

AMSTERDAM CIRCULAIR

EEN VISIE EN ROUTEKAART VOOR DE STAD EN REGIO

OKTOBER 2015

Waterlandpleinbuurt
1.250 woningen

Zeeburgereiland
3.500 woningen

Science Park
600 woningen
kantoren
voorzieningen

Bijlmermeer
2.000 woningen

IJburg Centruimeiland
8.200 woningen

Almere IJland
10.000 woningen

Almere Pampus
20.000 woningen



TNO .FABRIC

x Gemeente
x Amsterdam

LEESWIJZER

Dit rapport beschrijft in hoofdstuk 2 een **visie** en **actieagenda** om te komen tot een circulaire inrichting van de **bouwketen** in Amsterdam. In hoofdstuk 3 volgt een visie en actieagenda om **organische reststromen** hoogwaardiger te verwerken en de kansen voor groter waardebehoud en toegevoegde waarde. De huidige inrichting van stromen in Amsterdam en de omringende metropoolregio worden beschreven in hoofdstuk 4. Dit hoofdstuk geeft inzicht in hoe ver Amsterdam af staat van de circulaire economie. In hoofdstuk 5 worden aanbevelingen gedaan voor vervolgstappen.



INHOUD

MANAGEMENT SAMENVATTING	4
1. INLEIDING: Gemeente Amsterdam als pionier	8
City Circle Scan	12
2. VISIE OP EEN CIRCULAIRE BOUWKETEN IN AMSTERDAM	14
Strategieën voor een circulaire bouwketen	20
Smart design	22
Ontmanteling en scheiding	24
Hoogwaardige recycling en hergebruik	26
Marktplaats en grondstofbank	28
Ruimtelijke visie	30
Barrières	32
Actiepunten	34
Routekaart	38
Potentiële economische en milieu-impact	40
Opschalingskaart	42
3. VISIE OP EEN CIRCULAIRE ORGANISCHE RESTSTROOM KETEN	44
Strategieën voor organische reststromen	50
Centrale hub voor bioraffinage	52
Afvalscheiding en retourlogistiek	54
Cascadering van organische stromen	56
Terugwinnen van nutriënten	58
Ruimtelijke visie	60
Barrières	62
Actiepunten	64
Routekaart	68
Potentiële economische en milieu-impact	70
Opschalingskaart	72
4. STATUS QUO	74
Circulariteit gemeten	76
Stedelijke stromen door de stad en regio	78
Selectie van ketens	82
Indicatoren circulaire economie	84
5. AANBEVELINGEN EN VERVOLGSTAPPEN	86
Projectteam	88
Referenties	90

MANAGEMENT SAMENVATTING

De gemeente Amsterdam zet in haar duurzaamheidsagenda vol in op de circulaire economie als pijler onder het duurzaamheidsbeleid. De uitkomsten gepresenteerd in deze studie ‘Amsterdam circulair: een visie voor de stad en regio’ hebben als doel een onderbouwing te geven voor en richting te geven aan vervolgstappen die de gemeente kan nemen. De routekaart sluit nadrukkelijk aan bij en bouwt voort op de talrijke initiatieven die al in gang zijn gezet.

In de studie is de City Circle Scan aanpak gevolgd bestaande uit vier fasen. In Fase 1 zijn de belangrijkste materiaal- en energiestromen en werkgelegenheid in de economische sectoren in de regio geanalyseerd. In Fase 2 is een uitgebreide analyse uitgevoerd van de waardeketens die meerdere sectoren binnen Amsterdam met elkaar verbinden. De uitkomsten van Fase 1 vormden het uitgangspunt van deze analyse. Op basis van macro-economische statistieken is vastgesteld in welke ketens de grootste impact te behalen is vanuit circulair perspectief. Op basis van de analyse en een rondetafel met vertegenwoordigers vanuit de gemeente en lokale bedrijven is de keuze gemaakt om een detailanalyse uit te voeren voor de **bouwketen** en de **organische reststroomketen**. Vervolgens is in Fase 3 verkend hoe de twee ketens in een ideale circulaire toekomst zouden kunnen functioneren. Deze toekomstvisie geeft een beeld van hoe de ketens (en hun interacties met andere ketens) op dit moment anders kunnen worden ingericht. In Fase 4 is een actieagenda en routekaart opgesteld voor het starten van relevante circulaire projecten. Ook zijn barrières in kaart gebracht die een mogelijk obstakel vormen.

