassing is het composteren of vergisten van groenafval. Ook de meststroom kan worden vergist en meststoffen (kalium, nitraat, fosfaat) kunnen worden teruggewonnen. De compost, biogas en meststoffen kunnen weer opnieuw gebruikt worden in natuuronderhoud en de landbouw.

Ook uit afvalwater (SBI: 37) kunnen er in de Westas nog waardevolle nutriënten en biogas worden teruggewonnen. De meest hoogwaardige toepassing van biomassa is voor biobased producten.

Biomassa kan ook als basis dienen voor bouwmaterialen en groene chemie en farmacie (SBI: 21). Tot slot is het mogelijk om veevoer (SBI: 10.9) te maken.

Enkele circulaire en verwaardings routes verder toegelicht



Biobased producten en chemicaliën

SYNERGIE

Hoogwaardige toepassingen van biomassa-stromen zijn het gebruik in bio-based producten en de productie van chemicaliën. Dit wordt op dit moment al gedaan in de Westas door Chaincraft en heeft veel potentie om uit te breiden. Ook kunnen uit organische reststromen zogenaamde 'speciality chemicaliën' worden gemaakt in daarvoor bestemde bio-refineries. Zo kunnen er vetzuren worden geproduceerd uit organische reststromen die weer een input kunnen zijn voor de productie van veevoer. Het is vaak wel het geval dat er uniforme organische reststromen nodig zijn voor de productie van 'speciality chemicaliën'. De ontwikkeling van deze 'groene' chemische industrie heeft mogelijk ook ruimtelijke implicaties.

Maar er zijn ook hele andere innovaties denkbaar om specifieke afvalstromen te verwaarden. Zo is er een bedrijf in Rotterdam dat leer maakt van mangoschillen. Een ander voorbeeld is het bedrijf Beeblue, dat van sinaasappelschillen en koffiedik zeep maakt. Er kunnen ook bouwmaterialen worden gemaakt (bijvoorbeeld isolatiemateriaal gemaakt van hennep). Deze nieuwe ideeën zijn bezig om hun schaal en hun impact te vergroten.



Vergisting

SYNERGIE

Alhoewel energieproductie in theorie niet een erg hoogwaardige toepassing van biomassa is zijn er positieve uitzonderingen. Zo kan op braakliggende stukken land energieproductie gewassen worden verbouwd. Daarnaast kan de algenteelt een rol spelen bij het afvangen van CO₂ en tegelijkertijd de basis van biobrandstoffen zijn. Als laatste kan een decentrale biovergister transportkosten voorkomen en op lokaal niveau groenafval verwerken en biogas of warmte leveren.

In biomassa stromen zitten nog veel waardevolle nutriënten die kunnen worden teruggewonnen. Fosfaat is een voorbeeld van een essentieel nutriënt in de landbouw die in de toekomst schaars zal worden en kan worden teruggewonnen bij afvalwaterzuivering. Ook kunnen uit mest van de veehouderij bruikbare meststoffen worden gemaakt.

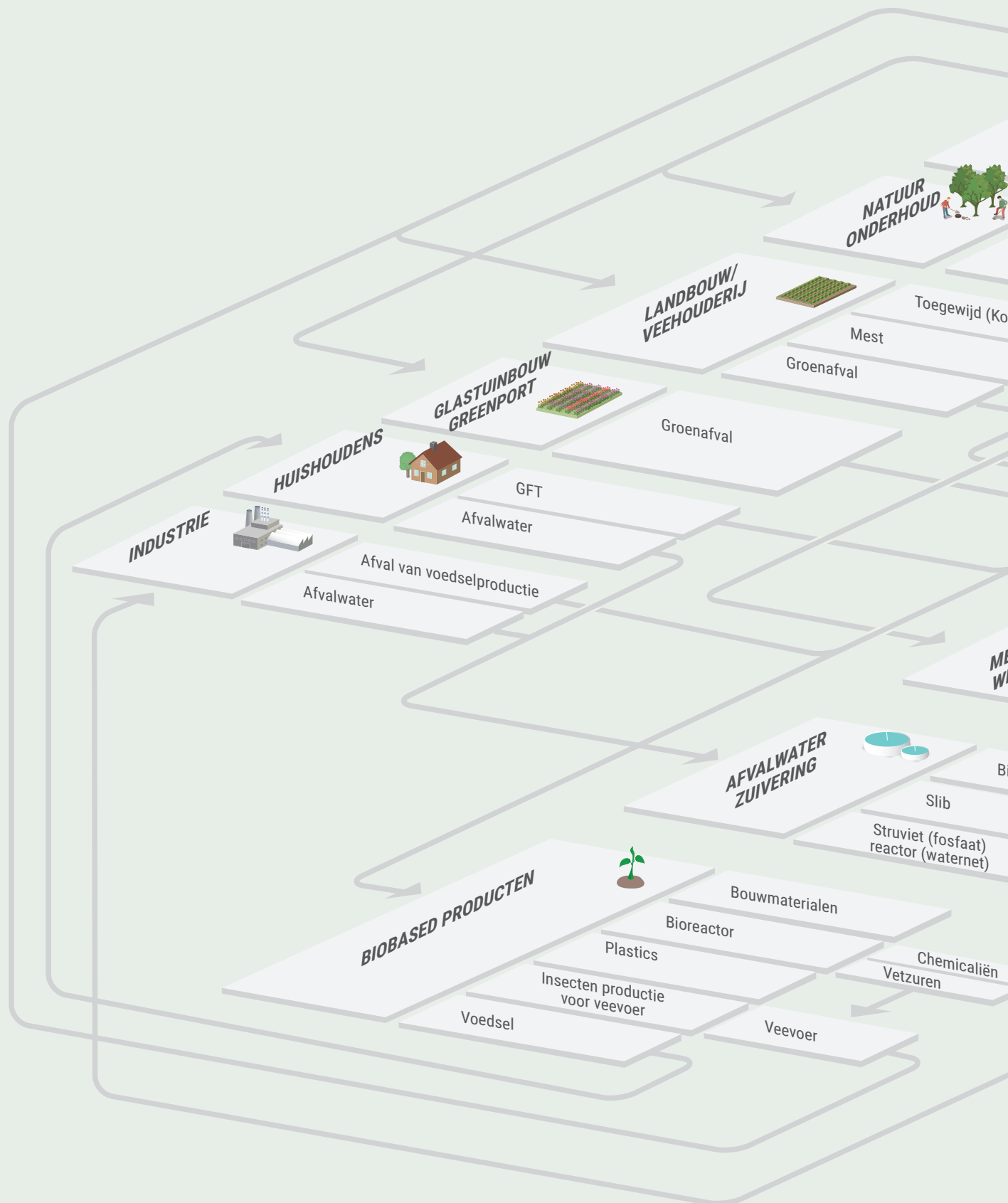
Energieproductie financieel aantrekkelijker dan compostering

Puur vanuit duurzaamheidsperspectief bezien is compostering of vergisting met terugwinning van nutriënten een duurzamere toepassing dan verbranding. Immers blijft er zo meer materialen behouden. Maar duurzaamheid en financiële haalbaarheid komt niet altijd overeen. Veel van de biomassa afkomstig van de sierteelt wordt momenteel gecomposteerd. Maar daar is bijna geen markt voor; bedrijven betalen momenteel 30 tot 60 euro per ton voor de verwerking. Als biomassa omgezet wordt in warmte en CO₂, kan deze weer gebruikt worden in de glastuinbouw in de Greenport. Een schatting van Meerlanden en Greenport Aalsmeer geeft aan dat er 45 Kton biomassa uit de Greenport Aalsmeer en 10 Kton van Floraholland gecomposteerd wordt. Geschat wordt dat dit met andere biomassastromen van Meerland en Schiphol op kan lopen tot 70 – 100 Kton per jaar. Een biomassa installatie voor deze massa's kan naar schatting 47.000 GJ warmte en 5.000 ton CO₂ leveren. Met huidige benchmark prijzen voor tuinders zou dit 0,5 miljoen euro per jaar omzet genereren, naast de verminderde kosten voor het composteren. De business case van deze installatie is in ontwikkeling.

Verbindingen met andere circulaire ketens

Allereerst is er in deze circulaire waardeketen een duidelijke link met de CO₂-keten: CO₂ dat naar de glastuinbouw wordt getransporteerd om daar de groei van planten, groenten en fruit te versnellen. Ook kunnen algen gekweekt worden met extra CO₂. De glastuinbouw heeft daarnaast ook een link met de warmteketen door de hoge warmtevraag. Bij energieproductie uit biomassa komt ook CO₂ en warmte vrij wat de link met deze ketens nog duidelijker maakt. Daarnaast is het vervaardigen van bouwmaterialen uit biomassa een duidelijk link met de bouwketen.

BIOMASSA KETEN

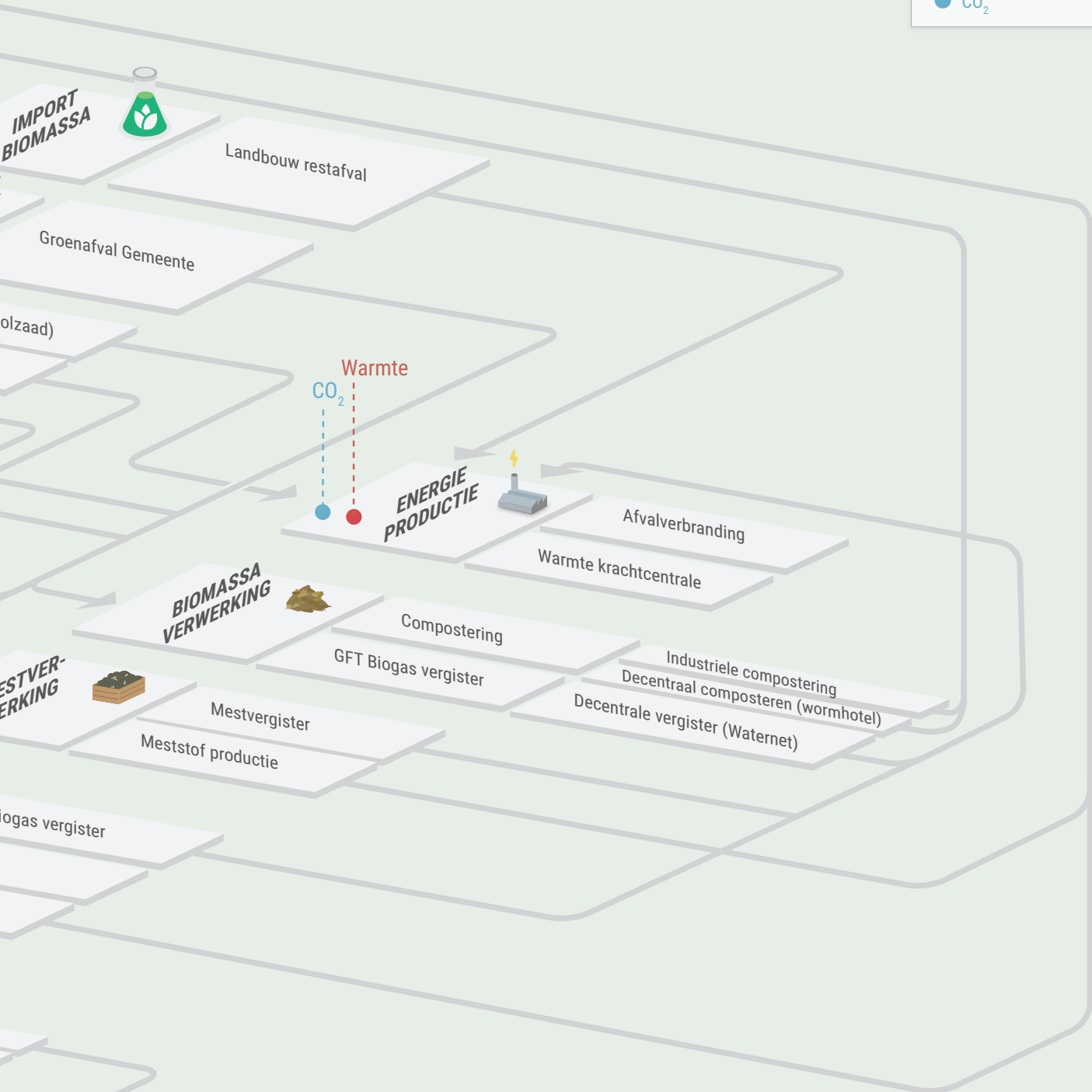


Figuur 6. Mogelijk toekomstbeeld voor een circulaire biomassa keten in de Westas.

Connectie met andere ketens

● Warmte

● CO₂





WARMTEKETEN

'0-METING'

In de Warmtebronnen dataset van de Provincie Noord-Holland worden 107 warmtebronnen in de Westas aangegeven. Hiervan worden twee geclassificeerd als 'huidige warmtebron' en 105 als 'potentiële warmtebronnen'. De huidige warmtebronnen zijn AEB en Orgaworld. AEB produceert met een vermogen van 350.000 kwh een restwarmte van 120°C, dit zijn 175.000 woning equivalenten (WEQ). De Greenmills fabriek, Orgaworld produceert met een vermogen van 4.000 kwh een restwarmte van 95°C en 2.000 weq. De 105 potentiële warmtebronnen bestaan voor het leeuwendeel uit datacentra (12), gemalen (40) en RWZIs (10), (28 ongeclassificeerd). Van de 107 warmtebronnen vallen er 25 binnen de werklocaties.

42 bedrijven in de warmtebronnen dataset bevatten geen informatie over de restwarmte temperatuur, het vermogen en de WEQ. In figuur 7 zijn deze records wel gevisualiseerd (als kleine stip) om de ruimtelijke spreiding van economische activiteiten te laten zien.

De (potentiële) warmtebronnen bevinden zich verspreid door het Westas-gebied met een relatief hogere dichtheid in het Westelijk havengebied. Hier bevinden zich tevens AEB en Orgaworld, maar ook de, Hemweg, RWZI amsterdam West, Gemaal Halfweg, RWZI Zaandam-Oost en de Biocentrale. Gemaal Zaangemaal, Gemaal Kadoelen en Norit Nederland bieden potentieel te gebruiken warmte (relatief hoog vermogen) maar vallen net buiten de onderzoeksscope. Naast deze bronnen bieden de datacenters bij Amsterdam Science Park, Zuid-oost, Schiphol-Rijk en Sloterdijk ook restwarmte. De komende jaren zal hier waarschijnlijk ook groei gaan plaatsvinden. De woonwijken die er liggen en de nieuwbouwprojecten kunnen deze warmte gebruiken. Voor meer informatie over deze ontwikkelingen zie ook het rapport van de Dutch Datacenter Association (2018).

CIRCULAIRE VISIE

Ongeveer de helft van de totale Nederlandse energievraag bestaat uit de warmtevraag van bedrijven, glastuinbouw, industrie en woningen. In Nederland wordt er op dit moment vooral aardgas gebruikt om warmte te leveren, maar een duurzamer alternatief is dringend nodig om CO₂-emissies te reduceren en de druk op het gasveld in Slochteren te verminderen. Om in de Westas regio tot een circulaire warmteketen te komen zullen vier principes aangehouden moeten worden.



Ten eerste is het van belang dat de warmtevraag binnen de Westas en daarbuiten beperkt wordt. Als interventies kan je dan denken aan betere isolatie voor kantoren en woningen, maar ook aan het gebruik van veel efficiëntere technologieën zoals warmtepompen.

Ten tweede moet de restwarmte die onvermijdbaar is optimaal worden benut door deze te koppelen aan bedrijven en woningen met een warmtevraag (synergie). Een duidelijk bestaand voorbeeld is stadsverwarming, waarbij woningen en kantoren worden verwarmd door restwarmte van elektriciteitscentrales. Bij het creëren van synergieën is het belangrijk dat er onderscheid wordt gemaakt tussen de verschillende temperaturen van restwarmte en dat deze wordt gecascadeerd van hoog naar laag. Hoge temperatuur warmte (boven de 200°C) kan namelijk voor specifieke en hoogwaardige processen gebruikt worden.

Ten derde komt de productie in een circulaire warmteketen zoveel mogelijk van duurzame bronnen. Aardgas hoort daar dus niet bij. Ook restwarmte afkomstig van de verbranding van fossiele brandstoffen wordt liever vermeden in een ideaalbeeld van de circulaire warmteketen.

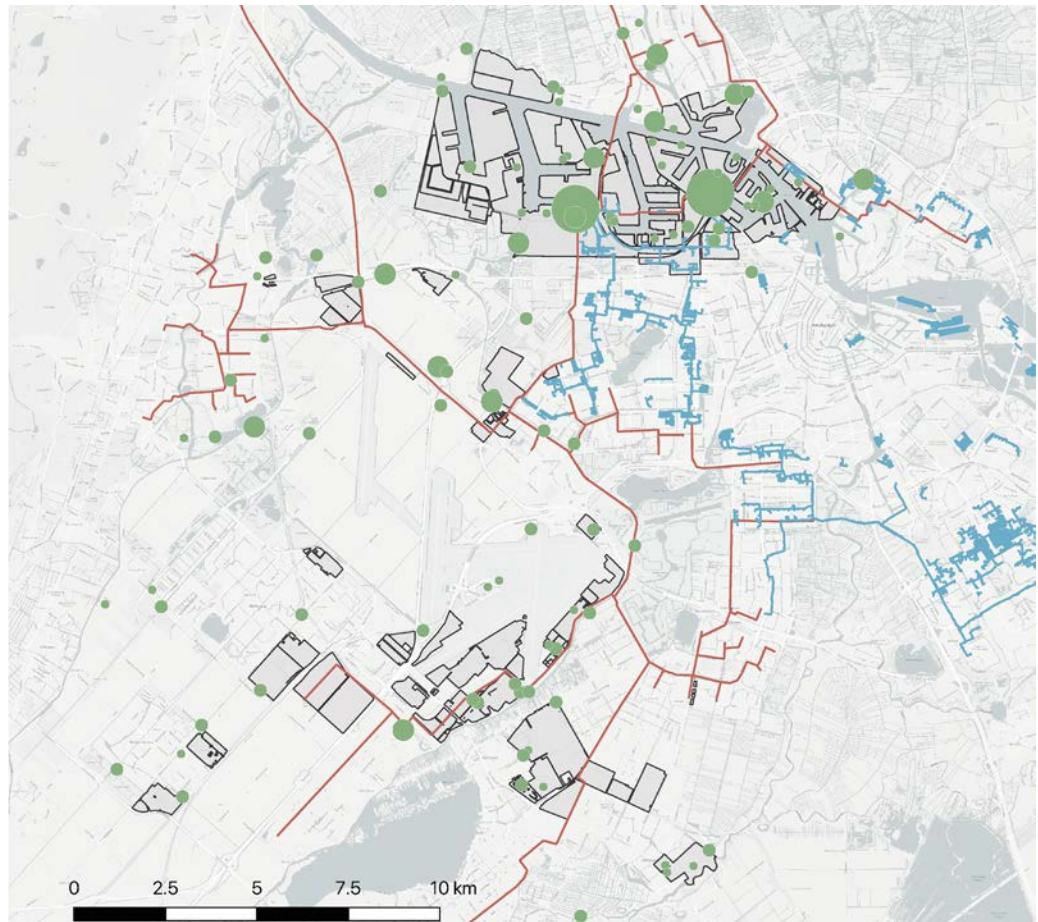
Een belangrijke randvoorwaarde om vraag en aanbod van warmte te koppelen is dat de aanbieders en afnemers redelijk dicht bij elkaar gelokaliseerd zijn om kosten en verliezen tijdens transport te beperken. Er zijn al verschillende initiatieven rond duurzame warmtevoorziening voor de regio zoals geothermie en WKO, maar er liggen ook kansen omtrent synergieën. Voor bedrijven die hun CO₂-uitstoot willen verlagen is warmtetransport interessant en bij een stijgende CO₂ prijs wordt dit alleen maar interessanter. Deze kansen kunnen onder andere door een ruimtelijke analyse verkend worden.

LEGENDA

Warmte

- Warmtebronnen
- Huidig warmtenetwerk
- Wens warmtenetwerk

De grootte van de cirkels geeft de hoeveelheid banen per economische activiteit weer. Groter betekent meer banen.



Figuur 7. Economische activiteiten geassocieerd als warmte in de Westas.

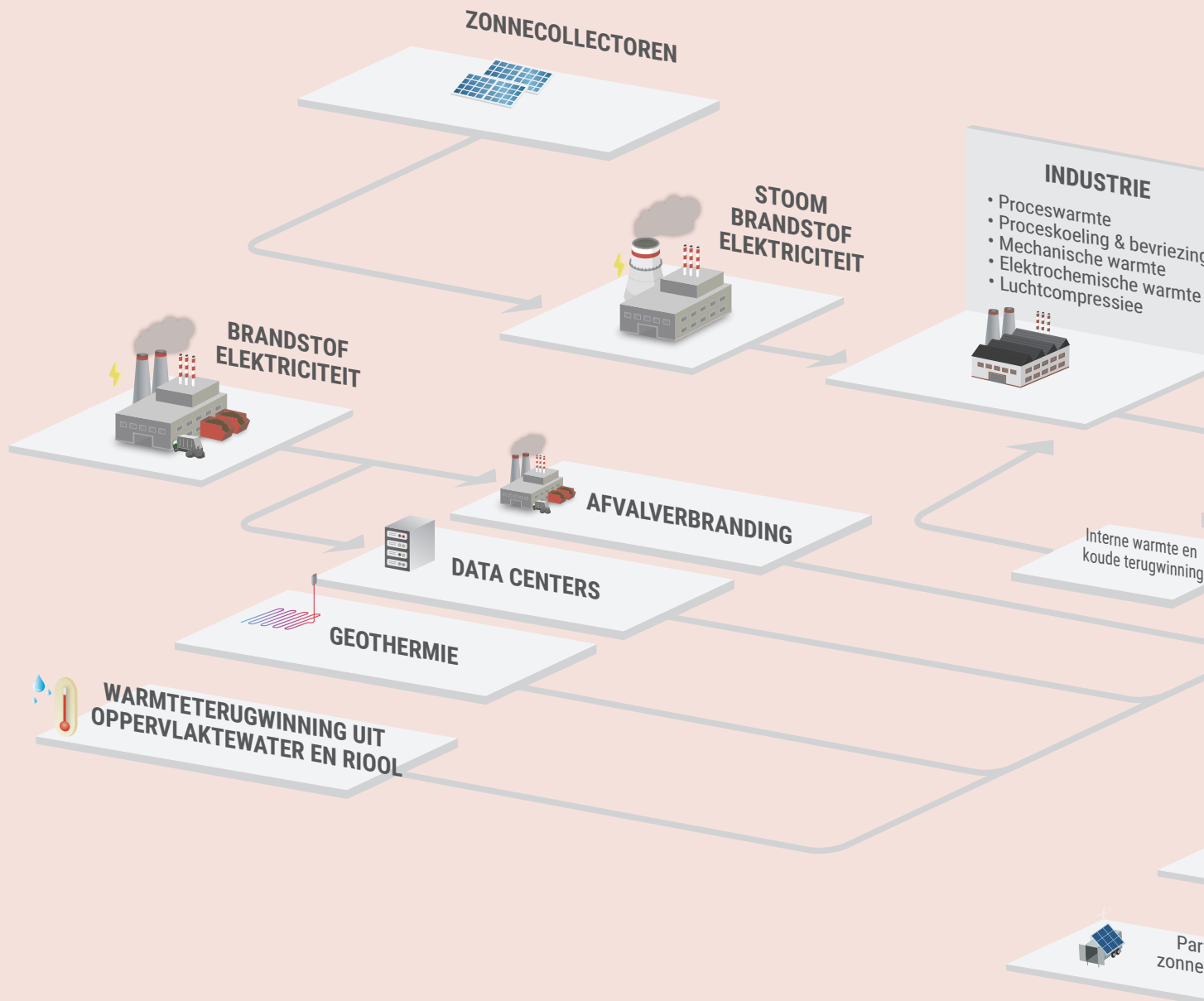
Circulaire waardeketen

De huidige voornaamste aanbieders van restwarmte (links in de afbeelding) zijn elektriciteitscentrales en afvalverbranding (SBI-code: 35111 en 38210). Het optimaal gebruiken van de restwarmte is natuurlijk goed, maar in een 'ideale' circulaire economie wordt afval niet verbrand en wordt elektriciteit niet opgewekt in centrales maar met zon en wind. Door warmtenetten aan te sluiten op deze niet optimale technologieën ontstaat er wel een afhankelijkheid (lock-in) en wordt het lastiger om systemen echt duurzamer te maken. Er zijn ook andere mogelijke warmtebronnen denkbaar zoals datacenters (SBI 5812), grootschalige oppervlaktes met zonnecollectoren (SBI 35113), geothermie, warmteterugwinning uit het oppervlaktewater en riool en restwarmte van industrieën. De bijdrage van deze technieken is nu nog beperkt, maar de toepassing kan opgeschaald worden. Een recente studie van onder andere Deltares laat zien dat aqua-thermie tussen de 25% en 40% van de warmtevraag in de gebouwde omgeving kan leveren (Unie van Waterschappen, 2018). Ook kan aqua-thermie veel koeling geven.

Voor het cascaderen van warmte is het ook van belang dat restwarmte met hoge temperaturen (meer dan 200°C) gebruikt worden voor processen die specifiek hoge temperatuur warmte nodig hebben (rechts in de afbeelding). Hoge temperatuur warmtevraag kan bijvoorbeeld beter gebruikt worden voor industriële processen zoals torrefactie (een bewerkingsmethode van biomassa), en lagere temperaturen voor de verwarming in de glastuinbouw (SBI 1132), woningen, openbare gebouwen.

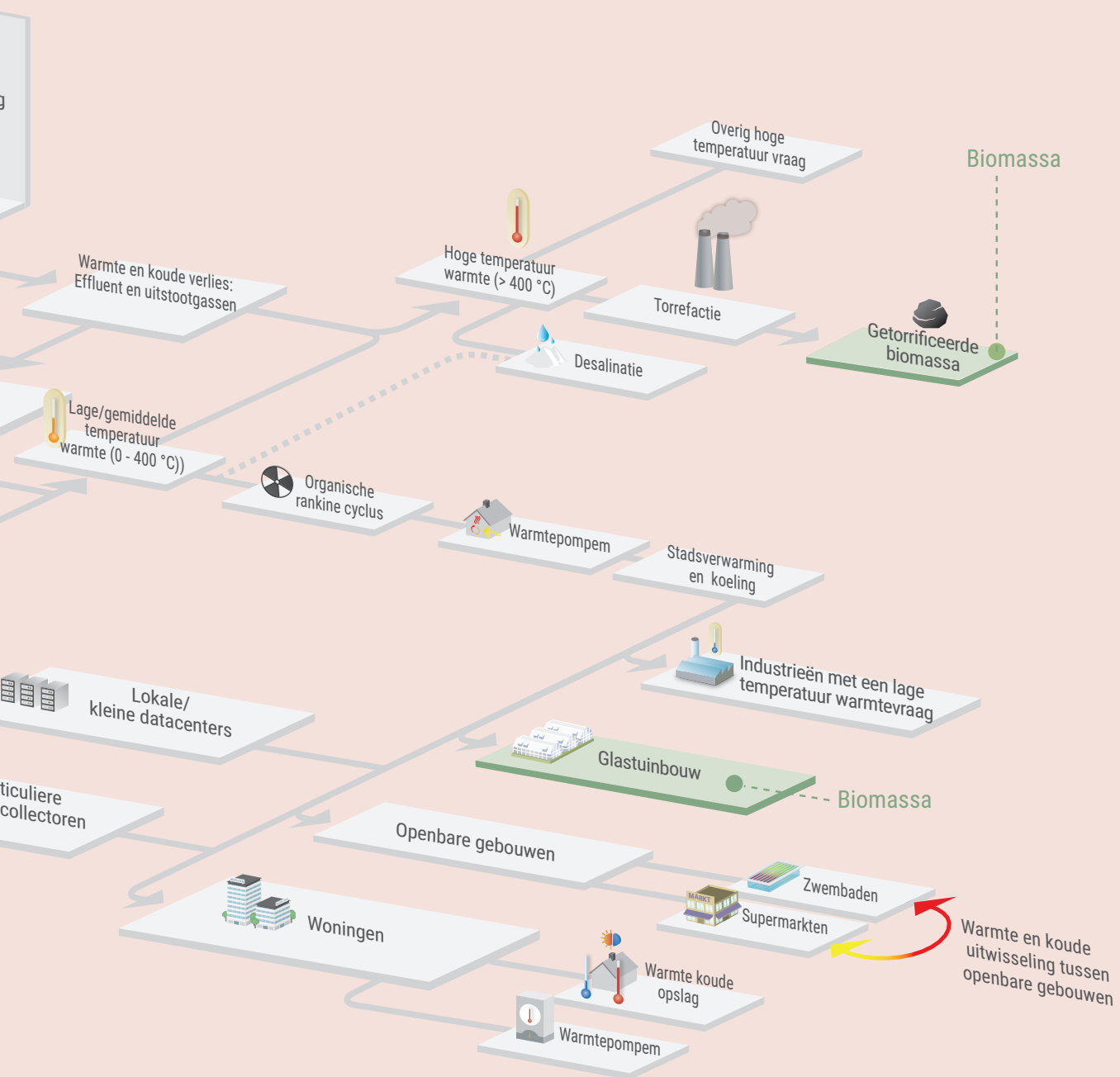
Op kleinere schaal zijn er ook veel onderlinge uitwisselingen denkbaar. Er kan een warmtenet met duurzame energiebronnen in combinatie met zonnecollectoren (SBI 35113), warmtepompen en warmte-koudeopslag de plek van gas als warmtebron innemen. Ook uitwisseling van warmte en koude tussen openbare gebouwen kan verder benut worden.

WARMTEKETEN



Figuur 8. Mogelijk toekomstbeeld voor een circulaire warmteketen in de Westas.

Connectie met andere ketens
 ● Biomassa



Enkele circulaire en verwaarding routes verder toegelicht



Reductie in warmtevraag

REDUCTIE

Zoals genoemd, is het ten eerste van belang dat warmte producerende processen die ook CO₂ produceren in de komende jaren afgebouwd worden. Omdat op nationaal niveau een reductie van de hoeveelheid restafval wordt geëist neemt de hoeveelheid warmte van afvalverbranding waarschijnlijk ook af. Ook de restwarmte van de Hemwegcentrale zal in de toekomst verdwijnen omdat de kolencentrale in 2025 sluit. Voor bestaande en nieuw te bouwen woningen en bedrijfspanden kan (innovatie in) isolatie bijdragen aan reductie van de warmtevraag. Er ligt hier een enorme opgave en veel werkgelegenheid om de komende jaren de bestaande woningvoorraad extra te isoleren.



Duurzame warmte

PRODUCTIE EN INKOOP

Zonneboilers/zonnecollectoren zijn een goede lokale bron van duurzame warmte. Daarnaast kunnen warmtepompen met groene elektriciteit huishoudens van warmte voorzien. Een andere optie is huishoudens aan te sluiten op warmtenetten. De warmte komt dan van een centrale bron en wordt naar woningen, kantoren en gebouwen getransporteerd. Dit is een goede optie zolang de warmte van een duurzame bron komt. Andere kansen voor duurzame warmte zijn warmtewinning uit oppervlaktewater waarbij gemalen een rol kunnen spelen, en ook warmtewinning uit het riool is kansrijk gebleken in bijvoorbeeld Arnhem en Urk (TAUW, 2017).



Restwarmte

PRODUCTIE EN INKOOP

Er is veel potentie om restwarmte beter te benutten. Datacenters kunnen bijvoorbeeld lage temperatuur warmte leveren aan omliggende kantoren en bedrijven. Maar ook de glastuinbouw en nabijgelegen woningen kunnen verwarmd worden met restwarmte van datacenters. Er kan zelfs worden gekeken of datacenters gedecentraliseerd in woningbouw kan worden geïntegreerd. Het bedrijf Nerdalize, een spin-off van Eneco, plaatst servers in huizen waardoor de bewoners een deel van hun huis kunnen verwarmen met de restwarmte. Restwarmte van gebouwen kan in de zomer worden opgeslagen door middel van warmte-koudeopslag. En tussen verschillende gebouwen zoals zwembaden en supermarkten kan warmte en koude worden uitgewisseld.

De weg naar een circulaire warmteketen

Uit het MRA Warmte Koude – Grand Design 2.0 (2017) rapport zijn handelingsperspectieven voor de ontwikkeling van een circulaire warmteketen in kaart gebracht. Er wordt gesteld dat er grote investeringen nodig zijn om de infrastructuur voor warmtenetten aan te leggen. Gerichte voorinvesteringen in de regionale infrastructuur in samenwerking met het bedrijfsleven en netbeheerders dragen kunnen bijdragen aan de haalbaarheid van lokale warmte uitwisseling. Het is hierbij van belang dat samen met de gemeenten een collectieve planning wordt gemaakt waarbij rekening wordt gehouden met andere werkzaamheden zoals stadsvernieuwing en rioolvervanging. Daarnaast kan, ondanks dat warmte een lage transport drempel heeft, onderzoek naar de samenhang met warmtebronnen en infrastructuur in de omliggende regio's potentiële nieuwe verbindingen opleveren. Ook is nog onduidelijkheid over de potentie van geothermie in de Westas; er dient prioriteit gegeven te worden aan verkennend onderzoek.

Verbindingen met andere circulaire ketens

Een circulaire warmteketen staat het meest in verbinding met de biomassaketens. Zo wordt er warmte geleverd aan de glastuinbouw en kan hoge temperatuur restwarmte gebruikt worden bij het verwerken van biomassa (zoals torrefactie).



CO₂-KETEN



‘O-METING’

Van de 11.085 economische activiteiten m.b.t. de vier ketens in de Westas worden 1.447 geassocieerd met de CO₂-klasse. Deze economische activiteiten clusteren voornamelijk in het Westelijk Havengebied. Onder de economische activiteiten vallen oa. Vervaardiging van petrochemische producten (SBI: 20141), afvalinzameling en behandeling (SBI: 37000) en Productie van elektriciteit door thermische, kern- en warmtekrachtcentrales (SBI: 35111). De bedrijven waarbij de meeste CO₂ vrijkomt in de Westas zijn: Schiphol, Nuon, AEB, Cargill en Sonneborn Refined Products B.V.. Bedrijven met een grote CO₂-uitstoot net buiten het Westas-gebied zijn: Tata Steel, Crown van Gelder N.V., Tate en Lyle Netherlands B.V. en Albemarle Catalysts Company B.V..

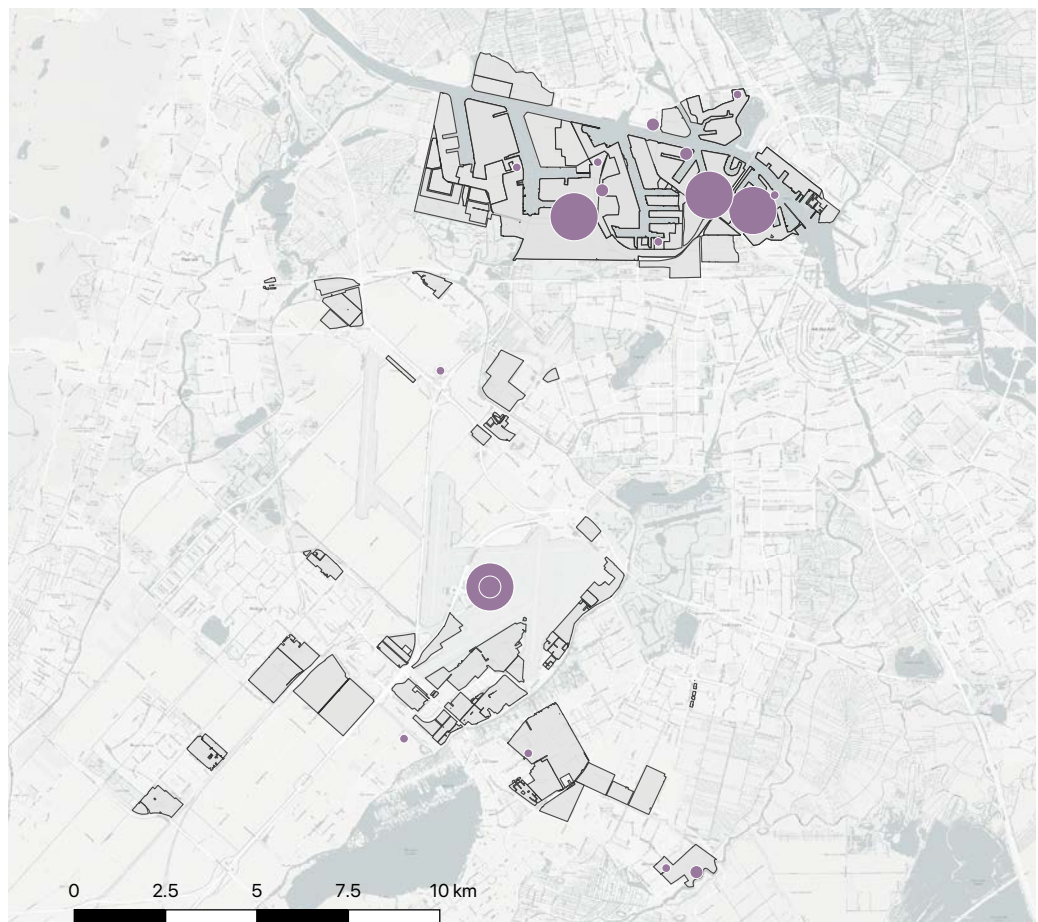
Deze CO₂ kan vervolgens gebruikt worden bij de teelt onder glas en als grondstof bij de vervaardiging van chemische producten (CORESYM, 2017). Binnen de werklocaties vallen 8 economische activiteiten uit de CO₂-waardeketen.

LEGENDA

CO₂
CO₂-emissie

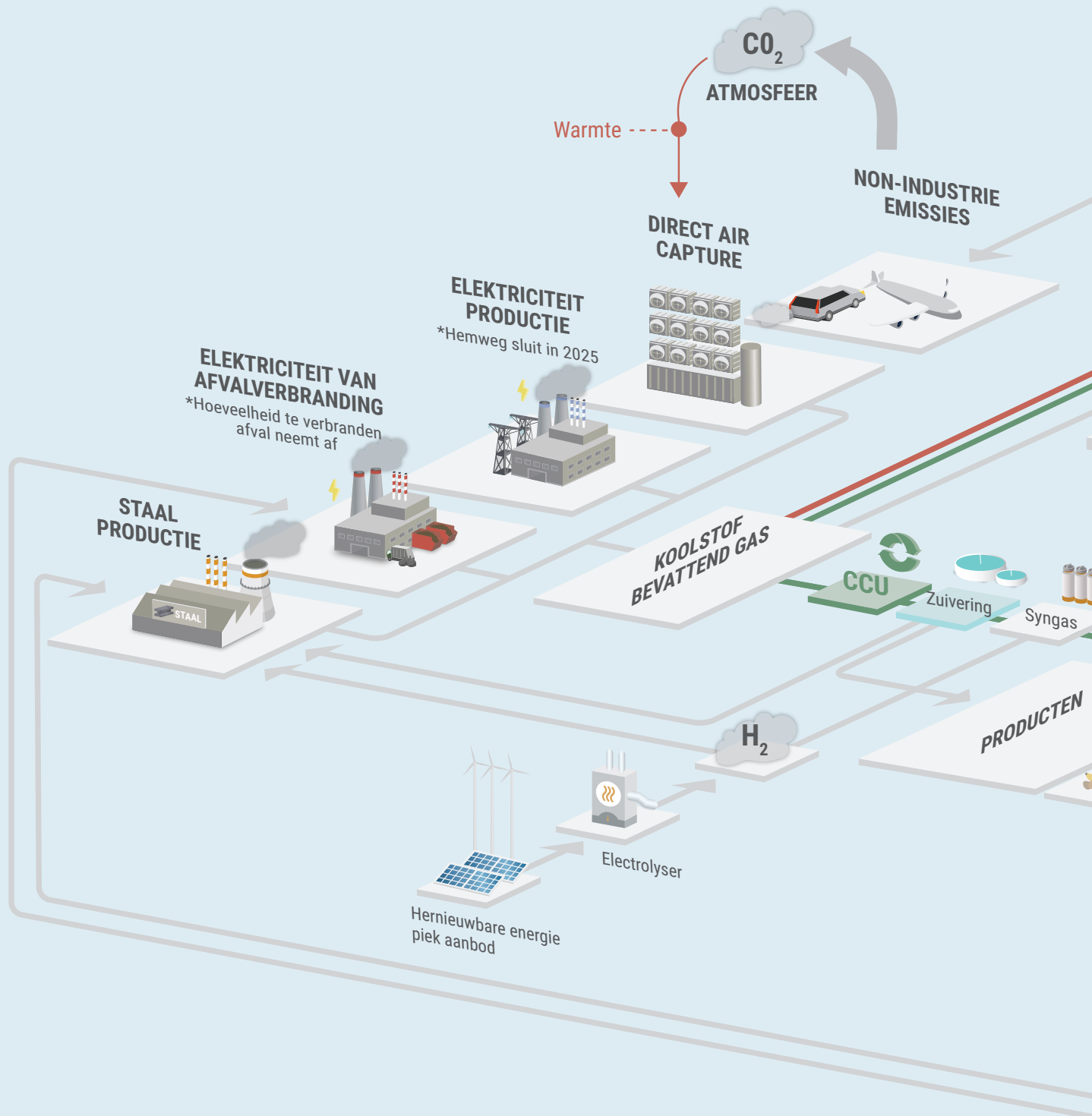
● CO₂-emissiebron

De grootte van de cirkels geeft de omvang van de CO₂-emissie [kg/jaar] per economische activiteit weer. Groter betekent een hogere emissie.



Figuur 9. Economische activiteiten geassocieerd met CO₂ in de Westas.