Uitkomsten van de studie laten zien dat er in Amsterdam een groot potentieel is om het materiaalgebruik en broeikasgasemissies sterk te reduceren en tegelijkertijd economische groei en kansen voor werkgelegenheid te realiseren. De economische activiteit van de metropoolregio Amsterdam bedraagt jaarlijks 106 miljard euro, waarvan de stad Amsterdam 47 miljard voor haar rekening neemt (2013) (CBS, 2015). In de toekomstvisie en routekaart die voor beide ketens is ontwikkeld en de impact die dit tot gevolg kan hebben voor de economie en materiaalgebruik is hieronder per keten een samenvatting gegeven.

Bouwketen

Door de bouwketen circulair te organiseren -onder andere bij het invullen van de ambitie om 70 duizend nieuwe woningen te realiseren tot 2040- kan de gemeente 3% productiviteitsgroei realiseren, ofwel een waardecreatie van 85 miljoen euro per jaar. Deze economische groei wordt voor een groot deel gerealiseerd door groter waardebehoud als gevolg van materiaal hergebruik en efficiencyverbetering. Maar dit is niet van de een op de andere dag te realiseren. Met de productiviteitsgroei ontstaan tevens kansen voor de werkgelegenheid, over tijd kan dit oplopen tot ongeveer 700 extra arbeidsplaatsen op een totaal van 75 duizend arbeidsplaatsen in de Amsterdamse bouwsector op dit moment. Voor het grootste deel zijn dit arbeidsplaatsen voor laag- of middelbaar opgeleid personeel. De geschetste verbetering van het hergebruik van materialen en het daarmee samenhangend groter waardebehoud leidt tot significante materiaalbesparing van 500 duizend ton. Dit is significant afgezet tegen de huidige jaarlijkse import van 1,5 miljoen ton aan mineralen. De ingeschatte afname van broeikasgasemissies is in de orde van een half miljoen ton CO₂ per jaar, dit is gelijk aan 2,5% van de jaarlijkse CO₂-uitstoot van de stad Amsterdam. Bovenstaande impacts zijn gebaseerd op vier strategieën die de circulaire inrichting van de bouwsector concreet invulling geven. (1) Smart design: Inzetten op slim ontwerp van gebouwen met als doel om gebouwen beter geschikt te maken voor herbestemming en materiaal hergebruik. (2) Ontmanteling en scheiding: Efficiënt ontmantelen en scheiden van reststromen om hoogwaardig hergebruik mogelijk te maken. (3) Hoogwaardig hergebruik: Het hoogwaardig terugwinnen en hergebruik van materialen en componenten. (4) Marktplaats en grondstoffenbank: Het uitwisselen van grondstoffen tussen marktpartijen.

De routekaart en actieagenda in de studie presenteren een groot aantal acties die kunnen bijdragen op korte en langere termijn aan het transformeren van de keten en daarmee aan het realiseren van de impacts. Hiernaast is een beknopt overzicht van de top 3 actiepunten weergegeven.