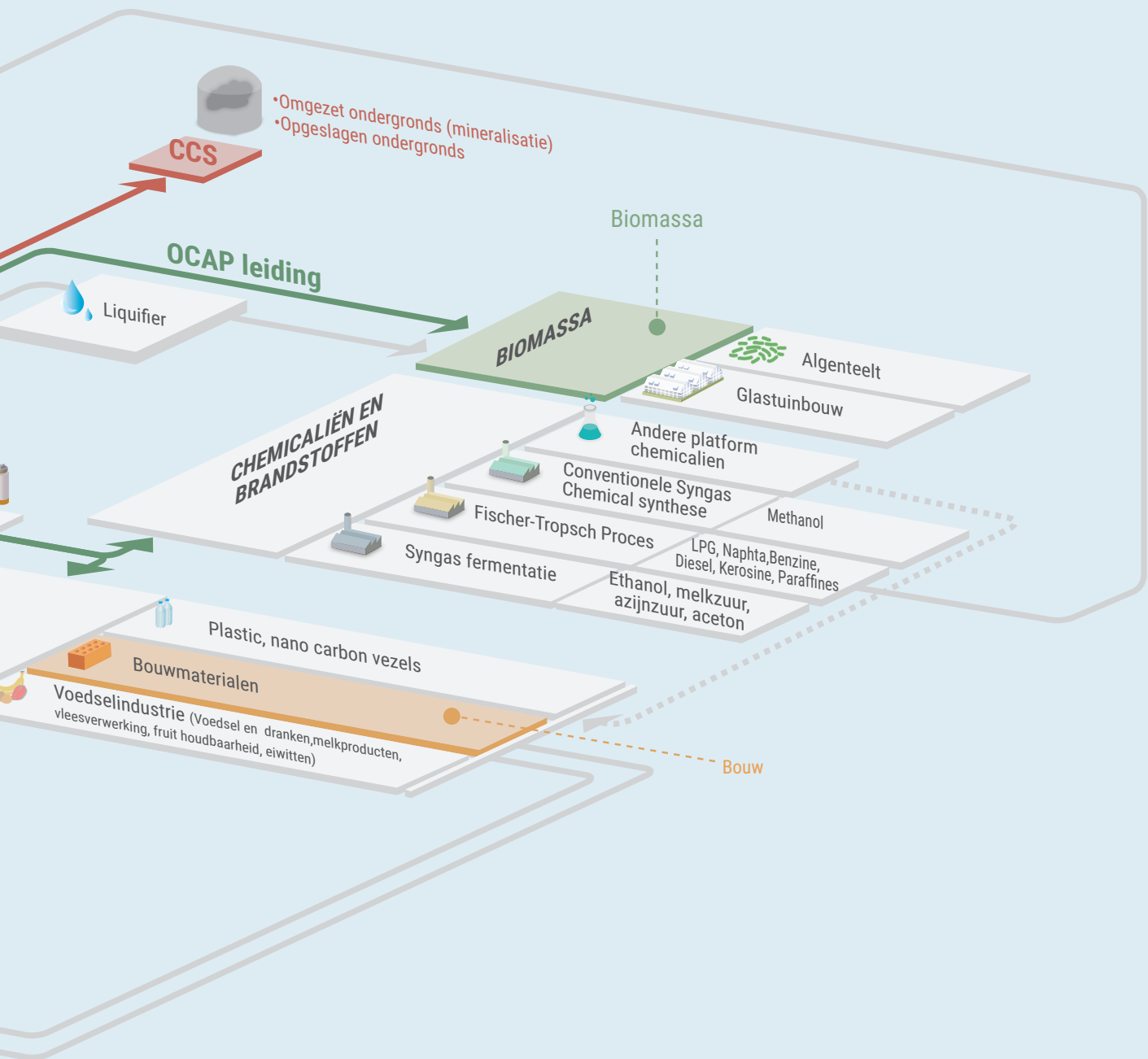
CO₂-KETEN



Figuur 10. Mogelijk toekomstbeeld voor een circulaire CO₂-keten in de Westas.

Connectie met andere ketens

- Warmte
- Bouw
- Biomassa



CIRCULAIRE VISIE

De circulaire economie en CO₂-emissies. Die twee begrippen lijken in eerste instantie niet bij elkaar te horen. Want om tot een duurzame samenleving te komen binnen de draagkracht van de planeet moeten we de hoeveelheid CO₂-emissies drastisch reduceren. In een circulaire economie vermijden we inderdaad idealiter elke vorm van CO₂ van fossiele brandstoffen, maar CO₂ is tegelijkertijd potentieel een belangrijke bouwsteen voor tal van sectoren. Bovendien kan CO₂ ook afkomstig zijn van duurzame, hernieuwbare bronnen.

Allereerst is het dus belangrijk dat de hoeveelheid CO₂-emissies wordt gereduceerd in het gebied. Dat betekent bijvoorbeeld dat voor de opwekking van elektriciteit er geen kolen- of gascentrales worden ingezet, maar zon- en windenergie optimaal wordt benut en eventueel laagwaardige biomassa. Ook het terugwinnen van energie uit afval is op de lange termijn niet de meest circulaire route omdat tijdens de verbranding waardevolle materialen verloren gaan, deze bron wordt dan ook niet geschaard onder duurzame opties.

Maar dat betekent niet dat CO₂-emissies in het gebied snel verdwenen zijn. De uitstoot van CO₂ blijft, zeker op de korte en middellange termijn, nog onvermijdelijk in en rondom de Westas. Voor het produceren van staal zijn er nu bijvoorbeeld nog maar weinig alternatieve technieken beschikbaar. Daarom is het sluitend maken van de koolstofkringloop van groot belang om de economische en ecologische positie van het gebied te behouden. Een circulaire CO₂-keten is daarom na reductie gericht op het sluiten van de onvermijdelijke emissies en het voorkomen van 'lekkages' in de keten zodat de gevangen blijft in nieuwe materialen. Er komen steeds meer technologieën beschikbaar die hoogwaardige toepassing van CO₂ mogelijk maken (deze worden verderop besproken).

Tot slot is het van belang dat de CO₂ die er wordt geproduceerd zoveel mogelijk van hernieuwbare bronnen afkomstig. Daarbij kan je denken aan emissies uit de verbranding van biomassa, maar daarbij moet wel opgemerkt worden dat er ook veel biomassa niet duurzaam wordt geproduceerd en de lokale biodiversiteit ernstig aantast (zie o.a. PBL, 2013). Een andere bron van duurzame CO₂ is door koolstofdioxide uit de lucht te filteren met nieuw ontwikkelde technologie.

Circulaire waardeketen

Er zijn vier grote 'leveranciers' van CO₂ in en rondom de Westas: een kolencentrale van NUON (SBI: 35111), de afvalverbrandingsinstallatie van AEB (SBI: 3821), de hoogovens in IJmuiden van TATA (SBI: 2410) en tot slot emissies uit de atmosfeer. Onlangs is besloten dat de kolencentrale in 2025 gaat sluiten. Het verbranden van

afval is niet de meest circulaire toepassing, maar voor een gedeelte van het afval is opwekking van energie wellicht de duurzaamste oplossing mogelijk.

In een circulaire keten worden sommige van deze bronnen (fossiele energieproductie bijvoorbeeld) afgebouwd, terwijl andere juist meer worden benut. De staalfabriek in IJmuiden, de grootste uitstoter in het gebied (6,2 Mton CO₂ per jaar), blijft waarschijnlijk ook op de langere termijn een bron van CO₂. Decarboniseren van de staalindustrie is namelijk uiterst complex en kostbaar. Bovendien zijn de CO₂- en CO-emissies uit de staalfabriek erg geconcentreerd waardoor afvangen makkelijker is. Een tweede interessante belangrijke bron in de toekomst is het opvangen van CO₂ uit de lucht via 'CO₂-afvang'. De meeste klimaatmodellen van het IPCC laten zien dat om binnen 2 of 1,5 graden opwarming te blijven we, naast het decarboniseren van de economie, ook op grote schaal CO₂ uit de lucht moeten halen. Dit worden ook wel negatieve emissies genoemd. In Zwitserland opende vorig jaar al de eerste commerciële fabriek die jaarlijks 900 ton CO₂ opvangt en onder andere levert aan kassen.

Zodra de CO₂ is opgevangen zijn er twee mogelijke routes: opslag of gebruik van de koolstofdioxide. Beide routes worden onderzocht op nationaal en internationaal niveau, maar vanuit het oogpunt van circulariteit lijkt opslag (ook wel CCS genoemd) geen oplossing van het probleem; eerder een onderbenutting van een waardevolle grondstof. Bij gebruik (CCU) wordt afval wel omgezet in economische waarde. Deze oplossingsrichting is juist wel interessant voor circulaire waarde creatie en het sluiten van de koolstofkringloop.

CO₂ kan als grondstof worden verwaard in bijvoorbeeld de land- en tuinbouw en de chemie. Zo kan CO₂ worden gebruikt in de glastuinbouw of algenteelt. Dit wordt op dit moment gedaan door middel van de OCAP-pijpleiding. Een andere optie is om CO₂ te gebruiken voor de productie van chemicaliën of brandstoffen. Daarvoor zal het eerst gezuiverd moeten worden en worden omgezet tot syngas, een mengsel van koolstofmonoxide en waterstof. Er kunnen dan basischemicaliën en brandstoffen van worden gemaakt. De laatste toepassing is om van CO₂ producten te maken. Zo kunnen er van CO₂ bouwmaterialen en plastics gemaakt worden en kan het worden toegepast in de voedselindustrie.

Enkele circulaire en verwaarding routes verder toegelicht



Toepassing in biomassa

SYNERGIE

Een circulaire toepassing van CO₂ is om deze stroom te gebruiken bij productie van biomassa. Kassen verstoken

nu zelf veel gas om niet alleen energie maar ook voldoende CO₂ op te wekken. CO₂ is een essentiële bouwstof voor planten. Extra gas wordt, vooral in de zomermaanden als warmte niet per se nodig is, verstookt om de groei van planten te versnellen. Een bestaande leiding van OCAP levert al CO₂. Emissies van de raffinaderij van Shell en de bio-ethanol fabriek van Alco in Rotterdam worden nu al getransporteerd naar 600 kassen in het Westland en binnenkort wordt de Greenport Aalsmeer hier op aangesloten. Ook kan CO₂ gebruikt worden bij het kweken van algen waarmee een scala aan producten gemaakt kunnen worden. Het Amerikaanse bedrijf Algenol produceert van de biomassa van algen onder andere, natuurlijke kleurstoffen, eiwitten, nutriënten en ingrediënten voor personal care. In Nederland heeft Omega Green een succesvolle algenkwekerij in de Eemshaven opgezet waar CO₂ wordt afgevangen voor de productie van algen.



Grondstof voor de chemie

SYNERGIE

Een ander potentieel belangrijk cluster van economische activiteiten in de CO₂ waardeketen is rondom chemische industrie. CO₂ en CO kan gebruikt worden als grondstof voor de organische chemie en daarmee olie en aardgas vervangen als koolstofbron. Deze gassen moeten dan eerst gezuiverd worden voordat ze gebruikt kunnen worden in de chemische sector. Samen met waterstof (H₂) kunnen er dan weer koolwaterstofverbindingen ‘opgebouwd’ worden die vanuit chemisch opzicht hetzelfde zijn als de fossiele brandstoffen. Met gezuiverde CO₂ en CO als bouwsteen kunnen er heel veel verschillende producten gemaakt worden zoals grondstoffen voor kunststoffen, brandstoffen en andere basischemicaliën zoals ethanol en aceton.

In het CORESYM (2017) project is berekend dat er voor elke ton staal er 340 kg methanol, 118 kg aan ethanol en 90 kg aan koolwaterstoffen aan bijproducten gemaakt kunnen worden. Hiermee kunnen de staalfabrieken in Europa voorzien in de gehele Europese vraag voor methanol en ethanol.

Voor de verschillende producten zijn er ook verschillende chemische processen nodig:

PRODUCT	PROCESS
Methanol	Conventionele syngas-route
Brandstoffen (LPG, Naphtha, Gasoline, Diesel)	Fischer-Tropsch
Andere basischemicaliën (zoals ethanol en aceton)	Syngas fermentatie

Naast opvang van CO₂ betekent dit dat er ook waterstof geproduceerd moet worden in de Westas door middel van elektrolyse. Elektrolyse bestaat al sinds begin 1900, maar dit conversie proces kost veel energie en de kosten zijn nu nog hoger dan waterstof maken van aardgas (MSR). Ondanks de huidige limitaties, wordt er nu veel geïnvesteerd in de ontwikkeling van waterstof omdat het wordt gezien als belangrijk opslagmedium om toekomstige pieken van zon- en windenergie op te vangen. Met deze investeringen dalen de investeringskosten (CAPEX) naar verwachting snel.

Zoals aangegeven, biedt die route om van CO₂ syngas te maken en die om te zetten in brandstoffen via het Fischer-Tropsch conversie proces interessante industriële synergieën. Echter, vereist het Fischer-Tropsch (FT) proces hoge investeringen en een minimale schaalgrootte van 100.000 ton materiaal per jaar om het economisch haalbaar te maken. Op termijn zullen er ook FT processen op kleinere schaal beschikbaar komen.

Om de kringloop te sluiten zouden de nieuwe kunststofproducten aan het einde van de levensfase weer ingezameld moeten worden om er nieuwe producten mee te maken. Ook is het mogelijk om deze producten weer te verbranden in de staalovens die anders op steenkolen draaien.



Verdere toepassingen van CO₂

SYNERGIE

Tot slot kan CO₂ ook gebruikt worden bij de productie en conservering van levensmiddelen en zelfs bouwmaterialen. In de frisdrankindustrie en bierproductie is er ook CO₂ nodig om dranken te carboniseren. Ook zijn er nu bouwmaterialen die CO₂ kunnen absorberen. Een Nederlandse bouwsteen absorbeert 250 kg CO₂ per m³ steen tijdens de productie.

Verbindingen met andere circulaire ketens

De CO₂-keten is op meerdere manieren sterk verbonden met de andere drie ketens. Allereerst is er in deze circulaire waardeketen een duidelijke link met biomassa; CO₂ wordt via de OCAP-leiding naar de Greenport getransporteerd om daar de groei van planten, groenten en fruit te versnellen. Ook kunnen algen gekweekt worden met extra CO₂. Naast de link met de biomassa keten zijn er bouwmaterialen die gemaakt kunnen worden van CO₂. Tot slot is er ook een aanzienlijke hoeveelheid warmte nodig in deze keten om CO₂ op te slaan uit de lucht.



HOOFDSTUK 06

**ONTWIKKELLOCATIES
VOOR CIRCULAIRE
BEDRIJVEN EN
INDUSTRIE**

ONTWIKKELLOCATIES VOOR CIRCULAIRE BEDRIJVEN EN INDUSTRIE

Om in te kunnen schatten of de Westas, en verschillende locaties daarbinnen, geschikt zijn voor het ontwikkelen van circulaire economische clusters dienen twee vragen te worden beantwoord. Welke van de in hoofdstuk 5 beschreven activiteiten zijn essentieel voor de vorming van circulaire waardeketens (zogenaamde 'kernactiviteiten'), en wat zijn de ruimtelijke randvoorwaarden voor locaties waar deze kernactiviteiten gevestigd worden? Beide vragen worden in dit hoofdstuk geadresseerd.

12 CIRCULAIRE KERNACTIVITEITEN

"Op basis van de circulaire visie, zoals beschreven in hoofdstuk 5, zijn in samenspraak met experts uit ieder van de vier ketens in totaal 12 circulaire kernactiviteiten gekozen. Deze activiteiten moeten aanwezig zijn om een circulaire waardeketen te kunnen laten ontstaan in de Westas: ze hebben een spilfunctie in de keten als geheel en verankeren deze als het ware in de regio. Deze activiteiten trekken grondstoffen en reststromen aan voor verwerking in de regio (denk aan een betonrecyclings locatie), of vormen een essentiële schakel in het transformeren en combineren van verschillende grondstoffen tot een nieuw halffabricaat waar vervolgens verschillende verwaardsroutes voor zijn (denk bijvoorbeeld aan het Fischer-Tropsch proces, dat waterstof en CO₂ combineert tot platformchemicaliën en zo de transformatie van CO₂ als gas naar grondstof voor de chemische industrie mogelijk maakt.

De verschillende kernactiviteiten worden voor iedere keten kort beschreven"



BOUW-EN SLOOPKETEN

1. Beton Recycling

Bij een betonrecycling locatie worden herbruikbare bestanddelen uit beton gehaald om ze daarna opnieuw in beton te gebruiken. Dit wordt gedaan door beton fijn te malen. Hierna wordt gebonden cement uit het gruis te gehaal waarna een mengsel van ongebonden cement met zand van de kiezelfractie wordt gescheiden. Het mengsel van zand en ongebonden cement kan daarna

opnieuw gebruikt worden om beton van te maken. Een nieuwe technologie die is ontwikkeld door de Rutte groep en New Horizon Urban Mining maakt 100% circulair cement.

2. Staal recycling

Primaire staalproductie heeft een erg hoog energiegebruik en het is daarom van belang dat zoveel mogelijk staal wordt gerecycled. Het kan of worden gemengd met nieuw staal in een hoogoven omdat nieuw staal vaak sterker is dan ouder staal, of er kan gerecycled staal worden gemaakt uit enkel staalschroot (meestal in een vlamboogoven).

3. Asfalt recycling

Asfalt is een mengsel van zand, grind (of steenslag) en een zeer fijne vulstof dat met bitumen aan elkaar wordt gekleefd. Net als staal kan asfalt op twee manieren worden gerecycled. Namelijk door het toe te voegen bij de productie van nieuw asfalt, of door uit oud asfalt nieuw asfalt te maken. Als asfalt wordt toegevoegd bij de productie van nieuw asfalt, dan kan maximaal 50% van het gerecyclede materiaal worden hergebruikt. Het HERA-systeem van KWS Infra claimt dat in hun asfalt recycling centrale 75 tot 80% van het oude asfalt kan worden hergebruikt.



BIOMASSA KETEN

4. Voedselproductie van insecten

Het gebruiken van organische reststromen voor veevoer is een van de meest hoogwaardige toepassingen. Een belangrijke manier om eiwitrijk veevoer te produceren is door insecten te kweken op organisch afval. Insecten kunnen namelijk heel efficiënt voedsel omzetten in eiwitten. Het Nederlandse bedrijf Protix is hier ook mee bezig.

5. Biobased chemicaliën productie

Uit de biomassastroom kunnen chemicaliën worden gehaald die een input kunnen vormen voor veel industrieën. Uit de biomassa stroom kunnen platform chemicaliën worden gehaald en uit meer uniforme organische reststromen kunnen speciality chemicaliën worden gemaakt.

6. Biobased plastic productie

Bij biobased plastic productie worden plastics gemaakt uit biomassa of uit de biobased chemicaliën die uit biomassa zijn onttrokken. Deze kunnen worden vervaardigd uit biomassa reststromen of biomassa die op een duurzame manier wordt verbouwd. Er is een verschil tussen biobased plastics die biologisch afbreekbaar zijn en die dat niet zijn.



WARMTEKETEN

7. Staalproductie

Omdat staalproductie zowel veel CO₂ als warmte produceert en een belangrijke input vormt in de bouwketen is het geïdentificeerd als kernactiviteit. Idealiter wordt er ook geëxperimenteerd met nieuwe technieken om staal te maken zoals direct-gereduceerd ijzer.

8. Ontzilting

Een ontziltingsinstallatie is een fabriek waarin uit zout water, zoet water wordt gemaakt. Voor dit proces is warmte nodig. Deze warmte is namelijk nodig voor destillatie (verdampen en condenseren). Het is mogelijk om restwarmte te gebruiken voor het ontzilten. Een voorbeeld hiervan is de in Nederland ontwikkelde Memstill techniek. Een aantal jaar geleden werd bij de Memstill proefinstallatie op de Maasvlakte restwarmte gebruikt van de Eon elektriciteitscentrale.

9. CHP (warmtekrachtcentrale)

CHP staat voor combined heat en power. Er worden dus tegelijkertijd warmte en energie geproduceerd. Er kan in een CHP bijvoorbeeld biomassa of biogas als brandstof worden gebruikt. Een CHP kan een belangrijke bron van warmte zijn voor wijkverwarming. Bij wijkverwarming worden warmtenetten gebruikt om restwarmte of centraal opgewekte warmte te distribueren naar woningen, kantoren en andere gebouwen. De bron van warmte kan restwarmte zijn van industrieën, warmte van verbranding van afval of kleinere, niet fossiele bronnen zoals datacenters of geothermie.



CO₂-KETEN

10. CO₂-afvang

CO₂-afvang (DAC) is de technologie waarbij CO₂ direct uit de atmosfeer wordt opgevangen. Er zijn verschillende technieken om CO₂ uit de atmosfeer te halen. De techniek is veelbelovend en is waarschijnlijk nodig zijn

om de klimaatdoelen te halen. Op dit moment zijn de eerste commerciële DAC-faciliteiten beschikbaar maar deze zijn nog duur en energie- en land intensief.

11. Elektrolyse

Bij elektrolyse wordt door middel van elektriciteit gebruikt water omgezet in zuurstof en waterstof. Waterstof kan vervolgens ingezet worden als brandstof voor auto's en vrachtwagens, als warmtebron, grondstof voor de chemie en om weer opnieuw elektriciteit van te maken.

12. Fischer-Tropsch proces

Het Fischer Tropsch proces zet koolstofmonoxide en waterstof om in een vloeibare koolwaterstof brandstof. Dit gebeurt door het syngas met een katalysator onder hoge temperatuur te laten reageren. Het is een kernactiviteit omdat het hergebruik van CO₂ mogelijk maakt. Op dit moment is dit proces alleen commercieel haalbaar op grote schaal.

RUIMTELIJKE RANDVOORWAARDEN VOOR CIRCULAIRE KERNACTIVITEITEN

Om in kaart te brengen wat de ruimtelijke randvoorwaarden voor vestiging van circulaire economische activiteiten zijn, is een theoretisch raamwerk opgesteld. Daarbij gaat het er niet alleen om hoeveel ruimte deze activiteiten in beslag nemen, maar vooral om welke kwalitatieve aspecten van belang zijn bij het creëren van een gunstig vestigingsklimaat voor circulaire bedrijvigheid en industrie in de Westas. Dit raamwerk biedt inzicht in de locatie-eigenschappen die van belang zijn voor het doen 'landen' van circulaireketens in de Westas.

In het raamwerk worden de belangrijkste ruimtelijke en economische randvoorwaarden voor de vestiging en het ontstaan van circulaire waardeketens uiteengezet. Het gaat hierbij om welke technologie er aanwezig/ontwikkeld moet zijn, wat de minimale kwantitatieve fysieke ruimtebehoefte is voor verschillende activiteiten, welke materialen er nodig zijn voor een bepaalde activiteit, en met welke regelgeving en milieuruimte er rekening gehouden worden. Ook de co-locatie eigenschappen zijn van belang. Dit laatste behelst de geografische afstand tussen verschillende gerelateerde economische activiteiten in een keten, en is cruciaal in de rendabiliteit van ketensamenwerking met oog op zowel ecologische als economische transportkosten van materialen en energie.

Het raamwerk wordt samengevat in tabel 2.

CIRCULAIRE KERNACTIVITEIT	MINIMAAL BENODIGDE RUIMTE	MINIMAAL BENODIGDE MATERIAAL	INFRASTRUCTUUR	CO ₂ - EMISSIE DRÉMPEL ⁸	NORMALISATIE ⁹
BOUW- EN SLOOP					
Beton recycling	9.300 m ²	219.000 ton/jaar	Electriciteits- aansluiting, wegontsluiting, waterontsluiting	37 km	3e hoogste transport emissie per km, 15 keer hoger dan de laagste transport impact activiteit (staalproductie)
Staal recycling	56.000 m ²	540.000 ton/jaar	Electriciteits- aansluiting, wegontsluiting, waterontsluiting	2.420 km	2e hoogste transport emissie per km, 45 keer hoger dan staalproductie
Asfalt recycling	7.800 m ²	200.000 ton/jaar	Electriciteits- aansluiting, wegontsluiting, waterontsluiting	241 km	4e hoogste transport emissie per km, 14 keer hoger dan staalproductie
BIOMASSA					
Biobased plastics productie	30.000 m ²	12.000 ton/jaar	Electriciteits- aansluiting, waterzuiverings- installatie, wegontsluiting waterontsluiting	2.322 km	2e hoogste transport emissie per km, 15 keer hoger dan laagste transport impact activiteit (biobased chemicaliën productie)
Biobased chemicaliën productie	2.700 m ²	1.000 ton/jaar	Electriciteits- aansluiting, waterzuiverings- installatie, wegontsluiting waterontsluiting	2.902 km	Activiteit in de waardeketen met de laagste materiaal transport emissie
Voedselproductie van insecten	2.000 m ²	2.000 ton/jaar	Wegontsluiting, waterontsluiting	5.224 km	4e hoogste transport emissie per km, twee keer zoveel dan biobased chemicaliën productie

⁸ Gebaseerd op het primair basismateriaal dat ten grondslag ligt aan de circulaire activiteit.

⁹ Normalisatie is gebruikt om een vergelijking te kunnen treffen tussen de rangorde van activiteiten op basis van de kosten en emissies die samenhangen met hun materiaalstromen. De normalisatie is berekend door eerst de kernactiviteiten te rangschikken op basis van hun transport emissies (KG CO₂e/km) en vervolgens de transport emissies van deze gerangschikte activiteiten te delen door de transport emissie van de activiteit met de laagste transport emissie. In deze analyse zijn de 22 circulaire activiteiten uit de circulaire visie meegenomen.

CIRCULAIRE KERNACTIVITEIT	MINIMAAL BENODIGDE RUIMTE	MINIMAAL BENODIGDE MATERIAAL	INFRASTRUCTUUR	CO ₂ - EMISSIE DRÉMPSEL ⁸	NORMALISATIE ⁹
🔥 WARMTE					
Staalproductie	24.000 m ²	12.000 ton/jaar	Electriciteits- aansluiting, warmteontsluiting wegonstluiting waterontsluiting	667 km	4e hoogste transport emissie per km, 20 keer hoger dan laagste impact activiteit (ontziltling)
Ontziltling	3.875 m ²	12.500 ton/jaar	Electriciteits- aansluiting, warmteontsluiting, buis transport infrastructuur	667 km	Activiteit in de waardeketen met de laagste materiaal transport emissie
CHP (warmtekrachtcentrale)	11.400 m ²	54.750 ton/jaar	Electriciteits- aansluiting, warmteontsluiting, wegonstluiting, waterontsluiting	667 km	2e hoogste transport emissie per km, 90 keer hoger dan ontziltling
🌫️ CO₂					
Waterstof- productie	6.000 m ²	4.800 ton/jaar	Buis transport infrastructuur, electriciteits- aansluiting,, wegonstluiting	721 km	3e hoogste transport emissie per km, 101 keer hoger dan laagste transport impact activiteit (CO ₂ -afvang)
CO ₂ -afvang	180 m ²	49 ton/jaar	Electriciteits- aansluiting, buis transport infrastructuur	8.690 km	Activiteit in de waardeketen met de laagste materiaal transport emissie
Fischer-Tropsch Proces	400 m ²	4.000 ton/jaar	Electriciteits- aansluiting, waterzuiverings- installatie, buis transport infrastructuur	2.170 km	4e hoogste transport emissie per km, 11 keer hoger dan algenkweek

Tabel 2. Overzicht van kengetallen uit het theoretische raamwerk voor de 12 circulaire kernactiviteiten.

TECHNOLOGIE

Tien van de twaalf circulaire kernactiviteiten hebben een 'technology readiness level' van 9. Alleen de CO₂-keten bevat activiteiten met een lagere TRL, namelijk; elektrolyse 5-6, CO₂-afvang 5-6 en Fischer-Tropsch proces 8. Dit betekent dat, behalve voor de CO₂-keten, de technologieën die ten grondslag liggen aan de circulaire economie voor een groot deel al toegepast kunnen worden. Het gaat er dus om de (beleids)ruimte en rendabiliteit voor deze processen te realiseren.

RUIMTE EN INFRASTRUCTUUR

Het berekenen van de fysieke ruimtebehoefte van de circulaire economie

Er bestaat nog geen algemeen geaccepteerde methodologie om de fysieke ruimtebehoefte van de circulaire economie te berekenen.

Ecorys (2018) berekent de fysieke ruimte behoefte van de circulaire economie op basis van het geschatte aantal circulaire banen in de MRA-regio (Circle Economy, 2018). Vervolgens wordt met behulp van de 'terrein quotiënt' (het gemiddelde ruimtebeslag per arbeidsplaats voor een branche), het aantal circulaire banen vertaald naar de ruimtevrage (Ecorys, 2018).

In dit onderzoek heeft Metabolic geredeneerd vanuit de minimale (rendabele) materiaal behoeftes van de circulaire kernactiviteiten en het huidige ruimtegebruik van soortgelijke (lineaire) economische activiteiten. Er is onderzocht wat het gemiddelde oppervlakte is per productievolume van bestaande economische activiteiten op basis van echte cases en faciliteiten; en dit is vervolgens vertaald naar de circulaire kernactiviteiten. Hierbij dient te worden opgemerkt dat in veel gevallen productiefaciliteiten en verwerkingsprocessen meer ruimte zullen vragen om economische schaalvoordelen te benutten en om aan een grotere marktvrage te kunnen voldoen.

Uit tabel 2 blijkt dat de minimaal fysieke ruimtebehoefte voor alle 12 circulaire kernactiviteiten 15,37 ha is. De bouw- en sloopketen heeft verreweg de meeste ruimte nodig; 7,31 ha. Alle kernactiviteiten hebben transportinfrastructuur nodig of dit nou weg, spoor- of water ontsluiting omvat. Voor de warmteketen en CO₂-keten zijn tevens pijpleidingen nodig. Er is al een warmtenetwerk aanwezig dat het Westelijk Havengebied verbindt met delen van Amsterdam. De ambitie is om dit netwerk uit te breiden naar Amsterdam Noord en de

meer Zuidelijk gelegen werklocaties nabij Aalsmeer en de Greenports (zie figuur 11). De OCAP-pijpleiding biedt de benodigde infrastructuur voor het transport van CO₂.

MATERIALEN

De minimaal benodigde hoeveelheid materiaal om alle 12 circulaire kernactiviteiten van de minimale benodigde hoeveelheid materiaal te voorzien voor een haalbare business case 1.062.099 ton/jaar (= 1 megaton/jaar). De bouw- en sloopketen representeert hiervan 90,3% in beton, cement en asfalt. Volgens TNO & EIB (2018) komt tot 2050 ongeveer 15 tot 22 megaton materiaal vrij komen uit sloop (0,47 - 0,69 megaton/jaar); te weinig om aan de materiaal behoefte te voldoen. De biomassa keten heeft 15.000 ton/jaar nodig. Uit het Horizon 2020 project REPAiR (Geldermans et al., 2018) blijkt dat er in totaal in de MRA 228.715 ton gft/jaar vrijkomt uit huishoudens (141.715) en bedrijven (87.000); dit is ruim voldoende om aan de materiaal behoefte te voldoen. Op basis van het 'basis scenario' uit het Grand Design 2.0 zal 775 MW warmte beschikbaar zijn in de MRA. Met dit vermogen kunnen meer dan 700.000 woningequivalenten (meer dan 35% van de totale warmtevrage) aangesloten worden op warmtenetten. De huidige totale uitstoot van CO₂ door de economische activiteiten in de Westas is ongeveer 4 megaton/jaar (zie bijlage 2). Dit staat in contrast met de 60 megaton/jaar die vrijkomt bij Tata Steel. Voor de circulaire activiteiten is maar 8.849 megaton CO₂/jaar benodigd. Naast extreem geconcentreerde bronnen van CO₂ als deze, komt uiteraard ook bij de individuele economische activiteiten in de verschillende waardeketens vrij. Deze zal alleen moeilijk te verwaarden zijn, gezien de grotere logistieke uitdaging en transportkosten. Bij de bouw- en sloopketen gaan emissies van 155.795 [Kg CO₂e/km] in een jaar gepaard. Voor de biomassaketten is dit 2584 [Kg CO₂e/km], voor de warmteketen 11634 [Kg CO₂e/km] en voor de CO₂-keten 1.039 [Kg CO₂e/km].

REGELGEVING

Economische activiteiten op bedrijventerreinen worden onderverdeeld in maximale milieucategorieën volgens de indeling in 'Bedrijven en Milieuzonering' (editie 2009). De milieucategorie wordt bepaald aan de hand van richtafstanden voor de ruimtelijk relevante milieuaspecten: geur, stof, geluid en gevaar. De classificatie bestaat uit zes categorieën. Hoe hoger de klasse, hoe intensiever de belasting van het milieu. Op basis van deze categorieën kan een milieuzonering worden aangebracht, wat betekent dat er een noodzakelijke ruimtelijke scheiding wordt aangebracht tussen milieubelastende en

milieugevoelige functies ter bescherming van de leefkwaliteit. De afstand van deze ruimtelijke scheiding moet groter zijn naarmate de milieubelastende functie het milieu sterker belast (VNG, 2009). Milieucategorieën en milieuzonering zijn doorgaans onderdeel van bestemmingsplannen. Voorbeelden van Milieucategorie 4: bierbrouwerij, betonfabriek, gipsfabriek. Milieucategorie 5: cementfabriek, vervaardiging industriegas, ruwijzer en staalfabriek. Milieucategorie 6: olieraffinaderij, koolelektrodenfabriek, ruwijzer- en staalfabriek.

Op basis van deze classificaties volgt dat de circulaire kernactiviteiten op een minimale milieucategorie van 4 geschat worden.

Innovaties in duurzame technologieën of productieprocessen zouden ertoe kunnen leiden dat in de toekomst sommige economische activiteiten in werklocaties met een lagere milieucategorie kunnen plaatsvinden.

Uit de Ibis database (zie figuur 11) blijkt dat 30 werklocaties kavels beschikbaar hebben (excl. 4 onbekend). Vooral in de Gemeentes Amsterdam en Haarlemmermeer is nog veel ruimte uit te geven.

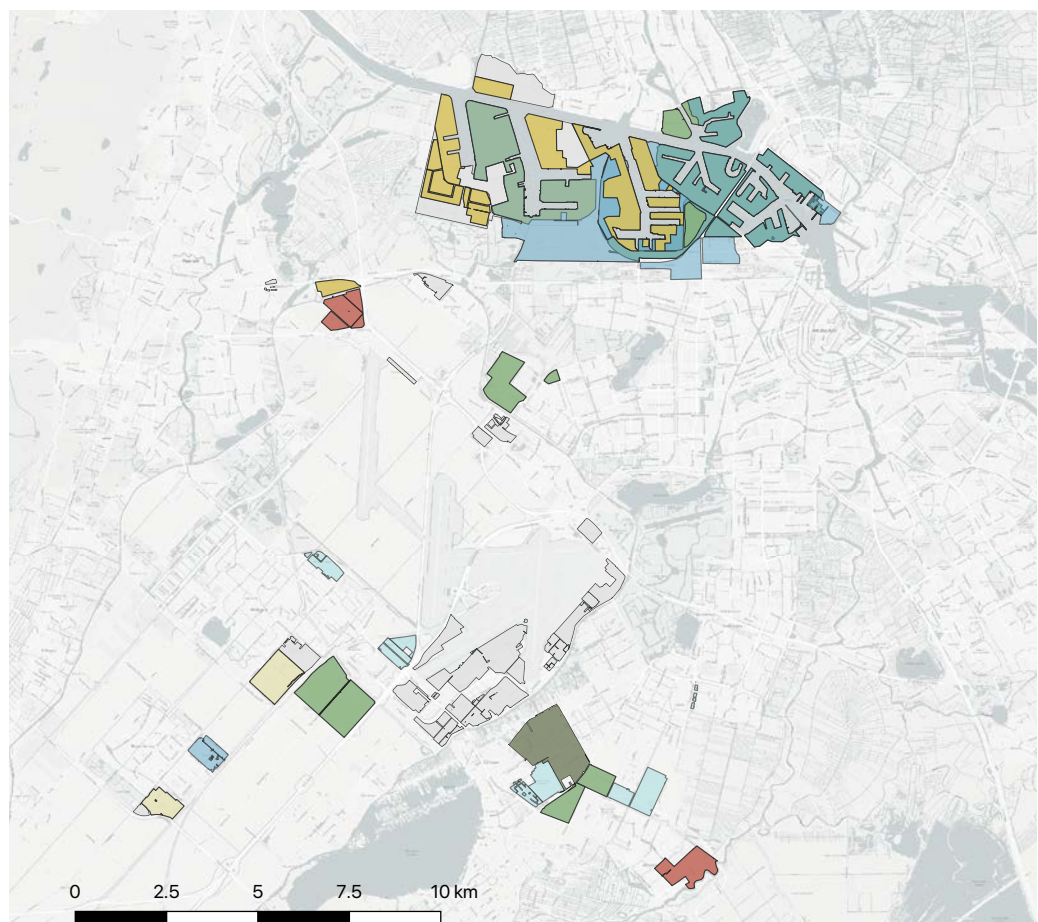
Van deze bedrijventerreinen zijn bij acht terreinen (Afrika-en Amerikahaven (kadegebonden), Hoogtij (kadegebonden), Industrierrein Uithoorn, Polanenpark, De President, Nieuw-Vennep Zuid, Westhaven (kadegebonden en niet-kadegebonden)) spoor of vaarwater aanwezig, en deze bevatten dus voor de bouw-en sloop, en biomassa keten de benodigde infrastructuur. Voor het Westelijk Havengebied geldt dit uiteraard ook, hoewel in de Ibis database de informatie over de actuele milieucategorie voor verschillende kavels nog geactualiseerd dient te worden.

Aangezien de minimaal benodigde ruimte voor alle 12 circulaire kernactiviteiten 56,7 ha is, kan geconcludeerd worden dat deze ruimte, met een milieucategorie van 4 of hoger, ruimschoots aanwezig is in de Westas. Op

LEGENDA

Milieucategorieën

- Milieucategorie 2
- Milieucategorie 3
- Milieucategorie 4-
- Milieucategorie 4
- Milieucategorie 4+
- Milieucategorie 5
- Milieucategorie 6
- Onbekend



Figuur 11. Milieucategorieën in de Westas per werklocatie.

basis van de regelgeving en uitgeefbare milieuruimte lijkt de Westas een geschikte locatie voor de circulaire economie.

De Westas bevat als regio dus verschillende locaties die geschikt lijken voor de ontwikkeling van circulaire economische clusters, en hier met nieuw uitgeefbare gronden ruimte aan kunnen bieden. Onze inschatting is dat de minimaal benodigde ruimte voor alle 12 circulaire kernactiviteiten 56,7 ha is. Daarbij dient wel worden aangetekend dat de benodigde ruimte echt is gebaseerd op de minimale hoeveelheid ruimte die de assets (fabrieken, sloopfaciliteiten overslagsterreinen) nodig hebben, gekoppeld aan de circulaire economische activiteiten; in veel gevallen zal er meer ruimte gevraagd worden om een grotere marktvraag te kunnen bedienen, of om producenten in staat te stellen op schaal en efficiënt te produceren. Indien in de praktijk toch meer milieuruimte benodigd dient te zijn voor de circulaire activiteiten kan deze ruimte wellicht ingevuld worden in de overkoepelende MRA-regio.

CO-LOCATIE

Figuur 12 biedt een overzicht van de circulaire kernactiviteiten en het percentage economische activiteiten dat hieraan gerelateerd is de waardeketen als geheel. Daarbij kan het gaan om activiteiten die zorgen voor een aanbod van grondstoffen (circulaire sloop en urban mining leiden tot de aanvoer van secundair beton en staal voor recycling en hergebruik) of een afname van producten en halffabricaten (bouwactiviteiten en architecten die gebruik maken van gerecycled beton of staal creëren een vraag naar de uit deze kernactiviteiten voortkomende halffabricaten). Het onderzoek laat zien dat voor ieder van de 12 kernactiviteiten uit de vier ketens 0-50% van de aan elkaar gerelateerde activiteiten aanwezig zijn in de Westas. Dit geeft een eerste indicatie van de 'voedingsbodemp' van de activiteiten. Naarmate er meer activiteiten aanwezig zijn, zal sprake zijn van een robuuster systeem, een betere 'voedingsbodemp' voor de keten als geheel. De robuustheid van het systeem heeft enerzijds te maken met materiaal uitwisseling en anderzijds met nabijheid in de economisch-geografische zin van het woord: overdracht en beschikbaarheid van kennis en data over primair productieproces, human resources, vertrouwen tussen ketenspelers etc.

Hierbij dient te worden opgemerkt dat het relatief lage percentage van reeds aanwezige economische activiteiten per keten een vertekend beeld kan geven. Dit komt omdat er vaak meerdere aanbieders ten grondslag liggen aan een circulaire activiteit. Het is niet noodzakelijk dat al deze aanbieders zich in de Westas bevinden, indien er één aanbieder is met voldoende materiaal is dat genoeg. Bovendien kan op basis van de economische en CO₂-drempels geconstateerd worden dat de regiogrens niet absoluut is, en dat een tekort

aan materialen waarschijnlijk dus nooit een bottleneck zal vormen voor het ontstaan van circulaire industrie. Grondstoffen komen ook van buiten de regio.

Uit de analyse blijkt dat er voornamelijk voor de bouw- en sloopketen en de warmteketen zich reeds co-locatie activiteiten in de Westas bevinden. Voornamelijk voor staalproductie, ontziltling en CHP bevindt zich al een relatief hoge percentage van economische activiteiten in de Westas. De CO₂-keten is duidelijk ondervertegenwoordigd. Hierbij komt tevens kijken dat de TRL van CO₂-gerelateerde circulaire kernactiviteiten laag is; er zullen dus veel investeringen nodig zijn om de circulaire CO₂-keten van de grond te krijgen.

Gegeven de aanwezigheid van gerelateerde activiteiten kan de conclusie zijn dat de Westas voornamelijk voor de bouw- en sloopketen en de warmteketen een goede uitgangspositie heeft als vestigingslocatie voor de circulaire economie.

De ruimtelijke verdeling van de co-locatie van economische activiteiten is per waardeketen gevisualiseerd in bijlage 4.

TRANSPORTDREMPELS

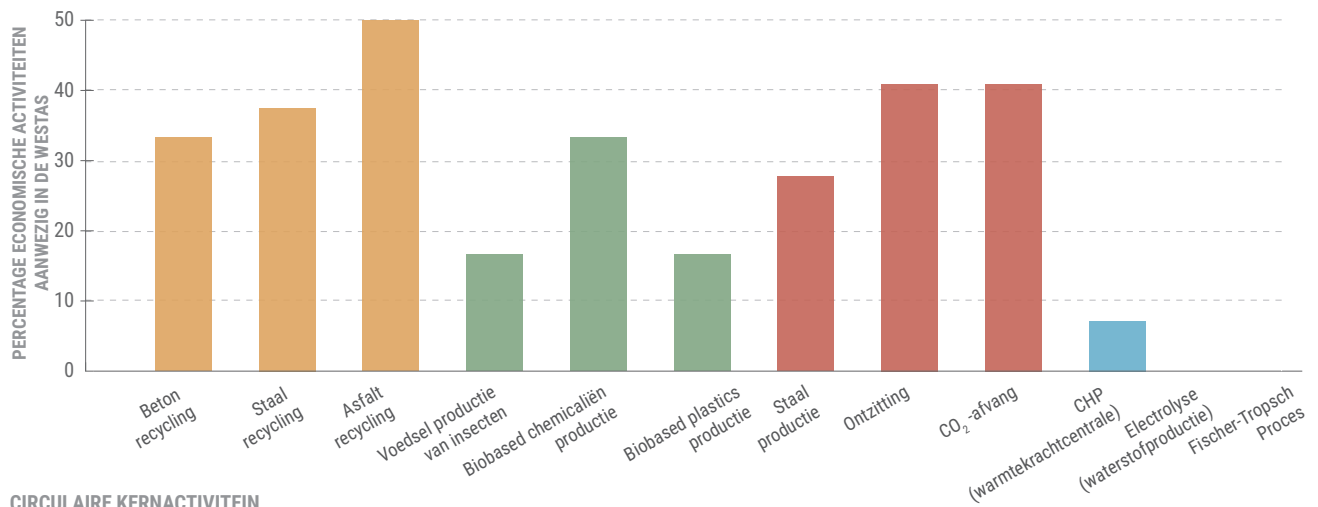
In dit onderzoek is onderscheid gemaakt tussen CO₂-emissie drempels en economische transportdrempels. De CO₂-transportdrempels staan beschreven in tabel 2. De economische transportdrempels per materiaalstroom zijn afgeleid uit de interviews gehouden door onderzoeksbureau HorYzoN. Uit deze interviews is onderstaande tabel (3) opgesteld.

Uit de in tabel 3 gepresenteerde cijfers kan geconcludeerd worden dat de uiterste economische vestigingsgrenzen over het algemeen buiten de Westas liggen.

Als de economische transportdrempel uit tabel 3 vergeleken worden met de berekende CO₂-transportdrempels (tabel 2 & figuur 13), kan worden geconcludeerd dat de radius voor economische transportdrempel significant lager ligt. Dit betekent dat de economische rendabiliteit dus eerder bepalend is voor de vestiging van circulaire activiteiten.