1	FACILITEREN VAN GRONDSTOF- EN MATERIALENOPSLAG	2	STIMULEREN VAN HOOGWAARDIG HERGEBRUIK	3	STIMULEREN VAN GRONDSTOF-PASPOORTEN
INVESTERINGEN EN RESULTATEN	Het matchen van vraag en aanbod van bouwmaterialen en grondstoffen vraagt om tijdelijke opslag. Een mogelijke rol van de overheid kan zich richten op twee aspecten. De toewijzing van plaatsen voor fysieke opslag door de gemeente kan hierin een rol spelen. Anderzijds kan de overheid een faciliterende rol spelen in het opstellen van de voorwaarden waar materialen aan moeten voldoen om voor opslag en hergebruik in aanmerking komen.	Hoogwaardig hergebruik van bouwmaterialen kan in de huidige vroege fase van ontwikkeling vanuit de overheid op twee manieren worden gestimuleerd. De overheid kan een bijdrage leveren aan het ontwikkelen van aanbestedingsrichtlijnen en bouwvoorschriften waarin specifieke voorschriften zijn geformuleerd gericht op hoogwaardig hergebruik. Ook kan de overheid een rol spelen als launching customer voor het gebruik van hergebruikte materialen.	Een grondstofpaspoort voor gebouwen geeft een overzicht van gebruikte materialen, processen en mogelijkheden voor hergebruik. De overheid kan stimuleren dat een (minimale versie) van grondstofpaspoorten wordt geadviseerd of verplicht wordt gesteld voor nieuwbouwprojecten. Ook zou de gemeente grondstoffenpaspoorten kunnen invoeren voor de eigen vastgoedportfolio.		
	Een vervolganalyse is nodig om te zien hoe bouwstromen in de stad zich zullen ontwikkelen zowel waar grote slooppjecten en waar nieuwbouw plaatsvindt. Een dergelijke analyse aangevuld met beschikbare kennis van de bestemmingsplannen en structuurvisie vormt input voor het toewijzen van plaatsen voor de (tijdelijke) opslag van grondstoffen.	Het ontwikkelen van criteria voor bouwvoorschriften en het toezien op naleving vraagt om meer inzet vergeleken met de huidige situatie. Eventueel kan de gemeente via het AKEF of een fonds voor circulaire ontwikkeling mede investeren in nieuwe verwerkingstechnologieën. Voorwaarde voor deze bijdrage kan zijn dat de activiteiten in de gemeente Amsterdam worden gevestigd zodat eventuele werkgelegenheid ook in de stad wordt gerealiseerd.	De investering vanuit de gemeente zou in eerste instantie vooral bestaan uit het beschikbaar stellen van tijd voor gemeente ambtenaren hoe het grondstoffenpaspoort voor gebouwen kan worden verankerd in beleid. Voor de registratie van het paspoort zijn faciliteiten nodig zoals die nu door het Kadaster worden verleend.		
	Gemeente, Havenbedrijf, samenwerkingsverband Cirkelstad, "start-up in residence", Westas partners, AEB.	Bouw- en afvalbedrijven, zoals BAM, Heijmans, AEB, Van Gansewinkel, Icova en Stonecycling, Cirkelstad. Dutch Green Building Council.	Bouw-, afval- en ICT-bedrijven, zoals BAM, Heijmans, AEB, Van Gansewinkel, IBM, Icova en Stonecycling, Delta development group.		
STAKE-HOLDERS					

Organische reststroomketen

Hoogwaardige verwerking van organische reststromen kan voor de stad Amsterdam over een periode van 5 tot 7 jaar leiden tot een toegevoegde waarde aan de economie van 150 miljoen euro per jaar. Dit berekende ‘circulaire scenario’ geeft inzicht in de effecten ten opzichte van de autonome (lineaire) groei in Amsterdam. In onze doorrekening voor een circulair scenario wordt een palet van maatregelen aangenomen waaronder bronscheiding van de organische fractie over de tijd in alle 430 duizend Amsterdamse huishoudens. Deze gescheiden inzameling maakt het mogelijk de organische fractie te gebruiken voor bijvoorbeeld de productie van eiwitten voor diervoeder, biogas en bouwstenen voor de chemie zoals voor de productie van bioplastics. Ook organische reststromen uit de voedselverwerkende industrie in het havengebied biedt kansen voor hoogwaardiger verwerking en kan zo bijdragen aan additionele waardecreatie. Tevens zou deze transitie kunnen bijdragen aan de lokale werkgelegenheid van op den duur 1200 arbeidsplaatsen op een totaal van 10 duizend arbeidsplaatsen in de landbouw en voedingsmiddelenindustrie momenteel. Het kan bijvoorbeeld gaan over werkgelegenheid voor aanpassing van de afvalinfrastructuur zoals aanpassing van ondergrondse containers, een toename in arbeidsplaatsen bij ophaaldiensten voor de gescheiden fracties maar ook voor de complexere verwerking van deze stromen. Naast directe werkgelegenheidseffecten in de landbouw- en voedingsmiddelenindustrie zijn er kansen voor extra economische activiteit in toeleverende industrie zoals machinebouw en logistiek. De materiële besparing bestaat vooral uit materialen die hoogwaardiger verwerkte stromen kunnen vervangen. Een voorbeeld is de productie van hoogwaardige eiwitten op

organisch afval ter vervanging van eiwit-import zoals bijvoorbeeld soja voor diervoeder. Ook de productie van biobased bouwstenen voor de chemie zoals voor de productie van bioplastics zou olie-gebaseerde grondstoffen kunnen vervangen. De te realiseren materiaalbesparing kan oplopen tot 900 duizend ton per jaar. Afgezet tegen de huidige jaarlijkse import van 3,9 miljoen ton aan biomassa voor de gehele metropoolregio is dit als significant te kenmerken. Samenhangend met de materiaalbesparing is de verwachte reductie van broeikasgasemissies in de orde van een 600 duizend ton CO₂, dit is gelijk aan een kleine 3% van de jaarlijkse CO₂-uitstoot van de stad Amsterdam.

Bovenstaande impacts zijn gebaseerd op vier strategieën die de hoogwaardiger verwerking van organische reststromen concreet invulling kunnen geven. (1) Centrale hub voor bioraffinage: Een centrale hub voor het valoriseren van organische reststromen afkomstig uit huishoudelijk- en bedrijfsafval en reststromen uit de industrie. (2) Afvalscheiding en retourslogistiek: Slimme afvalscheiding en retourslogistiek om de logistieke hub van Amsterdam slim in te zetten en de waarde van reststromen te verhogen. (3) Cascadering van organische stromen: Organische reststromen op een zo slim mogelijke manier inzetten. (4) Terugwinnen van nutriënten: Essentiële nutriënten terugwinnen om nutriënten cyclus te sluiten.

De routekaart en actieagenda in de studie presenteren een groot aantal acties die kunnen bijdragen op korte en langere termijn aan het transformeren van de keten en daarmee aan het realiseren van de impacts. Hiernaast is een beknopt overzicht te vinden van de top 3 actiepunten voor verwerking van organische reststromen gepresenteerd.