Desalniettemin liggen zowel de economische als de CO₂-gerelateerde vestigingsgrenzen over het algemeen buiten de Westas (behalve voor beton). De vestigingsgrenzen geven hierdoor geen uitsluitel of de Westas een geschikte ontwikkellocatie is voor de circulaire economie. Wel kan geconcludeerd worden dat de kringlopen van de circulaire economie op een grotere schaal (dan de Westas) gesloten kunnen worden om nog economisch en qua CO₂-emissie rendabel te zijn.

Co-locatie van Economische Activiteiten



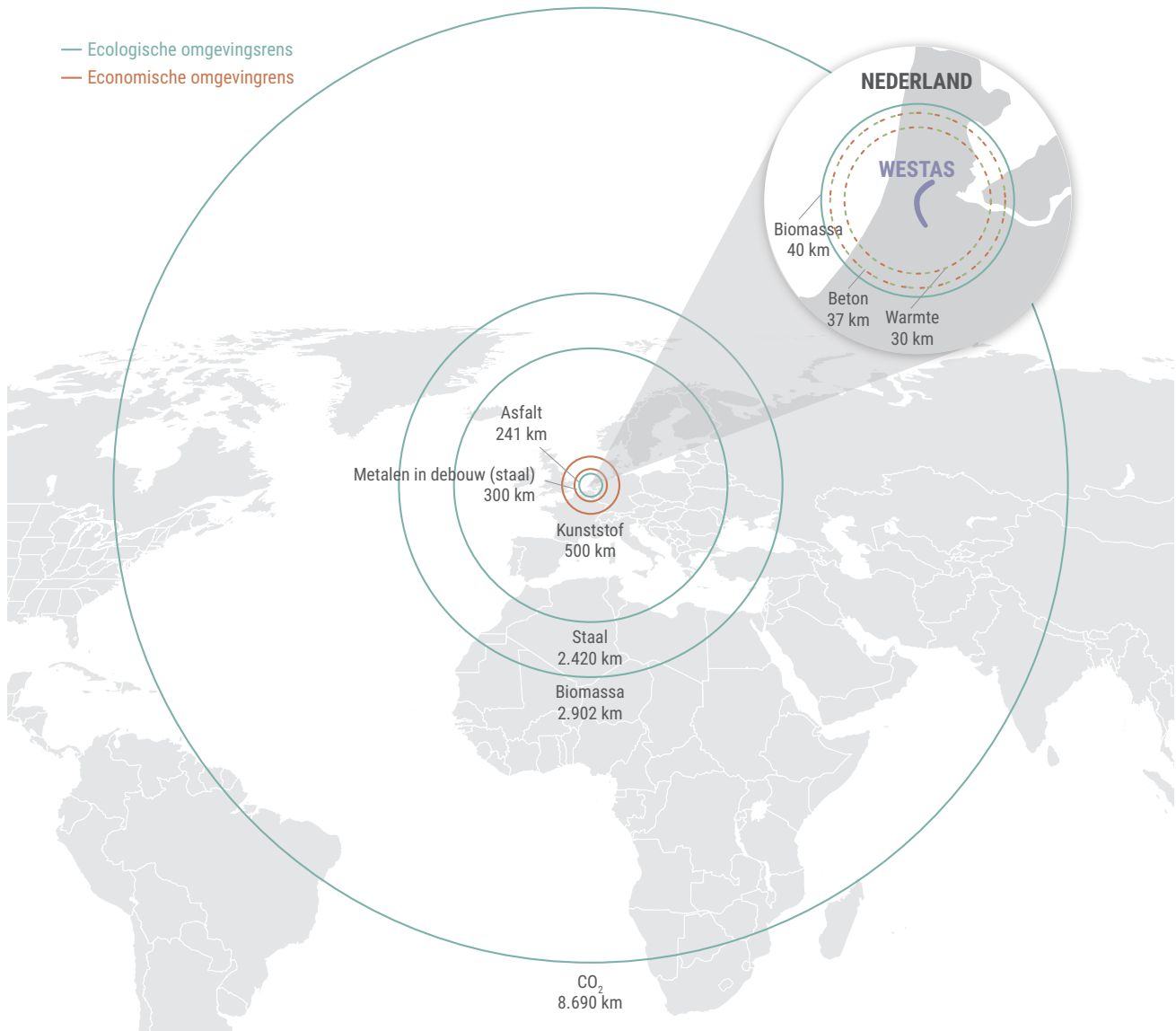
Figuur 12. Co-locatie van economische activiteiten voor de 12 circulaire kernactiviteiten.

WAARDEKETEN	MATERIAALSTROOM	AFSTAND [KM]
Bouw- en sloopketen	Bouwmaterialen (Beton)	30
	Metalen	300
	Composieten	150
	Plastic	500
	Matrassen	150
	Meubels	30
Biomassa keten	Biomassa	40
	Kleding/textiel	500
Warmteketen	Warmte	30 ¹⁰
CO ₂ -keten	CO ₂	Onbekend ¹¹

Tabel 3. Economische rendabiliteit per materiaalstroom. De genoemde afstanden betreffen de inschatting van de afstand die minimaal nodig is voor een sluitende business case.

¹⁰ De economische drempel voor warmte wordt op 30 kilometer geschat op basis van het gemiddelde van de huidige pijpleidinglengtes van warmtenetwerken in Europa (Kavvadias, 2018). Zie bijlage 5.

¹¹ De economische drempel voor CO₂ transport is onbekend. De prijs is zeer volatiel, maar stijgt gemiddelde de afgelopen jaren hard. Zie: NRC (2018).



Figuur 13. Visualisatie van een select aantal economische en CO₂-gerelateerde vestigingsgrenzen.

INZICHTEN PER CIRCULAIRE WAARDEKETEN

Uit bovenstaande tabel (2) kan een aantal conclusies getrokken worden per circulaire waardeketen.



BOUW- EN SLOOPKETEN

Van de vier circulaire waardeketens heeft de bouw- en sloopafval keten de grootste kwantitatieve gebiedseis. Uit het theoretisch raamwerk blijkt dat voor het onderbrengen van de gerelateerde activiteiten een minimaal oppervlakte van 16,5 hectare nodig is. Dit is wel significant minder dan de 30 tot 50 hectare die door Ecorys berekend is. Dit verschil kan verklaard worden doordat Ecorys een groter onderzoeksgebied als geografische scope had, namelijk de gehele MRA-

regio. Daarnaast zijn in onze berekening alleen de 12 kernactiviteiten in beschouwing genomen, en is, zoals eerder beschreven, niet de verwachte kwantitatieve ruimtevrage in kaart gebracht maar de minimale hoeveelheid benodigde ruimte per activiteit.

Analyse van de CO₂-gerelateerde transporteerbaarheid toont aan dat er een groot verschil is tussen economische activiteiten in termen van transport emissies. Zo kan bijvoorbeeld, op basis van de normalisatie van de milieueffecten geconcludeerd worden dat; het recyclen van staalschroot, de activiteit met de hoogste transportemissies, 45 keer zoveel CO₂-uitstoot per kilometer afstand tot de materiaalbron heeft als de activiteit met de laagste impact; het

fabriceren van staal. Hieruit volgt dat in termen van de ruimtelijke economische strategie en het bepalen van de ruimtelijke positionering van circulaire economische activiteiten, het recyclen van staal hoge prioriteit moet krijgen. De faciliteit voor staal recycling dient dus zo dicht mogelijk bij de opslagfaciliteit voor sloopafval te worden geplaatst die het staalschroot levert dat voor recycling wordt gebruikt. De staalfabrikant (producent) daarentegen kan op een veel grotere afstand van zijn leveranciers van ijzererts en legeringselementen en van de bouwondernemer die het gefabriceerde staal gaat gebruiken worden geplaatst.

Afstandsdrempels, waarboven alle emissies die uit recycling worden bespaard verloren gaan door transport, zijn berekend voor de kernactiviteiten in de waardeketen. De afstandsdrempels voor betonrecycling, staalrecycling en asfaltrecycling zijn respectievelijk 37 km, 2400 km en 240 km. Dit toont aan dat er nog steeds emissiereducties in de waardeketen zijn, zelfs als de materialen voor de waardeketen van de constructie op grote afstand worden getransporteerd. Het houdt ook in dat materialen die worden gebruikt in de recycling activiteiten in de waardeketen, afkomstig kunnen zijn van zeer grote gebieden op regionale of zelfs nationale schaal. Hoe verder de materialen worden getransporteerd, hoe groter het percentage van de emissies dat wordt bespaard door recycling verloren gaat als gevolg van transport. Daarom is het nog steeds erg belangrijk om de transportafstand te beperken om de emissiereductie uit de circulaire waardeketen te maximaliseren.



BIOMASSA KETEN

De biomassa waardeketen heeft een gebiedsvereiste van 13,6 hectare. Dit is de minimale hoeveelheid ruimte die nodig is voor de circulaire kernactiviteiten in de waardeketen.

Op basis van de normalisatiefactoren kan geconcludeerd worden dat de afvalverbranding activiteit 29 keer hogere transportemissies heeft vergeleken met de biobased chemicaliën industrie. Daarom dient de afvalverbranding faciliteit dichtbij zijn materiële bronnen te worden geplaatst. Mogelijke bronnen zijn biomassa-afval genererende activiteiten, zoals tuinbouw, landbouw of de kernactiviteiten in de waardeketen, zoals voedselproductie van insecten, biobased plastics productie en biobased chemicaliën productie.

Afstandsdrempels voor de kernactiviteiten (voedselproductie van insecten, biobased plastics productie en biobased chemicaliën productie) zijn respectievelijk 5224, 2322 en 2902 kilometer. Deze grote afstanden laten zien dat biomassa en biomassa-afvalstoffen kunnen worden gebruikt op regionaal en nationaal niveau.



WARMTEKETEN

De warmteketen heeft een oppervlakte-eis van 14,5 hectare voor de kernactiviteiten in de circulaire keten. Toegang tot een warmtenet is belangrijk voor de distributie van warmte binnen de keten. De waardeketen vereist ook pijpleidinginfrastructuur om het tijdens het ontziltingsproces gegenereerde water te transporteren.

Op basis van de normalisatiefactoren kan geconcludeerd worden dat de transportemissies van gemeentelijke afvalverwerking en CHP 255 en 90 keer hoger liggen dan ontzilting dat de laagste transportemissies heeft. Dit verschil wordt veroorzaakt door de hoge materiaalbehoefte voor de verwerking van stedelijk afval en CHP. Hierdoor dienen de activiteiten gemeentelijke afvalverwerking en CHP in de buurt te worden gevestigd van hun co-locatie activiteiten. Dit zijn de woongebieden die afval produceren, en biomassa-afval genererende activiteiten zoals land- en tuinbouw.

Op basis van het warmteverlies als gevolg van het transport van warmte over lange afstanden, is een afstandsdrempel berekend. Deze drempel bepaalt de afstand waarmee alle getransporteerde warmte verloren gaat. Deze drempelwaarde is berekend op 667 kilometer (zie bijlage 5). Hierbij dient gesteld te worden een warmtenetwerk pas rendabel is als deze afstand veel kleiner is. Uit een analyse van verschillende warmtenetwerk casestudies (zie bijlage 5) blijkt dat de meeste warmtenetwerken niet langer zijn dan 30 km, met een enkele uitschieter van 86 km in Roemenië. Hoe dichter de economische activiteiten bij elkaar liggen, hoe meer warmte kan worden bespaard en hoe minder warmte moet worden gegenereerd met behulp van alternatieve en hoge emissie-activiteiten.



CO₂-KETEN

De koolstofdioxide waardeketen heeft een gebiedsvereiste van 12,1 hectare. Dit is de minimale hoeveelheid ruimte die nodig is voor de kernactiviteiten in de waardeketen. Deze gebiedsvereiste omvat echter niet de productie van staal en de productie van afval/energie; belangrijke activiteiten in de waardeketen die minimaal 10,14 hectare aan totale ruimte vergen.

Met behulp van normalisatie van de milieu-impact wordt geconcludeerd dat afvalverbranding en staalproductie de activiteiten zijn met de hoogste materiaaltransportemissies met respectievelijk 135 en 57 keer meer CO₂-uitstoot per kilometer afstand tot hun materiële bron dan de uitstoot activiteit met de laagste impact; algenkweek. Hieruit kan geconcludeerd worden dat afvalverbranding en staalproductie daarom prioriteit dienen te krijgen in het positioneren dichtbij bij

de activiteiten die hun materiële stromen leveren. Zowel afvalverbranding als staalproductie produceren ook grote hoeveelheden koolstof. Hierdoor is het verstandig de kernactiviteiten; algenproductie en Fischer-Tropsch-proces dichtbij deze faciliteiten te positioneren. Algenkweek is de economische activiteit met de laagste transportemissies, en kan dus relatief het verste worden geplaatst van activiteiten die een bron vormen van kooldioxide.

Afstandsdrempels voor de kernactiviteiten in de waardeketen (waterstofproductie, CO₂-afvang en Fischer-Tropsch) zijn respectievelijk 721, 8689 en 4084 kilometer. Deze hoge afstandsdrempels kunnen worden verklaard door de lage transportemissies per kilometer in vergelijking met de emissiereducties die gegenereerd worden bij de circulaire koolstofdioxideactiviteiten. Hoewel deze waardeketen een relatief lage transportimpact heeft, blijft het feit dat hoe dichter de economische activiteiten bij elkaar liggen, des te groter de mogelijke emissiereductie en de economische haalbaarheid.

GUNSTIGE LOCATIES VOOR CIRCULAIRE WAARDEKETENS IN DE WESTAS

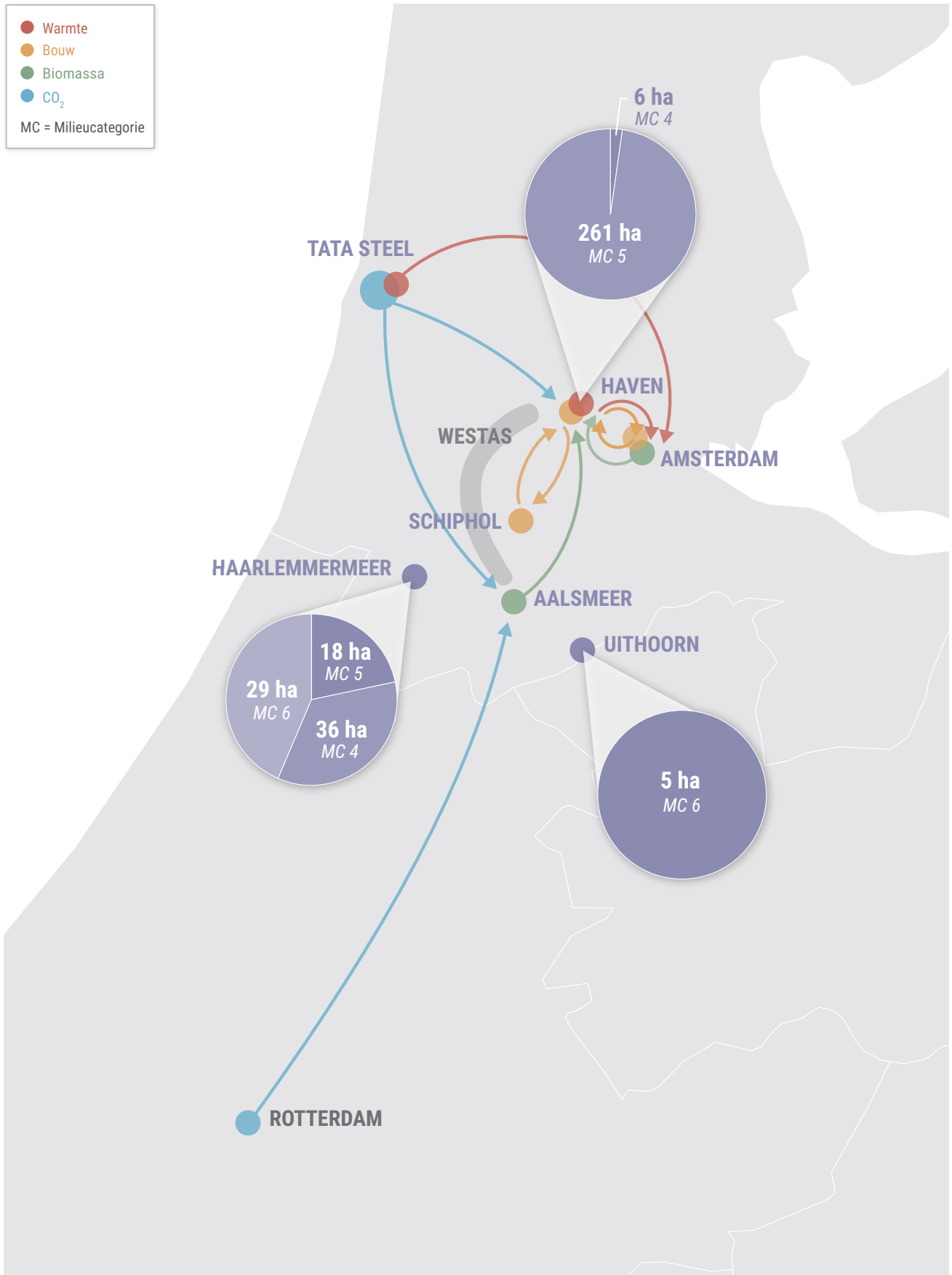
Wanneer de verschillende locatiefactoren die van belang zijn voor de ontwikkeling van circulaire waardeketens naast elkaar gelegd worden, wordt duidelijk dat vooral de beschikbaarheid van beleidsruimte met de juiste milieucategorie, en een goede infrastructurele ontsluiting sleutelfactoren zijn in het streven naar een circulaire werkplaats. De totale benodigde fysieke ruimte lijkt in voldoende mate aanwezig te zijn in de Westas. Materialen voor de bouw- en sloopketen en warmtebronnen zijn gedeeltelijk aanwezig. Biomassa en CO₂-bronnen zijn voldoende aanwezig.

Gezien het feit dat zowel de hoeveelheid beschikbare (milieu)ruimte, als de infrastructurele ontsluiting in het Westelijk Havengebied groot is, lijkt het logisch dat dit gebied zich binnen de Westas verder zal ontwikkelen als een centrum voor circulaire industrie en bedrijvigheid, en dus een vraag zal gaan uitoefenen naar bouw- en sloopafval en biomassa, die in het gebied zal worden verwerkt. Daarbij heeft de haven, het voordeel dat ze dicht bij de stad Amsterdam zit, die een bron is van waardevolle reststromen zoals organische reststromen en bouw- en sloopafval. CO₂-gerelateerde transport drempels zijn dusdanig hoog, dat grondstoffen echter vaak op (inter)nationale schaal kunnen worden ingekocht, dus circulaire industrie hoeft niet noodzakelijkerwijs dicht bij de stad te worden ontwikkeld. De haven heeft door de fysieke ruimte en milieuruimte die ze kan bieden aan grootschalige industrie, juist voor deze internationale ketens een goede uitgangspositie als vestigingsplaats.

Hierbij kan worden gedacht aan bijvoorbeeld staal, CO₂, en de hoogwaardige verwerking van bepaalde soorten biomassa. Daarbij speelt ook mee dat de Amsterdamse haven voor sommige van deze ketens al verschillende bedrijven en industriële clusters huisvest (denk aan staal productie en verwerking) en in de transitie naar een circulaire economie kan voortbouwen op deze ontwikkelingen uit het verleden.

Hoewel we de haven dus bij uitstek zien als een vestigingslocatie voor de grote, internationaal georiënteerde industrie, is het wel zo dat bij een aantal grondstofstromen (met name in delen van de bouwketen) de milieuwinst van circulaire economische activiteiten snel teniet wordt gedaan als de circulaire economie op een te grote geografische schaal wordt ontwikkelt, met langere transportroutes. Bovendien lijken economische catchment areas voor de meeste ketens veel kleiner te zijn dan de CO₂-emissie grenzen (orde grootte 50 km) waardoor de beschikbaarheid van reststromen op regionaal niveau van belang blijft. Verder onderzoek zal moeten uitwijzen of economische en CO₂-emissie gerelateerde schaalvoordelen zo groot zijn dat de haven ook voor de verwerking van deze materiaalstromen een (inter)nationaal schaalniveau zou moeten ontwikkelen, of zich alleen op de regio dient te richten.

Voor de CO₂ en biomassaketens geldt dat Aalsmeer respectievelijk een afnemer kan zijn (CO₂) en een gecombineerde aanbieder en afnemer (in het geval van organische reststromen die verwerkt worden tot compost en/of energie. Daarmee heeft de Greenport een belangrijke functie te vervullen in toekomstige verwaardingsketens rond biomassa en CO₂. Bovendien kan restwarmte voor de productie in de kassen worden gebruikt, of deze nu uit eigen productie komt (via biogas uit de eigen reststromen) of vanuit andere bronnen in de Westas wordt aangevoerd. Momenteel wordt gewerkt aan een gecombineerde business case voor deze stromen, en dit onderzoek laat zien dat hierbij potentieel ook zeker milieuwinst te boeken is door de verwerking van stromen buiten de directe regio. Tegelijkertijd zal de Greenport met de stad Amsterdam en de haven zowel voor organische reststromen als industriële restwarmte voldoende bronnen in de buurt om transport van buiten te kunnen beperken tot de hoeveelheden die vanuit het oogpunt van efficiëntie en schaalvoordelen van belang zijn. Eventueel zijn hier ook combinaties te maken met afvalwaterzuiveringen in de regio, om de totale capaciteit voor de productie van biogas en het herwinnen van nutriënten (met name fosfaat en stikstof) uit organische reststromen van zowel de greenport als de stedelijke gebieden te vergroten. Hiervoor dient echter aanvullend onderzoek te worden gedaan. Diezelfde stedelijke gebieden zullen gezien de woningbouwplannen in de MRA en het groeiende inwonertal een groeiende vraag naar voedsel, warmte, en bouwmaterialen uitoefenen.



Figuur 14. Schematische visualisatie van potentiële materiaalstromen van circulaire waardeketens in de Westas.