1	VIRTUEEL GRONDSTOFFEN PLATFORM	2	CIRCULAIRE VRIJZONE BIORAFFINAGE	3	LAUNCHING CUSTOMER
INVESTERINGEN EN RESULTATEN	Het verder ontwikkelen en openbaar toegankelijk maken van 'digitale (handels)platforms voor organisch afval', die een transparant overzicht geven van het aanbod, de vraag en het gebruik van organische reststromen in Amsterdam (en daarbuiten) en daarnaast bij kunnen dragen aan het matchen van vraag en aanbod. Dit kan een antwoord bieden op de huidige onduidelijkheid bij marktpartijen over vraag en aanbod van stromen.	De gemeente kan circulaire vrijzones initiëren. Hiermee worden bepaalde belemmeringen uit de weg genomen die op dit moment de ontwikkeling van innovaties in de weg staan. Bijvoorbeeld het verbod op het gebruik van digestaat rijk aan nutriënten (in het bijzonder fosfaat) op landbouwgronden. Hierdoor wordt momenteel een belangrijk en essentieel onderdeel van de business case voor anaerobe vergistingsinstallaties geblokkeerd omdat de huidige marktwaarde van digestaat laag is).	De gemeente kan door middel van criteria in het inkoopbeleid lokaal geproduceerd gras, hout (zoals in straatmeubilair) en voedsel (catering) stimuleren. De grote koopkracht van de gemeente zelf kan een belangrijke en constante vraag creëren die het voor lokale partijen mogelijk maakt om zich verder te ontwikkelen en te professionaliseren.		
	De investering in het opzetten van een platform is grotendeels voor de ontwikkeling van de IT-infrastructuur en de ontwikkeltijd die gaat zitten in de conceptuele ontwikkeling van een platform. De gemeente kan hiervan initiator zijn. Hoewel er ook veel marktpartijen waaronder grote IT partijen ook bezig met de ontwikkeling van dergelijke platforms.	Het aanwijzen van circulaire vrijzones kan een effectieve manier zijn om de belemmeringen zoals beschreven in het barrièreoverzicht lokaal te neutraliseren. Het is daarmee een maatregel die vooral investering vereist in het organiseren van toezicht en handhaving. De te nemen maatregelen vallen daarmee volledig binnen het handelingsperspectief van de gemeente.	De effecten van deze maatregelen kunnen al snel zichtbaar zijn doordat er een directe marktvraag naar lokale producten komt. Deze zal naar verwachting snel door de markt worden opgevangen.		
	AMS, Floow2, Oogstkaart, TNO, Gemeente Wageningen UR	Orgaworld, SkyNRG, Schiphol Group, KLM, Havenbedrijf Amsterdam, Sita, Awakenings, Loveland, Air	Gemeente, cateraars, Lokale producenten, Exter, Kromkommer, Provalor, GRO Holland, Taste Before You Waste, Instock, Voedselbank, Meerlanden en Fruityourworld		
STAKE-HOLDERS					

1. INLEIDING: GEMEENTE AMSTERDAM ALS PIONIER

De urgentie van de transitie naar een circulaire economie Onze lineaire manier van produceren en consumeren staat onder druk. De wereldbevolking groeit naar negen miljard mensen in 2050. Ook de stad Amsterdam verstedelijkt en groeit met 10.000 inwoners per jaar. De vraag naar grondstoffen stijgt mee. Deze vraag én de eindigheid van diverse grondstoffen leiden tot schaarste en sterke prijsschommelingen. Steeds meer bedrijven kiezen dan ook voor de transitie naar een circulaire economie: de omslag biedt kansen voor innovatie en (export van) nieuwe productietechnieken en bedrijfsmodellen en vermindert de afhankelijkheid van import. Voor burgers zal de kwaliteit van leven in een circulaire stad verbeteren, nieuwe banen kunnen worden gecreëerd en er ontstaan nieuwe verdienmodellen voor ondernemers in een circulaire stad.

Amsterdam wil circulaire koploper zijn. De Amsterdamse regio heeft een goede uitgangspositie voor een circulaire economie. De regio telt veel ondernemende en innovatieve bedrijven, burgers, start-ups, organisaties en kennisinstellingen die al aan de circulaire economie werken.

De gemeente Amsterdam werkt op basis van de volgende zeven principes aan de circulaire economie:

1. De circulaire economie kent geen afval. Alle materialen komen in een oneindige technische of biologische kringloop.
2. Alle energie komt van hernieuwbare bronnen.
3. Grondstoffen worden ingezet om (financiële of andere vormen van) waarde te genereren.
4. Modulair en flexibel ontwerpen van producten en productieketens vergroot aanpassingsvermogen van systemen.
5. Van bezit van goederen naar (gebruik van) services; dit vraagt nieuwe businessmodellen voor productie, distributie en consumptie.
6. Het logistieke systeem verandert: meer op de regio gerichte service en retourslogistiek.
7. Menselijke activiteiten dragen bij aan ecosystemen en ecosysteemdiensten en de wederopbouw van "natuurlijk kapitaal".