HOOFDSTUK 07

**EEN RUIMTELIJK-
ECONOMISCHE
STRATEGIE VOOR DE
WESTAS**

EEN RUIMTELIJK- ECONOMISCHE STRATEGIE VOOR DE WESTAS

De ontwikkeling van circulaire waardeketens kan de ecologische impact op de planeet reduceren en tegelijkertijd bijdragen aan maatschappelijke waarden. Voor de transitie van een lineaire naar een circulaire economie in de Westas is niet alleen méér ruimte noodzakelijk, maar ook 'andere' ruimte. In dit onderzoek zijn de kwalitatieve ruimtelijke randvoorwaarden voor het ontstaan van circulaire waardeketens en industriële clusters in de Westas in kaart gebracht. Daarnaast is onderzocht op welk geografisch schaalniveau kringloopsluiting en logistiek uiteindelijk georganiseerd moet worden. Hiermee kan uiteindelijk de vraag beantwoord worden hoe er middels een RES voor gezorgd kan worden dat de Westas zich ontwikkelt tot een geschikte ontwikkellocatie voor de circulaire economie.

DE UITGANGSPOSITIE VAN DE WESTAS:

Een bovenregionaal vestigingsvraagstuk

Een rijke voedingsbodem voor circulaire bedrijvigheid. De Westas is een uniek en kansrijk gebied, en de tijd is rijp voor het opschalen van circulaire economische activiteiten in de regio. **De technologie voor de kernactiviteiten is grotendeels in een vergevorderd ontwikkelstadium aanwezig**, alleen voor de economische activiteiten in een deel van de CO₂ keten geldt dat extra ontwikkeling nodig is voor toepassing op schaal. Hoge investeringen zullen nodig zijn in de doorontwikkeling van de circulaire technologieën en het gerelateerde transportnetwerk.

Een groot deel van de schakels voor circulaire ketens is bovendien al aanwezig: de Westas heeft een sterk bouwcluster (met name gehuisvest in de haven), huisvest koplopers als het gaat om de verwaarding van biomassa, zowel in de haven als in Schiphol, en heeft met de industrie rond IJmuiden en het Westelijk havengebied belangrijk bronnen voor reststromen op het gebied van CO₂ en warmte, met goed ontwikkelde infrastructuur om deze te benutten. In de Westas bevindt zich dus een groot aantal

economische activiteiten die als 'lokale voedingsbodem' kan fungeren voor toekomstige circulaire activiteiten. Voor de 12 circulaire kernactiviteiten geldt dat 0-50% van de *gerelateerde economische activiteiten* aanwezig zijn op de Westas. **De regionale 'voedingsbodem' voor circulaire economische clusters is dus aanwezig in de Westas.**

Daarmee is de Westas een aantrekkelijke vestigingsregio voor circulaire industrie en bedrijven: de vestigingsplaats van (nieuwe) kernactiviteiten in de waardeketen wordt onder andere bepaald door de reeds bestaande clusters. Hierbij gaat het niet alleen om de fysieke uitwisseling van reststromen (industriële symbiose in de klassieke zin van het woord).¹² Naast de economische en logistieke voordelen die geografische nabijheid biedt voor de uitwisseling van materialen binnen een circulaire waardeketen, draagt de fysieke nabijheid tussen activiteiten tevens bij aan onderling vertrouwen en samenwerking, en de uitwisseling van informatie en ideeën. Dit zijn essentiële ingrediënten voor keteninnovatie.

Ruimte voor groei

De Westas biedt de benodigde ruimte (fysiek en in termen van milieuruimte) voor circulaire economische activiteiten, maar deze dient wel actief te worden gereserveerd. De beschikbaarheid van grondstoffen in een regio zelf is gezien de hoge transportdrempels, vaak geen limiterende factor voor de ontwikkeling van een circulair industrieel cluster. Bottlenecks liggen eerder in de beschikbare milieuruimte en infrastructuur: wat kan er, wat mag er? Uit het onderzoek blijkt dat de circulaire activiteiten minimaal 56,7 ha. ruimte nodig hebben. Daarbij is het van belang dat het werklocaties betreft met een milieucategorie van 4 of hoger, zodat de industriële verwerking van grondstoffen en reststromen is toegestaan. Hierbij dient te worden opgemerkt dat in dit onderzoek is gekeken naar de minimale ruimtebehoefte. In veel gevallen zullen productiefaciliteiten en verwerkingsprocessen meer ruimte vragen om economische schaalvoordelen te benutten en om aan een grotere markt vraag te kunnen voldoen.¹³

¹² De transportdrempel van materialen is immers zo hoog dat de locatie van verschillende schakels in deze circulaire waardeketens niet altijd hoeft te betekenen dat economische activiteiten die een stap voor of na de al bestaande activiteiten vormen, zich ook in dezelfde regio (in dit geval de Westas) zullen vestigen. Ze kunnen zonder al te hoge kosten ook ver van elkaar verwijderd liggen.

¹³ In dit onderzoek heeft Metabolic geredeneerd vanuit de minimale (rendabele) materiaal behoeftes van de circulaire kernactiviteiten en het huidige ruimtegebruik van soortgelijke (lineaire) economische activiteiten. Er is onderzocht wat het gemiddelde oppervlakte is per productievolume van bestaande economische activiteiten op basis van echte cases en faciliteiten; en dit is vervolgens vertaald naar de circulaire economische activiteiten.

Uit een eerste analyse op basis van beschikbare overheidsdata (de Ibis database) blijkt dat er met name in de gemeente Amsterdam, de Amsterdamse haven, en de gemeente Haarlemmermeer nog gronden uit te geven zijn binnen met een milieucategorie 4 of hoger. Op korte termijn lijkt hier dus ruimte te zijn voor een groei van circulaire activiteiten. Nader onderzoek aangaande de optimale schaal voor de verwerking en verwaarding van grondstoffen zal moeten uitwijzen of dit ook op lange termijn het geval is.¹³

EEN RUIMTELIJK-ECONOMISCHE STRATEGIE VOOR EEN CIRCULAIRE WESTAS

Om de positie van de Westas en de MRA als circulaire vestigingsregio te versterken zou de Ruimtelijk-Economische Strategie (RES) zich moeten richten op drie zaken: 1) op (inter)nationaal niveau circulaire industrie aantrekken, 2) het behouden van de benodigde milieuruimte voor nieuwe circulaire industrie, en 3) het oplossen van een aantal keten-specifieke uitdagingen.

Ketensluiting op bovenregionaal niveau: metalen, groene chemie, CO₂

De belangstelling voor circulaire economie (en de daarmee gepaarde groei in welvaart en werkgelegenheid) is groot, en veel reststromen in de regio zijn nog onderbenut. Veel individuele gemeenten en organisaties binnen de MRA en de Westas zijn op lokaal niveau aan de slag zijn om te kijken waar binnen de Westas een plaats kan worden gevonden voor het verwaarden van al deze materiaalstromen. Dit onderzoek maakt echter duidelijk dat kringloopsluiting, noch vanuit een duurzaamheidsoogpunt noch vanuit een economisch oogpunt, per definitie op een regionaal schaalniveau plaats dient te vinden. **De financiële en emissie-gerelateerde transportdrempels van de meeste circulaire economische activiteiten liggen buiten de Westas en de MRA.**

Hierdoor worden de verschillen tussen werklocaties binnen de Westas minder relevant en gaat het juist om verschillen tussen de Westas als vestigingsregio en andere regio's in Nederland en Europa. De Westas is niet noodzakelijk een passende regionale eenheid voor de vestiging van Circulaire Waardeketens. **Het vraagstuk met betrekking tot vestigingslocaties is eerder een kwestie voor samenwerking (of concurrentie) tussen regio's.** Met name voor waardeketens waarvan materialen zonder hoge emissies of kosten kunnen worden getransporteerd geldt dat de Westas zich internationaal zal moeten onderscheiden. In dat geval zal de Westas zich moeten richten op circulaire activiteiten waarvoor ze, ondanks het feit dat regionale binding niet te garanderen valt middels transport voordelen, een sterke (inter)nationale

concurrentiepositie heeft. Bij deze concurrentiepositie kan worden gedacht aan reeds aanwezige industriële clusters in het gebied (voor staalrecycling, de plannen voor de verwaarding van organische reststromen in combinatie met warmte en CO₂ die aansluiten bij de Greenport Aalsmeer, en het Green Chemistry cluster dat wordt opgebouwd in het havengebied.

Regionale waardeketens: bouwmaterialen, biomassa, en warmte

De RES kan zich daarnaast richten op het aantrekken van economische activiteiten die materiaalstromen behoeven of produceren met een lage economische of emissie gerelateerde transportdrempel. Deze activiteiten hebben een sterke regionale binding, en zullen bronnen en afnemers van grondstoffen in de regio willen behouden of aantrekken om transportkosten te minimaliseren, waardoor de kans op het ontstaan van industriële clusters groter wordt. Bovendien zijn ze gebaat bij een positie in de buurt van hun grondstoffenbronnen (in veel gevallen reststromen vanuit de grotere steden zoals Amsterdam) waardoor de Westas een extra voordeel heeft als vestigingsregio ten opzichte van minder dichtbevolkte gebieden, en gebieden met minder industrie. Concreet biedt die industrie rond het Noordzeekanaal en het westelijk havengebied als bron van hoogwaardige warmte een mooie kans, zeker gezien de warmtenetwerken die al zijn aangelegd, en de vraag naar duurzame warmtebronnen voor huishoudens. Door de grote bouw en transformatieopgave van de MRA genereert het stedelijk gebied ook voor bouwmaterialen voorspelbare en grootschalig vraag en aanbod in de regio, en door de groei van het aantal huishoudens in de regio zal het aanbod van biomassa uit huishoudelijk afval steeds verder toenemen. Voor hergebruik en recycling van bouwmaterialen als asfalt en beton, de grootschalige verwerking van biomassa, en warmtenetwerken is de potentie voor kringloopsluiting op regionaal niveau dus groot.

Het is belangrijk om bij al deze materiaalkringlopen te zorgen dat in eerste instantie de hoeveelheid afval die wordt geproduceerd in de vorm van restwarmte, organische reststromen, en bouw- en sloop afval wordt gereduceerd. Alleen wanneer dit niet mogelijk is dienen als tweede stap de mogelijkheden tot verwaarding van deze reststromen te worden geoptimaliseerd.

Ruimte reserveren voor de circulaire economie

De circulaire economie, en met name circulaire industrie, vraagt milieuruimte. Tegelijkertijd zijn er in de Westas grote plannen met betrekking tot woningbouw waarbij naast verdichting ook uitbreiding van stedelijk gebied is voorzien. In Amsterdam en omliggende steden moeten de komende decennia meer dan 230.000 woningen

gebouwd worden. Indien de Westas zowel een functie als circulaire werkplaats wil ontwikkelen, en tegelijkertijd de geplande woningbouw wil bewerkstelligen, kunnen beide doelstellingen elkaar beconcurreren om de beschikbare milieuruimte. Er wordt dan ook aangeraden om bij de transformatie van bedrijventerreinen in de regio een weloverwogen keuze te maken waarbij de noodzakelijke milieuruimte voor circulaire bedrijven en industrie wordt behouden. Met name voor de verwerking van materiaalstromen met een lage transport drempel is het belangrijk in peri-urbane gebieden ruimte te reserveren voor verwerking: denk aan beton en andere reststromen uit de bouw, de grootschalige verwerking van biomassa, en de warmteketen.

Oog voor uitdagingen van specifieke waardeketens

Elke waardeketen heeft zijn eigen uitdagingen en kansen; ook hier zal in de RES op moeten worden ingespeeld. Voor de specifieke waardeketens kunnen we het volgende stellen:



BOUWKETEN

De bouw- en sloopketen heeft veel fysieke ruimte en materiaal nodig. Deze milieuruimte is aanwezig in de Westas. De hoeveelheid benodigd materiaal is gedeeltelijk aanwezig. Echter, aangezien zowel de economische als de CO₂-transportdrempels op bovenregionaal niveau liggen, kan materiaal rendabel over grote afstanden worden vervoerd. Dit geldt niet voor beton. De 'lokale voedingsbodem' voor de bouw- en sloopketen is al in zekere mate aanwezig in de Westas. Omdat er een grote bouwopgave in de Westas staat te gebeuren lijkt het waardevol om het vestigingsklimaat voor bouw- en sloopactiviteiten of opslagcapaciteit van materiaal te stimuleren. Vooral de werklocaties in het Westelijk Havengebied bieden potentie als vestigingslocatie voor de circulaire kernactiviteiten. Het Havengebied kan dienen als *grondstoffen hub* voor bouw- en sloopmateriaal uit Amsterdam en Schiphol tijdelijk opslaan en recyclen.



BIOMASSA

De biomassaketten dient economisch gezien regionaal gesloten te worden. Vanuit de CO₂-emissie geredeneerd kan dit op internationaal niveau. In de keten zijn voornamelijk veel bronnen van materiaal zijn aanwezig. Toekomstige focus kan liggen op het door ontwikkelen van een hoogwaardige afzetmarkt. Het Westelijk Havengebied biedt een geschikte locatie als vestigingslocatie voor de circulaire kernactiviteiten. In dit gebied kan biomassa uit de Greenports en Amsterdam tijdelijk opgeslagen en verwerkt worden.



WARMTE

De warmteketen dient zowel economisch als vanuit de CO₂-emissie geredeneerd op regionale schaal gesloten te worden om rendabel te blijven. In de Westas is een beperkte aanwezigheid van grote warmtebronnen. De ontwikkeling van regionale warmte-infrastructuur ligt hiervoor minder voor de hand. Om het warmtenetwerk verder te ontwikkelen zijn hoge investeringen vereist. De werklocaties in het Westelijk Havengebied bieden potentie als vestigingslocatie voor de circulaire kernactiviteiten. Amsterdam kan de opgewekte warmte van Tata Steel en van de circulaire kernactiviteiten in het Westelijk Havengebied gebruiken als stadsverwarming.



CO₂

De technologieën in de CO₂-keten hebben een laag Technology Readiness Level (TRL). Hoge investeringen zullen nodig zijn in de doorontwikkeling van de circulaire technologieën en het gerelateerde transportnetwerk. Alhoewel er voldoende CO₂-bronnen aanwezig zijn, zijn er nog maar weinig afnemers. De circulaire CO₂-keten lijkt een lange termijnvisie met potentieel veel impact. CO₂ van Tata Steel en de Rotterdamse Haven kan gebruikt worden door de tuinbouw in de Greenports en de circulaire kernactiviteiten in het Westelijk Havengebied.

VERVOLGONDERZOEK

Verder onderzoek is nodig om te bepalen op welke manier de Westas zich optimaal kan ontwikkelen tot een circulaire werkplaats.

Allereerst dient er een gedetailleerdere analyse gemaakt worden van bronnen en afnemers van materialen in de regio. De SBI-codes waarop deze analyse voor dit onderzoek grotendeels gebaseerd is, bieden geen inzicht in de exacte hoeveelheid materiaal die gevraagd wordt, of vrijkomt, bij specifieke economische activiteiten. Een vervolgstap zou zijn om te onderzoeken hoeveel materiaal er aangeboden wordt vanuit de economische activiteiten en hoeveel materiaal nodig is voor de circulaire activiteiten, zodat een ruimtelijk expliciete materiaalstroomanalyse kan worden gedaan. **Daarvoor is het nodig om de informatie die aan de SBI-coderingen hangt te verrijken: uiteindelijk zouden aan iedere SBI-code niet alleen toegevoegde economische waarde en werknemers moeten worden gekoppeld, maar ook kengetallen m.b.t. ingaande grondstofstromen en vrijkomende reststromen.** Nog beter zou het zijn om voor verschillende locaties in een productieketen de locatie specifieke kengetallen



aan de coördinaten en SBI-classificatie te koppelen. Op die manier kan een onderscheid worden gemaakt tussen een hoofdkantoor met dienstverlening en een geringe stroom in- en uitgaande materialen, en een productiefaciliteit (waar juist relatief weinig mensen werken maar veel materiaalstromen samenkomen). Vervolgens kan onderzocht worden hoeveel materiaal er op (inter)nationaal niveau beschikbaar is.

Een belangrijke tweede stap is om vervolgens te onderzoeken op welke schaal deze materiaalstromen optimaal kunnen worden verwaard middels circulaire activiteiten. We hebben in dit onderzoek niet kunnen bepalen wat de optimale schaal is (in termen van CO₂-emissie en economische efficiëntie) voor verschillende circulaire activiteiten, alleen wat de kleinst mogelijke schaal is. Wanneer bekend wordt hoe groot een productie of verwerkingscapaciteit dient te zijn om juist ook wat milieu-impact betreft de schaalvoordelen te maximaliseren. Gecombineerd met kennis over de totale grootte van (inter)nationale materiaalstromen kan dan beredeneerd worden hoeveel van dergelijke faciliteiten nodig zijn voor kringloopsluiting. Het gaat hierbij om het optimum tussen vermeden transport en schaalvoordelen. **Vervolgens kan worden onderzocht hoe de Westas zich als potentiële ontwikkellocatie voor de circulaire economie verhoudt tot andere mogelijke ontwikkelregio's, en kan middels interregionaal overleg een slimme specialisatiestrategie worden vormgegeven. Daarbij kunnen juist dié economische activiteiten worden verankerd in de regio's die daarvoor het meest gunstig vestigingsmilieu bieden.**

Hiermee kan worden ingezet op een gezamenlijke strategie voor slimme (nationale) specialisatie tussen ontwikkellocaties, en kan worden voorkomen dat regio's ieder voor zich individuele bedrijven stimuleren en zo op nationaal niveau mogelijke een overcapaciteit ontwikkelen.

Naast het verder verrijken van de SBI-classificatie en het opzetten van een interregionale specialisatiestrategie, kan **ten slotte ook beter in kaart gebracht worden hoeveel en welke milieuruimte gereserveerd dient te worden voor verschillende circulaire activiteiten binnen de Westas.** Daarbij zal ook juist voor nieuwe circulaire en decentrale activiteiten goed moeten worden gekeken welke risico's deze meebrengen met betrekking tot volksgezondheid, of milieu-impacts: nu is aangenomen dat (bijna) alle circulaire activiteiten in hogere categorieën zullen vallen als het gaat om de milieuruimte die ze behoeven. Het zou interessant zijn om te controleren of die aanname klopt, of dat er ook circulaire en decentrale activiteiten zijn die hier een uitzondering op vormen. Dan kan vervolgens een afweging gemaakt worden hoeveel en wat voor milieuruimte moet worden vrijgehouden in de Westas.

Om tijdig voldoende ruimte te reserveren voor de transitie naar de circulaire economie dienen de resultaten uit dit onderzoek verder uitgewerkt te worden en een plek gegeven in o.a. bestemmingsplannen, uitvoeringsagenda Projectoverstijgende Verkenningen, visie omgevingsdienst noordzeekanaalgebied, Gebiedsvisies, en Bedrijfsterreinen strategieën.

BIJLAGE 1: BELEIDSDOCUMENTEN EN BELEIDSINSTRUMENTEN

Op alle beleidsniveaus, Europees, nationaal, provinciaal en lokaal, is beleid gemaakt dat invloed heeft op de circulaire economie in de Westas. In het Deelonderzoek Instrumentarium (onderdeel van de REVW) is een samenvatting gemaakt van het beleid dat invloed heeft op de circulaire economie in de Westas.

Doordat de Westas te maken heeft met internationale productie- en handelsketens heeft beleid op EU-niveau relatief veel invloed. Natura 2000, afvalwetgeving en handelsverdragen zijn voorbeelden van wet- en regelgeving die van invloed kunnen zijn. Daarnaast heeft de EU in december 2015 het EU-actieplan voor circulaire economie voorgesteld.

Het *EU-beleid* uit het EU-actieplan richt zich op de volgende belemmeringen en kansen:

1. Efficiënter maken van productieprocessen en productontwerp;
2. Besparing van grondstoffen;
3. Afvalbeheer en wetgeving, gericht op het vergroten van het percentage dat gerecycled wordt;
4. Afvalstoffen worden hulpbronnen: het stimuleren van de markt voor secundaire grondstoffen en hergebruik van water;
5. Aanwijzen van prioritaire gebieden waar de meeste aandacht voor is: o.a. kunststoffen, levensmiddelenafval, kritieke grondstoffen, bouw- en sloop, biomassa en producten van biologische oorsprong;
6. Innovatie, investeringen en horizontale maatregelen die systeemverandering mogelijk maken;
7. Toezicht op de voortgang van de transitie naar een circulaire economie.

Op *rijksniveau* lopen al verschillende initiatieven om circulaire economie te stimuleren. Zo heeft het ministerie van Infrastructuur en Milieu in september 2016 het Rijksbrede Programma Circulaire Economie gepubliceerd. Hierin wordt uiteengezet hoe Nederland haar doelstelling kan halen om per 2050 volledig circulair te zijn. De aanpak bevat o.a. de volgende maatregelen:

1. Stimulerende wet- regelgeving;
2. Slimme marktprikkels;
3. Markt stimulering;
4. Kennis en innovatie;
5. Internationale samenwerking.

Op *provincieniveau* wordt momenteel gewerkt aan een programma circulaire economie. De ambitie om meer met circulaire economie te doen is ingegeven vanuit het coalitieakkoord 2015-2019. Ook kan de provincie in de toekomst subsidies beschikbaar stellen of EU-subsidies uitdelen die zich richten op de circulaire economie.

Op *lokaal niveau* is verschillend het beleid per gemeente. De Gemeente Amsterdam heeft een vooruitstrevend beleid. De gemeente wil in 2025 koploper zijn in het circulair gebruiken van grondstoffen, wil de eigen bedrijfsvoering circulair maken en heeft bijvoorbeeld in 2015 een manifest ondertekend om de wijk Buiksloterham volledig circulair te maken.

BIJLAGE 2: DATA OVERZICHT

(1). LISA-database

In de Westas bevinden zich volgens de LISA-database in totaal 55.237 economische activiteiten, waarvan 11.085 op basis van de classificatie binnen de ketens; bouw & sloop (6.212), biomassa (4.373), CO₂ (64) of warmte (436) vallen. Deze economische activiteiten representeren in totaal 102.039 banen in de Westas. Tabel 4 biedt een overzicht van deze data. De opsplitsing van de economische activiteiten in de vier ketens is gebaseerd op een classificatie van de Standaard Bedrijfsindeling (SBI) van de Kamer van Koophandel (KvK, 2018). Als uitgangspunt voor deze classificatie zijn de rapporten van Ecorys (2018) en Circle Economy (2018) genomen. Deze classificaties zijn vervolgens verrijkt met de warmtebronnen kaart van de Provincie Noord-Holland en met de CO₂-emissie database van de Rijksoverheid.

KETEN	AANTAL ECONOMISCHE ACTIVITEITEN	AANTAL BANEN
Bouw- en Sloop	6.212	32.058
Biomassa	4.373	65.620
Warmte	436	3.114
CO ₂	64	1.247
TOTAAL	11.085	102.039

Tabel 4. Overzicht van het aantal economische activiteiten per keten en de daaraan gerelateerde banen in de Westas.

(2). Warmtebronnen kaart

Een overzicht van de warmtebronnen kaart van de Provincie Noord-Holland waarmee de SBI-classificatie verrijkt is wordt getoond tabel 5.

TYPE WARMTE	HUIDIGE WARMTEBRON	POTENTIËLE WARMTEBRON	TOTAAL
Duurzame warmte	0	53	53
Hoge temperatuur	0	1	1
Lage temperatuur	0	50	50
Onbekend	0	2	2
Energiecentrale	1	7	8
Hoge temperatuur	1	3	4
Onbekend	0	4	4
Restwarmte	1	45	46
Hoge temperatuur	1	2	3
Lage temperatuur	0	12	12
Onbekend	0	31	31
TOTAAL	2	105	107

Tabel 5. Overzicht van de warmtebronnen in de Westas. Gebaseerd op de warmtebronnen kaart van de Provincie Noord-Holland. Naast de informatie getoond in de tabel bevat dit databestand informatie over: temperatuur, vermogen en woning equivalenten (WEQ).

(3). CO₂-emissie database

De CO₂-emissie database waarmee de SBI-classificatie verrijkt is bevat informatie over de CO₂ uitstoot in kg/jaar van de meest invloedrijke economische activiteiten in de Westas. In tabel 6 wordt een overzicht getoond van deze data.

ECONOMISCHE ACTIVITEIT	POTENTIËLE WARMTEBRON	TOTAAL
Afvalwaterinzameling en -behandeling	7	1.195.990
Behandeling van onschadelijk afval	1	95.700
Dienstverlening voor de luchtvaart	6	2.226.841
Groothandel in vloeibare en gasvormige brandstoffen	1	15.520
Productie van elektriciteit door thermische, kern- en warmtekrachtcentrales	1	364.720
Vervaardiging van kunstmeststoffen en stikstofverbindingen	1	11.320
Vervaardiging van overige chemische producten	1	2.063
Vervaardiging van petrochemische producten	2	6.103
Vervaardiging van plantaardige en dierlijke oliën en vetten (geen margarine en andere spijsvetten)	2	83.850
Vervaardiging van verdelgingsmiddelen en overige landbouwchemicaliën	1	N.A.
TOTAAL	23	4.002.107¹⁴

Tabel 6. Overzicht van de CO-uitstoot van de meest invloedrijke economische activiteiten in de Westas. Gebaseerd op de CO₂-emissie database van de Rijksoverheid.

¹⁴ Vanwege de geografische scope is de grootste CO₂ bron; Tata Steel, niet meegenomen in deze analyse. Tata heeft een CO₂-emissie van 60.805.500 kg/jaar. Tevens noemenswaardig; Tate & Lyle Netherlands BV in Koog aan de Zaan met 428.203 kg/jaar en de Rotterdamse Haven met meer dan 5 miljoen kg/jaar.

(4). IBIS-database

De IBIS-database bevat beleidsinformatie over de 49 werklocaties in de Westas. De database is verrijkt met informatie afkomstig van de Provincie Noord-Holland. De milieucategorie is onbekend bij 22 werklocaties. Zie tabel 7.

PLANNAAM	KAVELS BESCHIK- BAAR	MAX. MILIEU CATEGORIE	BRUTO [HA]	NETTO [HA]	TOTAAL UITGEEFBAAR GEMEENTE [HA]	SPOO ONTSLUITING	WATER ONTSLUITING
Vervoerscentrum	Ja	Milieucategorie 3	66	31	0	Wel spoor, geen aftakking naar werklocatie aanwezig	Nee
Sloterdijk IV	Onbekend	Onbekend	Onbekend	Onbekend	Onbekend	Onbekend	Onbekend
Westhaven (niet kadegebonden)	Ja	Milieucategorie 4+	115	87	6	Onbekend	Onbekend
Westhaven (kadegebonden)	Ja	Milieucategorie 5	348	265	10	Ja	Ja
Sloterdijk I	Nee	Onbekend	56	32	0	Geen spoor	Nee
Hoogtij (niet kadegebonden)	Ja	Onbekend	134	107	55	Onbekend	Onbekend
Sloterdijk III	Onbekend	Milieucategorie 4+	Onbekend	Onbekend	Onbekend	Onbekend	Onbekend
Sloterdijk II	Nee	Milieucategorie 3	26	19	0	Geen spoor	Nee
Atlaspark	Ja	Milieucategorie 3	186	126	89	Geen spoor	Nee
Afrika- en Ame- rikahaven (niet kadegebonden)	Ja	Onbekend	244	211	49	Onbekend	Onbekend
Hoogtij (kadegebonden)	Ja	Milieucategorie 5	44	26	26	Geen spoor	Nee, wel aan vaarwater, geen kade aanwezig
Hembrugterrein (kadegebonden)	Ja	Milieucategorie 3	6	2	17	Onbekend	Onbekend
Airport Business Park Amsterdam Osdorp	Ja	Milieucategorie 3	92	75	58	Geen spoor	Nee
Industrieterrein Uithoorn	Ja	Milieucategorie 6	109	77	5	Geen spoor	Ja, kade eigendom van particuliere eigenaar
Afrika- en Amerikahaven (kadegebonden)	Ja	Milieucategorie 5	677	586	136	Ja	Ja
Bedrijvencentrum Osdorp	Nee	Milieucategorie 3	9	9	0	Geen spoor	Nee

PLANNAAM	KAVELS BESCHIK- BAAR	MAX. MILIEU CATEGORIE	BRUTO [HA]	NETTO [HA]	TOTAAL UITGEEFBAAR GEMEENTE [HA]	SPOO ONTSLUI- TING	WATER ONTSLUITING
Sloterdijk	Onbekend	Milieucategorie 4+	Onbekend	Onbekend	Onbekend	Onbekend	Onbekend
Schiphol-Oost	Nee	Onbekend	77	77	0	Geen spoor	Nee
Polanenpark	Ja	Milieucategorie 5	30	22	18	Geen spoor	Ja, kade eigendom van particuliere eigenaar
Schiphol Rijk	Nee	Onbekend	79	37	0	Geen spoor	Nee
Bovenkerkerweg Oostzijde	Onbekend	Milieucategorie 4-	Onbekend	Onbekend	Onbekend	Onbekend	Onbekend
Waarderpolder Zuid (bij Ns-Station Spaarnwoude)	Ja	Onbekend	241	140	20	Wel spoor, met aftakking naar werklocatie, in gebruik door particuliere partijen	Ja, kade eigendom van particuliere eigenaar
Bovenkerk	Ja	Milieucategorie 4-	241	140	20	Wel spoor, met aftakking naar werklocatie, in gebruik door particuliere partijen	Ja, kade eigendom van particuliere eigenaar
Graan Voor Visch-Zuid	Nee	Onbekend	53	21	0	Geen spoor	Nee
Fokker Business Park	Nee	Onbekend	34	34	0	Geen spoor	Nee
Groenenbergterrein	Ja	Onbekend	21	9	9	Geen spoor	Nee
Green Park Aalsmeer	Ja	Milieucategorie 2	253	60	42	Geen spoor	Nee
De Weeren	Nee	Onbekend	31	24	0	Geen spoor	Nee
De President	Ja	Milieucategorie 4	111	37	28	Wel spoor, geen aftakking naar werklocatie aanwezig	Nee
FloraHolland Aalsmeer	Ja	Milieucategorie 4-	101	101	20	Geen spoor	Nee
FloraHolland-Zuid	Nee	Milieucategorie 3	60	47	0	Geen spoor	Nee
De Liede (Bestaand)	Nee	Milieucategorie 6	48	34	0	Geen spoor	Nee
De Hoek Noord	Ja	Milieucategorie 4-	21	7	6	Geen spoor	Nee

PLANNAAM	KAVELS BESCHIK- BAAR	MAX. MILIEU CATEGORIE	BRUTO [HA]	NETTO [HA]	TOTAAL UITGEEFBAAR GEMEENTE [HA]	SPOO ONTSLUITING	WATER ONTSLUITING
De Loeten	Ja	Milieucategorie 3	51	33	18	Geen spoor	Nee
De Liede (nieuw)	Ja	Milieucategorie 6	45	29	29	Geen spoor	Nee
Amstelveen Zuid (N201)	Ja	Milieucategorie 4-	99	45	45	Geen spoor	Nee
ABP Lijnden	Nee	Onbekend	30	20	0	Geen spoor	Nee
De Hoek	Nee	Milieucategorie 4-	35	23	0	Geen spoor	Nee
Boesingheliede	Nee	Onbekend	10	7	0	Geen spoor	Nee
Wilhelminahoeve	Ja	Onbekend	9	7	7	Geen spoor	Nee
Spoorzicht Noord	Ja	Milieucategorie 4+	15	5	4	Onbekend	Onbekend
Schiphol-Oost (bedrijventerrein)	Nee	Onbekend	77	77	0	Geen spoor	Nee
Schiphol Trade Park (logistiek)	Ja	Milieucategorie 3	118	72	72	Onbekend	Onbekend
Schiphol Rijk/ Oude Meer	Nee	Onbekend	79	37	0	Geen spoor	Nee
Schiphol Logistics Park	Ja	Onbekend	93	42	26	Geen spoor	Nee
Spoorzicht	Nee	Milieucategorie 4+	42	24	0	Geen spoor	Nee
Schiphol Trade Park (campus)	Ja	Milieucategorie 3	119	28	28	Onbekend	Onbekend
Schiphol-Noord	Nee	Onbekend	24	15	0	Geen spoor	Nee
Rozenburg	Nee	Onbekend	8	8	0	Geen spoor	Nee
Schiphol- Zuidoost	Ja	Onbekend	185	82	6	Geen spoor	Nee
Schiphol-Zuid	Nee	Onbekend	48	30	0	Geen spoor	Nee
Hornmeer	Nee	Milieucategorie 4-	27	27	2	Geen spoor	Nee
Hoofddorp- Noord	Nee	Milieucategorie 4-	38	27	0	Geen spoor	Nee
Nieuw-Vennep Zuid (bedrijven- terrein)	Ja	Milieucategorie 4	56	34	4	Wel spoor, geen aftakking naar werklocatie aanwezig	Nee
Lijndenhof	Ja	Onbekend	15	10	10	Onbekend	Onbekend

Tabel 7. Overzicht van de IBIS-database. Bruto [ha]: Bruto oppervlakte (in ha) van de werklocatie. De totale oppervlakte van de werklocatie met bedrijfsbestemming. Totaal oppervlak werklocatie (in ha) binnen bruto contour, inclusief binnen de bruto contour aanwezige andere functies.

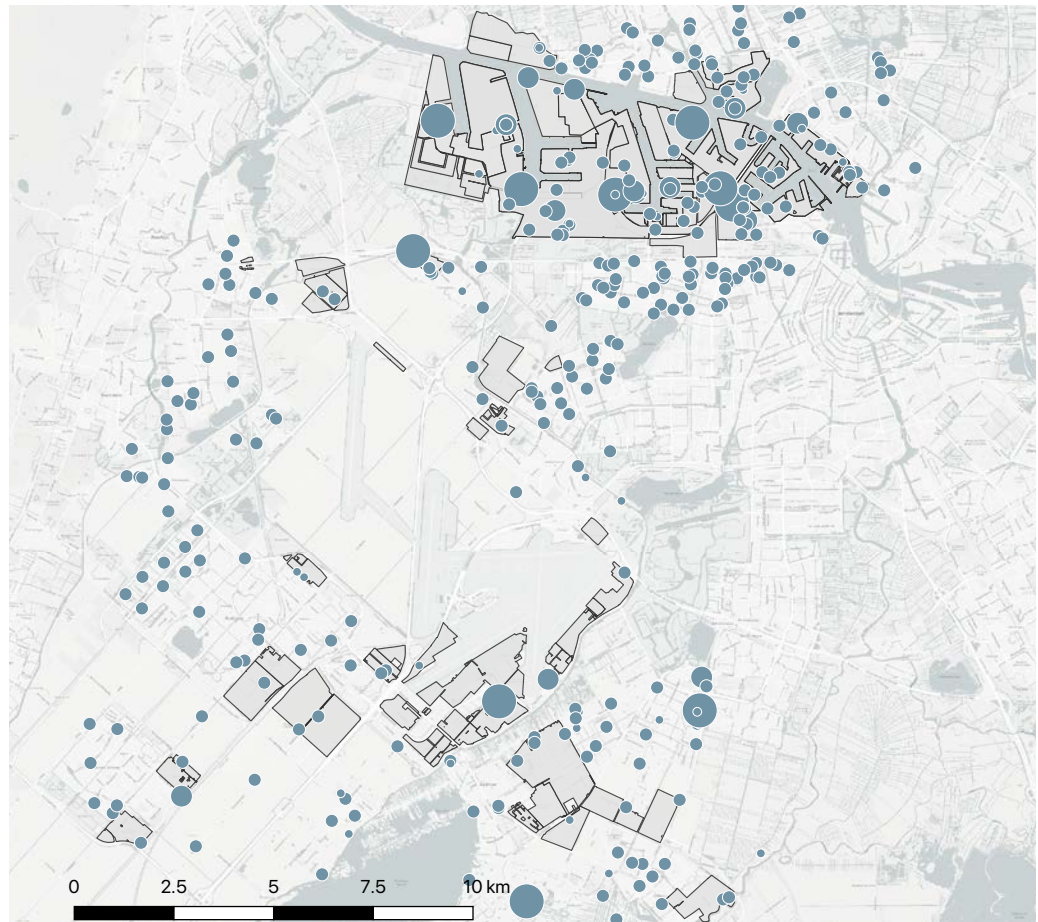
BIJLAGE 3: CO-LOCATIE - RUIMTELIJK PER KETEN

LEGENDA

Bouw-en sloopafval

Co-locatie economische activiteiten voor de circulaire activiteiten:

- Concrete recycling
- Steel production
- Steel scrap recycling

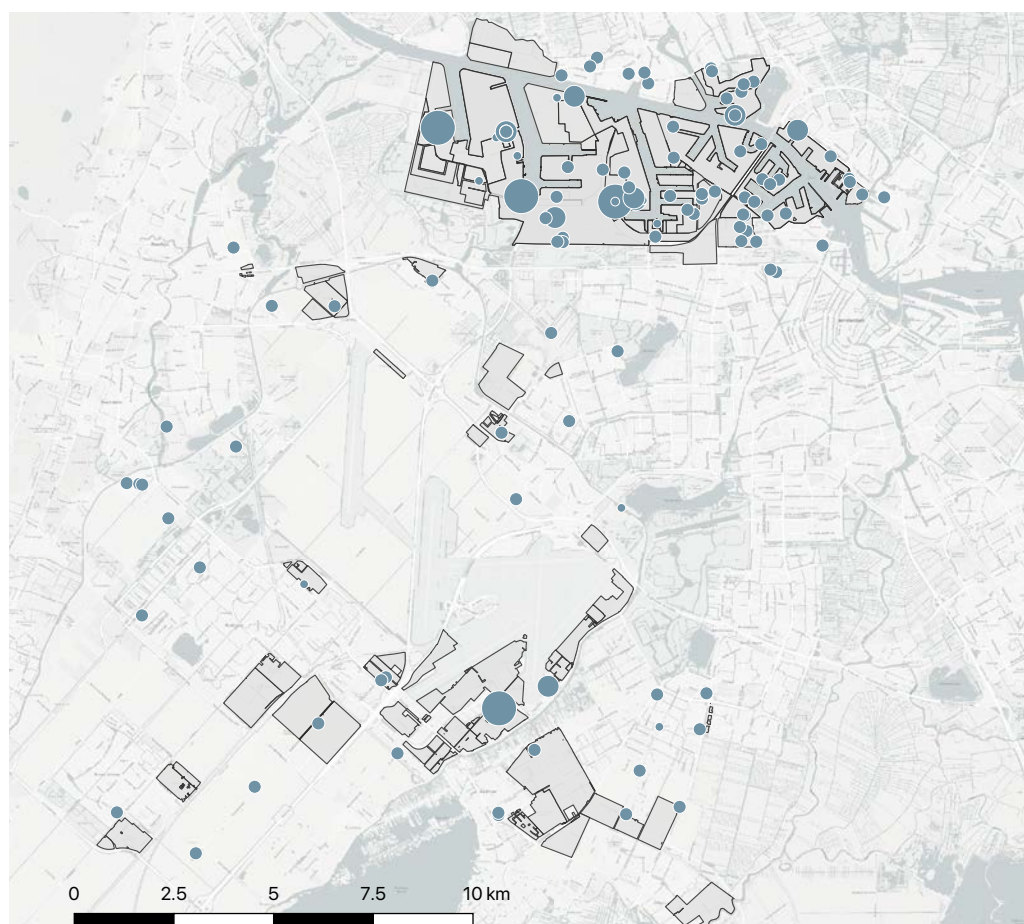


Figuur 15. Economische activiteiten in de Bouwketen die momenteel in de Westas plaatsvinden en als 'voedingsbodemp' kunnen optreden voor potentiële circulaire activiteiten in de toekomst.

LEGENDA**Biomassa**

Co-locatie economische activiteiten voor de circulaire activiteiten:

- Biobased chemicals production
- Biobased plastics production
- Feed production from insects

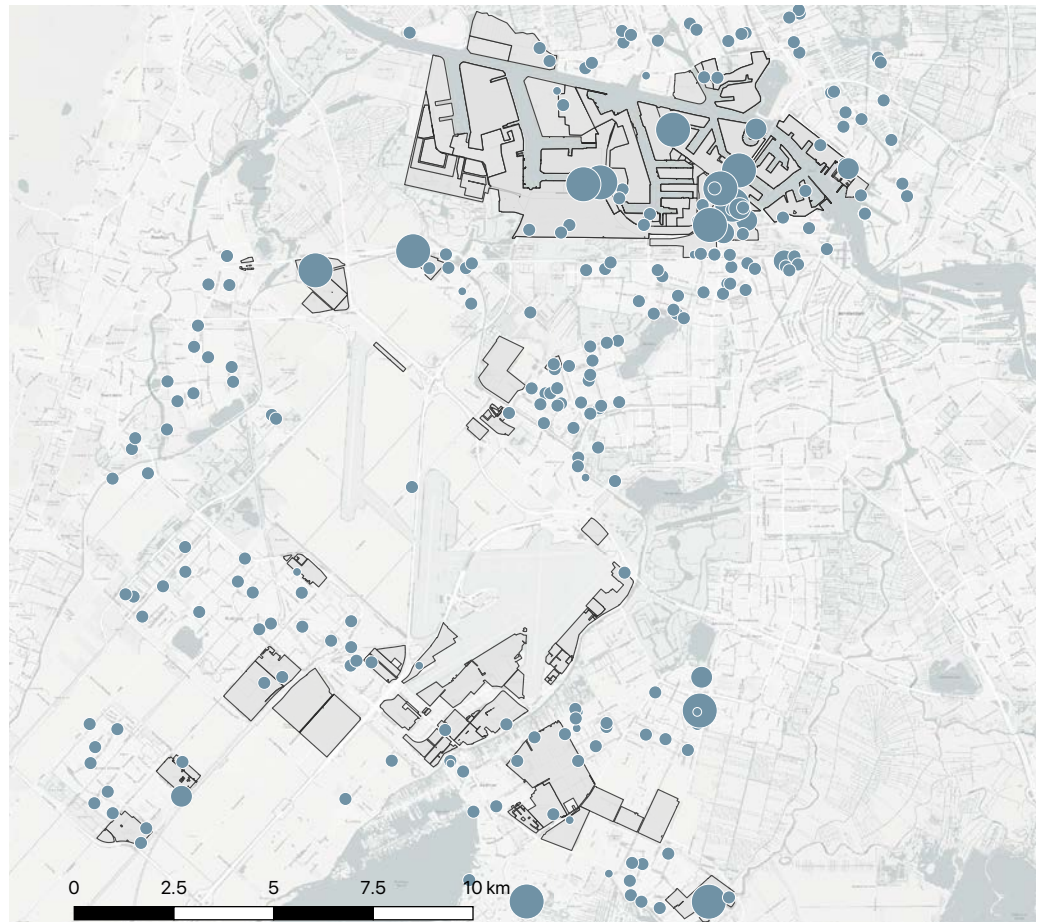


Figuur 16. Economische activiteiten in de Biomassaketen die momenteel in de Westas plaatsvinden en als 'voedingsbodem' kunnen optreden voor potentiële circulaire activiteiten in de toekomst.