Circulaire economie als pijler voor Amsterdam De gemeente Amsterdam heeft in haar duurzaamheidsagenda (*Amsterdam, 2014a*) - vastgesteld op 11 maart 2015 - vol ingezet op de circulaire economie als pijler onder het duurzaamheidsbeleid. Binnen het bestaande instrumentarium is al ruimte om de transitie te versnellen, bijvoorbeeld door de ontwikkeling van circulaire vrijzones. Deze goede uitgangspositie wordt ook bevestigd in de landelijke Green Deal 'Nederland als circulaire hotspot'. In de regio is de afgelopen tijd via enkele pilots geëxperimenteerd met de overgang naar een circulaire economie. De gemeente wilt nadrukkelijk inzetten op de efficiëntere terugwinning van grondstoffen en materialen, waarbij de bouwketen een belangrijk focusgebied is. De komende periode wil de gemeente inzetten op een echte omschakeling. De gemeente wil graag bedrijvigheid, onderzoek en innovatie stimuleren. Voor de gemeente is het daarom van belang om een beeld te krijgen van het gehele systeem. Daarom heeft de gemeente opdracht gegeven aan Circle Economy, TNO en Fabric om een Quicksan Circular voor de stad uit te voeren, zoals aangegeven in duurzaamheidsagenda.

De veranderende rol van overheden Circulaire businessmodellen worden als kansrijk gezien door het bedrijfsleven (*Accenture, 2014*). Daarom wordt de transitie naar een circulaire economie op dit moment vooral door bedrijven gedreven. Op dit moment ervaren deze koplopers nog veel barrières (onder andere in de vorm van regelgeving) die de snelheid van de transitie vertragen. Voor overheden is een cruciale rol weggelegd in het faciliteren van en het richting geven aan de transitie naar een circulaire economie (*EMF, 2015a*). Vooral op het niveau van de stad en regio krijgt een circulaire economie vorm en starten groepen burgers en bedrijven allerhande circulaire initiatieven (*RLI, 2015*). Deze ontwikkelingen laten zien dat er momenteel al grote interesse en betrokkenheid bestaat om de kansen die de circulaire economie biedt te verzilveren. Om deze initiatieven op te schalen is draagvlak vanuit de overheid essentieel.



De overheid van de toekomst regisseert niet, maar brengt partijen bijeen. De twee belangrijkste strategieën om die rol te vervullen zijn het wegnemen van barrières die voortkomen uit bestaand beleid en het actief stimuleren en uitdagen van de markt. Daarbij kan bijvoorbeeld gedacht worden aan het ontwikkelen van inspirerende doelstellingen voor de circulaire stad, het aanpassen van de eigen inkoop- en aanbestedingsvoorwaarden, het stimuleren van innovatief onderzoek en start-ups die bijdragen aan circulaire oplossingen en financiële stimuleringen. Aan dit laatste punt kan bijvoorbeeld invulling gegeven worden door het differentiëren van belastingtarieven (denk aan afvalbelasting), maar ook door het investeren in goede infrastructuur om uitwisseling van grondstoffen te verhogen. Een nauwe samenwerking tussen overheid en markt biedt een grote kans om de transitie naar een circulaire economie te versnellen.

Amsterdam Circle Scan: van visie naar actie In dit document worden de resultaten beschreven van de 'Amsterdam Circle Scan', een analyse van de kansen en uitdagingen voor een circulair Amsterdam. De uitkomsten dragen bij aan het verder uitwerken van de gemeentelijke ambities en agenda op het thema circulaire economie. De routekaart is een aanzet tot het in de praktijk stimuleren van de circulaire economie in de stad. Om tot een circulaire economie te komen, moeten we eerst inzicht krijgen in wat er in onze huidige economie niet circulair is. Dit document geeft inzicht in de grondstofstromen in de stad en metropoolregio. Het laat zien waar de verwerking van grondstoffen waarde toevoegt aan de lokale economie en slim worden hergebruikt, en waar

grondstoffen worden verspild. Het rapport richt zich op twee waardeketens met een significante impact, bijdrage aan de regionale economie en potentieel om circulair te worden ingericht, namelijk bouwmaterialen en organische stromen. Voor beide waardeketens wordt verkend hoe een circulaire toekomst eruit zou kunnen zien. Om de visie te concretiseren worden vier strategieën uitgewerkt en vertaald naar een op de stad en regio toegespitste routekaart met concrete actiepunten. Het rapport sluit af met aanbevelingen en vervolgstappen. Een belangrijke aanbeveling en vervolgstap betreft het verder meetbaar maken van de circulariteit om voortgang te monitoren. Het in deze studie toegepaste 'circulair indicatoren framework' biedt hiervoor een goed uitgangspunt.