LEGENDA**Warmte**

Co-locatie economische activiteiten voor de circulaire activiteiten:

- Waste incineration
- CHP
- District heating and cooling

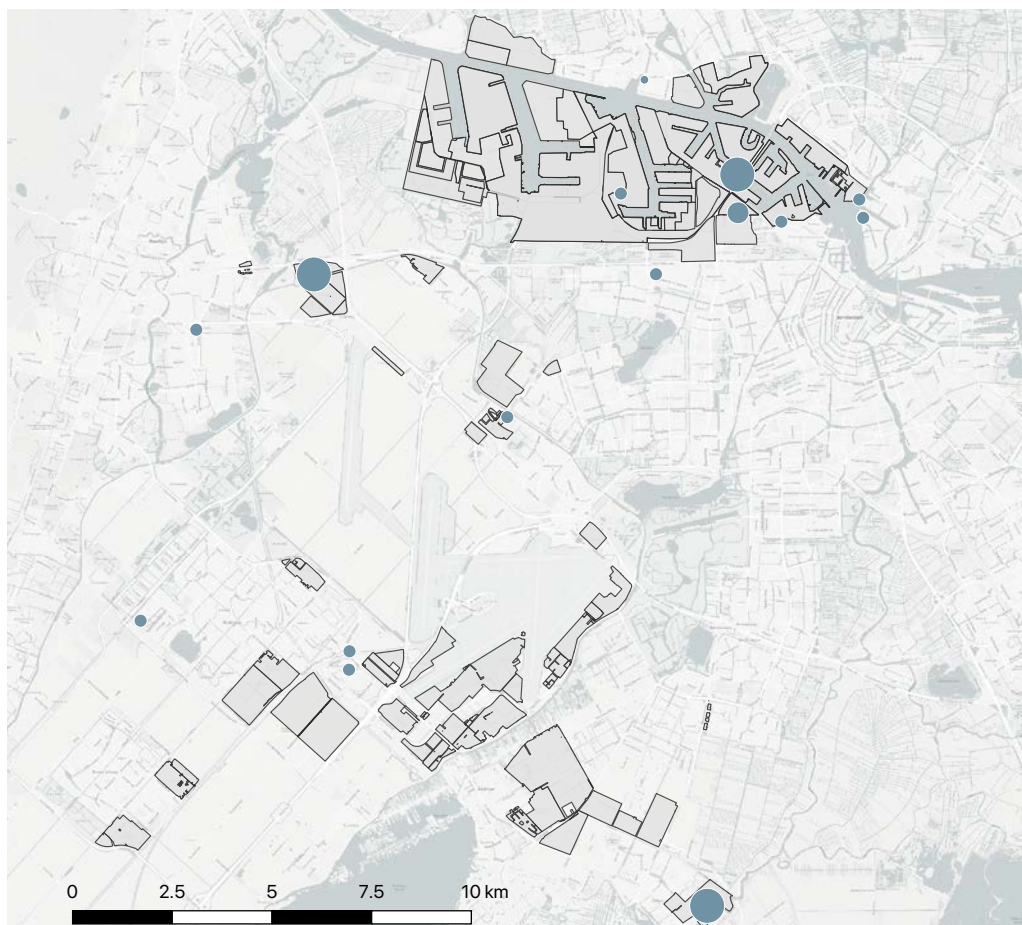


Figuur 17. Economische activiteiten in de Warmteketen die momenteel in de Westas plaatsvinden en als 'voedingsbodem' kunnen optreden voor potentiële circulaire activiteiten in de toekomst.

LEGENDA**CO₂**

Co-locatie economische activiteiten voor de circulaire activiteiten:

- Direct air capture
- Electrolyzer (Hydrogen production)
- Fischer-Tropsch process



Figuur 18. Economische activiteiten in de CO₂-keten die momenteel in de Westas plaatsvinden en als 'voedingsbodem' kunnen optreden voor potentiële circulaire activiteiten in de toekomst.

BIJLAGE 4: AANDACHTSPUNTEN WARMTEKETEN M.B.T. DE RUIMTELIJKE RANDVOORWAARDEN

De inzetbaarheid van warmte is afhankelijk van CO₂-emissie gerelateerde en economische factoren. Bepalend hierbij is de afstand tussen de bron en de gebruiker. Hiervoor zijn transportdrempels opgesteld, de maximale afstand waarvoor warmtetransport haalbaar is. Voor dit onderzoek is een warmteverlies van 0,15% per kilometer gekozen (Santos et al., 2017). Dit warmteverlies is gekozen op basis van een diameter van 500mm (zie tabel 8); de dikte van het warmtenetwerk in Amsterdam (NUON, 2008). Met een warmteverlies van 0,15% is de maximale transportdrempel 667 kilometer. Hierbij dient te worden gesteld dat deze afstand lineair is berekend; dit kan inaccuraat zijn over lange afstanden. Tevens relateert de 667 kilometer naar de afstand waarop alle warmte is verdwenen. Voor economische haalbaarheid is een (veel) kortere afstand nodig. Hieronder staan nog een aantal aandachtspunten m.b.t. de transportdrempel voor warmte.

CO₂-TRANSPORTDREMPEL

Voor de CO₂-emissie drempel dient gekeken te worden naar CO₂-emissies en warmteverliezen.

CO₂-emissie

De CO₂-emissie van verschillende warmtebronnen is onderzocht in het rapport de *Warmteladder voor MRA op bronniveau* door TNO en ECN (2017). Uit dit onderzoek blijkt dat de warmtebronnen, restwarmte, afvalcentrale en WKC, een lagere CO₂-emissie hebben dan een ketel op aardgas ook rekening houdend met transport door een distributienet en levering aan de eindgebruiker.

Warmteverliezen

De warmteverliezen hangen af van het materiaal, de isolatie, de diameter en de lengte van de pijpleiding en de

DN	Flow	Capacity	Price pr. km trench	Price pr. km pr. capacity	Price pr. km pr. annual sale	Heat loss pr. km
mm	m/s	MW	m€/km	€/km/MW	€/km/MWh/year	%/km
100	1.0	2	0.6	274,000	68.0	2.96
200	1.5	13	1.1	78,000	20.0	1.08
300	2.0	38	1.7	45,000	11.0	0.50
400	2.3	69	2.2	31,300	7.0	0.28
500	2.6	125	2.8	22,400	6.0	0.15
600	2.9	203	3.4	16,700	3.5	0.11
700	3.2	301	3.9	12,600	3.5	0.09
800	3.5	431	4.3	10,000	2.5	0.07
900	3.5	551	4.9	9000	2.5	0.06
1000	3.5	681	5.7	8200	2.5	0.05
Supply temperature (pre-insulated pipes)						120 °C
Return temperature (designed maximum operating temperature = 130 °C)						60 °C
Pressure loss (variable flow pumps)						10 mm/m

Tabel 8. Warmteverlies per kilometer voor verschillende diameters met een warmte van 120°C. Bron: Santos et al., 2017.

temperatuur van de warmte. De warmteverliezen in huidige warmtenetten in Europa liggen rond de 10-20% en zijn gemiddeld 30 km lang (Status Report on District Heating Systems in IEA Countries, 2014). Case studies naar pijpleidingen met vernieuwde pomp- en isolatietechnieken zorgen voor lagere verliezen van 2 tot 3 %.

Het warmteverlies in Wh kan worden berekend op de volgende manier (naar Masatin et al, 2016):

$$Q_{hl} = K * \pi * D_a * 2L * G$$

$$G = (0.5 * (t_s + t_r) - t_{amb}) * 8760$$

Voor een warmtenet met een diameter van 50 cm, een 85/50 graden warmtenet en een warmteoverdrachtscoëfficiënt van 1 W/m²K, ongeveer 1 MW/km kabel verloren wordt. Waardes gemiddeld voor Europa en uit Masatin et al, 2016.

- K = network effective average heat transmission coefficient, W/m²K.
- D_a = effective average pipe diameter.
- L = pipe length diameter.
- G = degree hour number, annual integration of the average distribution temperature difference, deg Ch.
- T_s, T_r, T_{amb} = annual average network supply, return and ambient temperature.

ECONOMISCHE TRANSPORTDREMPEL

De business case van de warmteketen hangt af van de investeringen in warmtetransport, pijpleidinginstallatie, warmteverlies en pompkosten. Verschillende wetenschappelijke kosten-baten analyses komen uit op een economische transportdrempel van 30 – 50 km (Kavvadias, 2016). Een Netto Constante Waarde (NCW) analyse van het EU Energy Efficiency Directive komt uit op afstanden tot 20 km voor warmtenetten tot 5 MW.

Casestudies

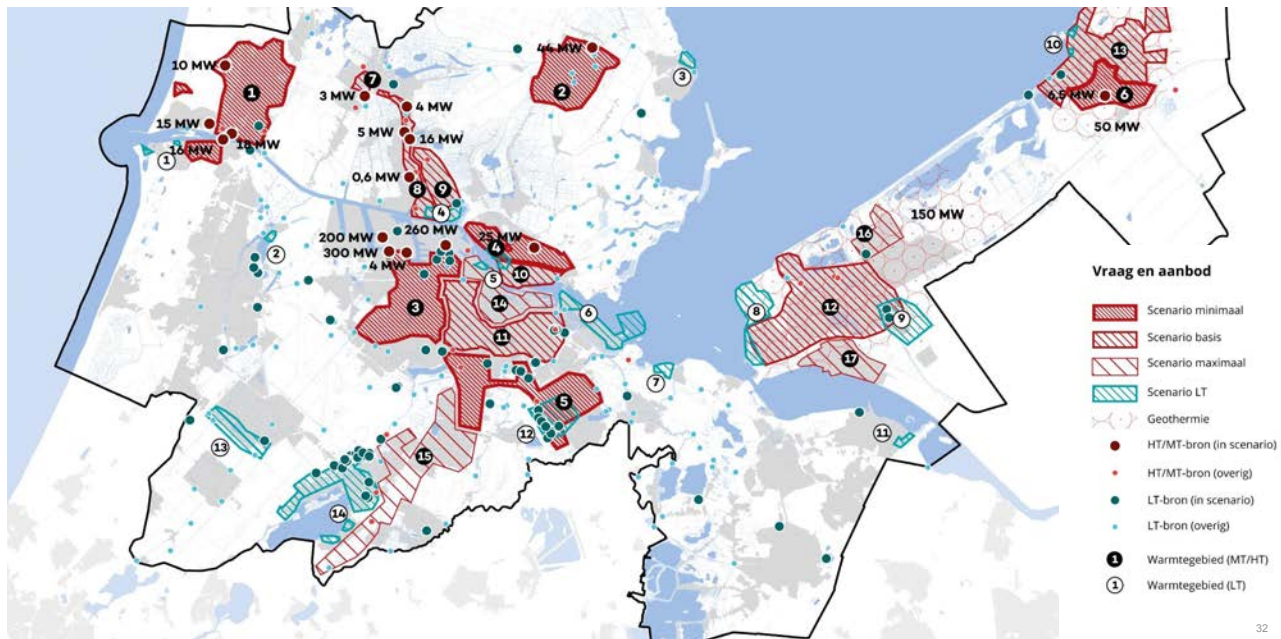
Om bovenstaande kengetallen te toetsen en in perspectief te zetten zijn de specificaties van reeds bestaande warmtenetten onderzocht (zie tabel 9). De geïnstalleerde netten hebben een lengte tussen de 1 en 86 km, waar het gewogen gemiddelde rond de 30 km ligt. De economische transportdrempel voor warmtenetwerken wordt daarom op 30 kilometer geschat.

Koppelen warmtebronnen aan behoefte in de Westas

De afstand van warmtebron naar warmtevraag is bepalend voor de business case en dient (afhankelijk van de temperatuur) rond de 30 km te zijn. Potentiële

Location	Country	Heat capacity (MW)	Heat pipeline Length ^a (km)
Linköping – Mjölby	Sweden	25	28
Lindesberg	Sweden	26	17
Oslo	Sweden	275	13
Helsinki	Finland	490	20
Turku	Finland	340	25
Tilburg	Netherlands	170	25
Diemen - Almere	Netherlands	260	8.5
Almere	Netherlands	170	10
Viborg	Denmark	58	12
Oradea	Romania	546	86.3
Akranes	Iceland	60	62
Aachen	Germany	85	20
Gothenburg - Mölndal	Sweden	10	1.1
Gothenburg - Kungälv	Sweden	19	22
Sankt Pölten	Austria	50	31
Lippendorf – Leipzig	Germany	300	15
Mannheim – Speyer	Germany	40	21.2
Boxberg - Weißwasser	Germany	40	16
Zolling – Flughafen München	Germany	150	28
NESJAVELLIR - ríykjavík	Iceland	290	27
Kozani	Greece	137	16.5

Tabel 9. Warmtenetwerken in Europa, capaciteit en pijpleidinglengte (Kavvadias, 2018).



32

Figuur 19: Robuuste warmtegebieden en beschikbare warmte (MRA, 2018).

warmtebronnen van hoge en lage temperatuur kunnen gekoppeld worden aan deze afstand. In de MRA Warmte Koude Grand Design 2.0 (2018) studie is gekeken naar residentiële gebieden waar vraag naar warmte is en waar de warmtebron in de buurt ligt. Deze robuuste gebieden zijn aangegeven in figuur 19, alsook de potentie voor warmteproductie.

Aangezien veel van de warmteproductie is gekoppeld aan fossiele brandstoffen, moet er rekening gehouden worden met een veranderend aanbod in de nabije toekomst. Extra bronnen kunnen ontstaan in de vorm van geothermie en biomassa centrales. De ontwikkeling van lokale lage temperatuur netten neemt toe. Voor lage temperatuur warmteketen moet de bron binnen 500 m van de gebruiker gepositioneerd zijn (Grand Design 2.0).

LITERATUUR

- **Chertow, Marian R. (2000).** Industrial symbiosis: literature and taxonomy. Annual review of energy and the environment 25.1: 313-337.
- **Circle Economy. (2018).** Circulaire banen: De Circulaire Economie en Kansen voor werkgelegenheid in Nederland.
- **CORESVM (2017).** CarbOn-monoxide RE-use through industrial SYMBiosis between staal and chemicaliën industries - <https://www.metabolic.nl/publications/coresvm/>
- **Dutch Datacenter Association. (2018).** Datacenters en Restwarmte - Afkomstig van: <https://www.dutchdatacenters.nl/publicaties/datacenters-en-restwarmte-rapport-2018/>
- **Economisch Instituut voor de Bouw (EIB) & TNO, (2018)** Quickscan Impact assessment (circulaire) bouwopgave MRA: materiaalstromen, logistiek en ruimtegebruik. Nog niet gepubliceerd op het moment van schrijven.
- **Ecorys. (2018).** De ruimtebehoefte van een meer circulaire Metropoolregio Amsterdam.
- **Ellen MacArthur Foundation. (2014).** Towards a circular economy: Business rationale for an accelerated transition
- **EU Energy Efficiency Directive. (2014).** Development and Review of Cost Benefit Analysis Exemption Thresholds as required by Article 14(6) - Afkomstig van: https://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/documents/2014_article14-6_unitedkingdom_annex.pdf
- **Gemeente van Amsterdam, Circle Economy en Copper8. Amsterdam Circulair. (2016).** Stofstromenonderzoek Westas - Evaluatie en Handelsperspectieven.
- **Gladek. (2017).** The seven pillars of a circular economy - Afkomstig van: <https://www.metabolic.nl/the-seven-pillars-of-the-circular-economy/>
- **Gladek. (2018).** The seven pillars of a circular economy - updated. Afkomstig van: <https://www.metabolic.nl/the-seven-pillars-of-the-circular-economy/>
- **Grondstoffenakkoord (2017).** Intentieovereenkomst om te komen tot transitieagenda's voor de Circulaire Economie.
- **Port of Amsterdam. (2018).** Circulaire en biobased economie - Afkomstig van: <https://www.portofamsterdam.com/nl/popp/circulaire-en-biobased-economie>
- **Ibis. (2018).** Landelijke informatie Bedrijventerreinen. Afkomstig van: <https://www.ibis-bedrijventerreinen.nl/>
- **Jensen (2011).** Quantifying 'geographic proximity': experiences from the United Kingdom's national industrial symbiosis programme. Resources, Conservation and Recycling 55.7: 703-712.
- **Jonkeren, O. (2016).** Circulaire economie, de fysieke omgeving en omgevingsbeleid, Den Haag: PBL.
- **Kavvadias (2018).** Exploiting waste heat potential by long distance heat transmission: Design considerations and techno-economic assessment.
- **Krausmann, F., Lauk, C., Haas, W., & Wiedenhofer, D. (2018).** From resource extraction to outflows of wastes and emissions: The socioeconomic metabolism of the global economy, 1900–2015. Global Environmental Change, 52, 131–140. Afkomstig van: <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2018.07.003>
- **KvK. (2018).** Overzicht Standaard Bedrijfsindeling. Afkomstig van: <https://www.kvk.nl/over-de-kvk/over-het-handelsregister/wat-staat-er-in-het-handelsregister/overzicht-standaard-bedrijfsindeling/>
- **LISA (2018).** Home - Stichting Lisa. Afkomstig van: <https://www.lisa.nl/home>
- **Masatin. (2016).** Evaluation Factor for District Heating Network Heat Loss with Respect to Network Geometry.
- **Massard, Guillaume, and Suren Erkman. (2009).** A web-GIS tool for industrial symbiosis: Preliminary results and perspectives. 23rd international conference on informatics and environmental protection.
- **MRA. (2018).** Ontwikkelplan stippelt route uit naar circulaire MRA-economie - Afkomstig van: <https://www.metropoolregioamsterdam.nl/artikel/20180611-ontwikkelplan-stippelt-route-uit-naar-circulaire-mrae>
- **MRA. (2018).** Warmte en Koude Grand Designs 2.0.
- **NASA. (2018).** Technology Readiness Level. Afkomstig van: https://www.nasa.gov/directorates/heo/scan/engineering/technology/txt_accordion1.html

- **NRC (2018).** Door Erik van der Walle. CO₂ uitstoten gaat nu echt geld kosten. Afkomstig van: <https://www.nrc.nl/nieuws/2018/08/24/co2-uitstoten-gaat-nu-echt-geld-kosten-a1614132>
- **NUON. (2008)** Project: aanleg en gebruik van warmteleidingen (warmwatertransport) (aanvoer + retour)
- **PBL. (2013).** Biomassa wensen en grenzen. Afkomstig van <http://themasites.pbl.nl/biomassa/PBL-2013-biomassa-wensen-grenzen-interactive-1279.pdf>
- **Port of Amsterdam. (2014a).** General Factsheet.
- **Port of Amsterdam. (2014b).** Factsheet: Work.
- **Port of Amsterdam. (2014c).** Factsheet: Economic significance.
- **Port of Amsterdam. (2014d).** Future Vision 2030.
- **Port of Amsterdam. (2014e).** Factsheet: Sustainability.
- **Raworth, K. (2017).** Doughnut Economics: 7 Ways to Think Like a 21st Century Economist. Vermont: Chelsea Green Publishing Co.
- **Bob Geldermans (TUD), Alexander Wandl (TUD), Michelle Steenmeijer, (TUD), Cecilia Furlan (TUD), Tamara Streefland (TUD), Enrico Formato (UNINA), Maria Cerreta (UNINA), Libera Amenta (UNINA/TUD), Pasquale Inglese (UNINA), Silvia Iodice (UNINA), Gilda Berruti (UNINA), Viktor Varju (RKI), Zoltan Grunhut (RKI), Ákos Bodor (RKI), Virág Lovász (RKI), Zsombor Moticska (RKI), Davide Tonini (JRC), Sue Ellen Taelman (UGent), Carolin Bellstedt (TUD), Gustavo Arciniegas (GEO-COL), Andreas Obersteg (HCU), Arianne Acke (OVAM), Martijn Kamps (TUD) (2018).** REPAiR. REsource Management in Peri-urban AREas: Going Beyond Urban Metabolism. D3.3 Process model for the two pilot cases: Amsterdam, the Netherlands & Naples, Italy.
- **REVV. (2017).** De Ruimtelijk-Economische Verkenning Westas.
- **Rijksbrede programma Circulaire Economie. (2016).** Nederland circulair in 2050.
- **Santos, A., Borge-Díez, D., & Rosales-Asensio, E. (2017).** District Heating and Cooling Networks in the European Union. Springer International Publishing.
- **Steffen, W., Richardson, K., Rockström, J., Cornell, S. E., Fetzer, I., Bennett, E. M., ... & Folke, C. (2015).** Planetary boundaries: Guiding human development on a changing planet. *Science*, 347(6223), 1259855.
- **Tauw. (2017).** Zwembad Urk gasloos verwarmd dankzij riothermie | Tauw.nl. Afkomstig van: <https://www.tauw.nl/projecten/zwembad-urk-gasloos-verwarmd-dankzij-riothermie.html>
- **Teh. (2014).** Determinant factors of industrial symbiosis: greening Pasir Gudang industrial park. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. Vol. 18. No. 1. IOP Publishing.
- **Unie van Waterschappen. (2018).** Waterschappen dragen bij aan doelstellingen klimaatakkoord. Afkomstig van: <https://www.uvw.nl/waterschappen-dragen-bij-aan-doelstellingen-klimaatakkoord/>
- **UWV. (2018).** Energie uit oppervlaktewater potentiële oplossing voor gasvrij wonen. Afkomstig van: <https://www.uvw.nl/energie-uit-oppervlaktewater-potentiele-oplossing-voor-gasvrij-wonen/>
- **Van Timmeren, A. (2013).** Reciprocities, a dynamic equilibrium. Delft: Delft University of Technology (TUD).
- **VNG. (2009).** Bedrijven en milieuzonering, Afkomstig van: <https://vng.nl/onderwerpenindex/ruimte-en-wonen/omgevingswet/publicaties/handreiking-bedrijven-en-milieuzonering-0>
- **TNO & ECN (2017).** Warmteladder voor de MRA - Afkomstig van: <https://www.odijmond.nl/publish/pages/5638/warmteladder-voor-mra.pdf>
- **Welink, J. H. (2015).** Toekomstige mogelijkheden hergebruik reststromen uit de agrarische sector. Afkomstig van http://www.afvalkring.nl/downloads/Publieksverslag_reststromen_agr_sector_final.pdf



+31 (0) 203690977
info@metabolic.nl
www.metabolic.nl

Meteorenweg 280M
1035RN Amsterdam
The Netherlands