Een vliegende start: voortbouwen op momentum De ambitie om een circulaire hotspot te worden is breed gedragen in Amsterdam. Niet alleen de gemeente is vooruitstrevend, ook burgers en bedrijven zetten zich enthousiast en daadkrachtig in voor de transitie naar een circulaire economie. De stad bruist van de circulaire initiatieven. Dat werd eens te meer duidelijk tijdens gesprekken die in de regio werden gevoerd om inbreng te verzamelen voor de toekomstvisies en actiepunten in dit document. Met deze actiepunten willen we een bijdrage leveren aan en voortbouwen op het momentum dat zich steeds duidelijker in deze regio laat voelen. We hebben in de actieagenda zoveel mogelijk aangesloten en voortgebouwd op de talrijke initiatieven die al in gang zijn gezet. Internationaal wordt Amsterdam als pionier gevolgd door andere steden in Europa en daarbuiten.

DE CITY CIRCLE SCAN METHODE

De City Circle Scan is een methode die steden richting geeft bij de ontwikkeling van een routekaart en actieagenda voor de praktische implementatie van de circulaire economie in de stad en regio. De methode bestaat uit vier fasen.



IN KAART BRENGEN VAN MATERIAALSTROMEN EN TOEGEVOEGDE WAARDE

Om een beter beeld te krijgen hoe circulair Amsterdam nu is, zijn de belangrijkste materiaal- en energiestromen en werkgelegenheid in de economische sectoren in de regio geanalyseerd. Amsterdam is geanalyseerd aan de hand van gegevens uit (regionale en nationale) statistieken en bronnen, aangevuld met interviews. De analyse levert inzichten op over de materiaalstromen in de stad, de activiteiten en plaatsen in de regio waar de belangrijkste ecologische impact behaald kan worden. Daarnaast geeft de analyse inzicht waar en hoe in de regio waarde kan worden gecreëerd en waar kansen liggen voor banengroei en economische ontwikkeling.

EVALUATIE EN SELECTIE VAN KETENS

In Fase 2 is een uitgebreide analyse uitgevoerd van de waardeketens die meerdere sectoren binnen Amsterdam met elkaar verbinden. De uitkomsten van Fase 1 vormden het uitgangspunt van deze analyse. Op basis van macro-economische statistieken is vastgesteld in welke ketens de grootste impact te behalen is vanuit circulair perspectief. Het resultaat was een lijst met ketens die geprioriteerd zijn aan de hand van de volgende indicatoren: ecologische impact, economisch belang en behoud van waarde en transitiepotentieel. Deze indicatoren worden ook aangehouden in het nationale programma Realisatie van Acceleratie naar een Circulaire Economie.

FASE
2

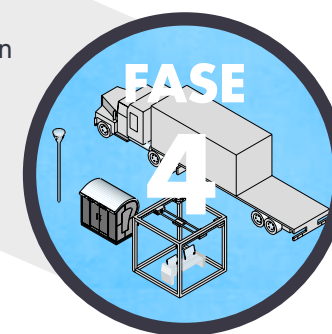


VISIEVORMING

In Fase 3 hebben we verkend hoe de twee ketens in een ideale circulaire toekomst zouden kunnen functioneren. Deze toekomstvisie geeft een beeld van hoe de ketens (en hun interacties met andere ketens) op dit moment anders zouden kunnen worden ingericht. Per keten zijn vervolgens vier strategieën voor circulaire economie geformuleerd. De toekomstvisie is getest in feedbacksessies en in gesprekken met diverse experts en betrokkenen in Amsterdam. De feedback die hieruit naar voren is gekomen is gebruikt om de toekomstvisie verder te verfijnen.

PROJECTSELECTIE EN FORMULERING VAN ACTIEPUNTEN

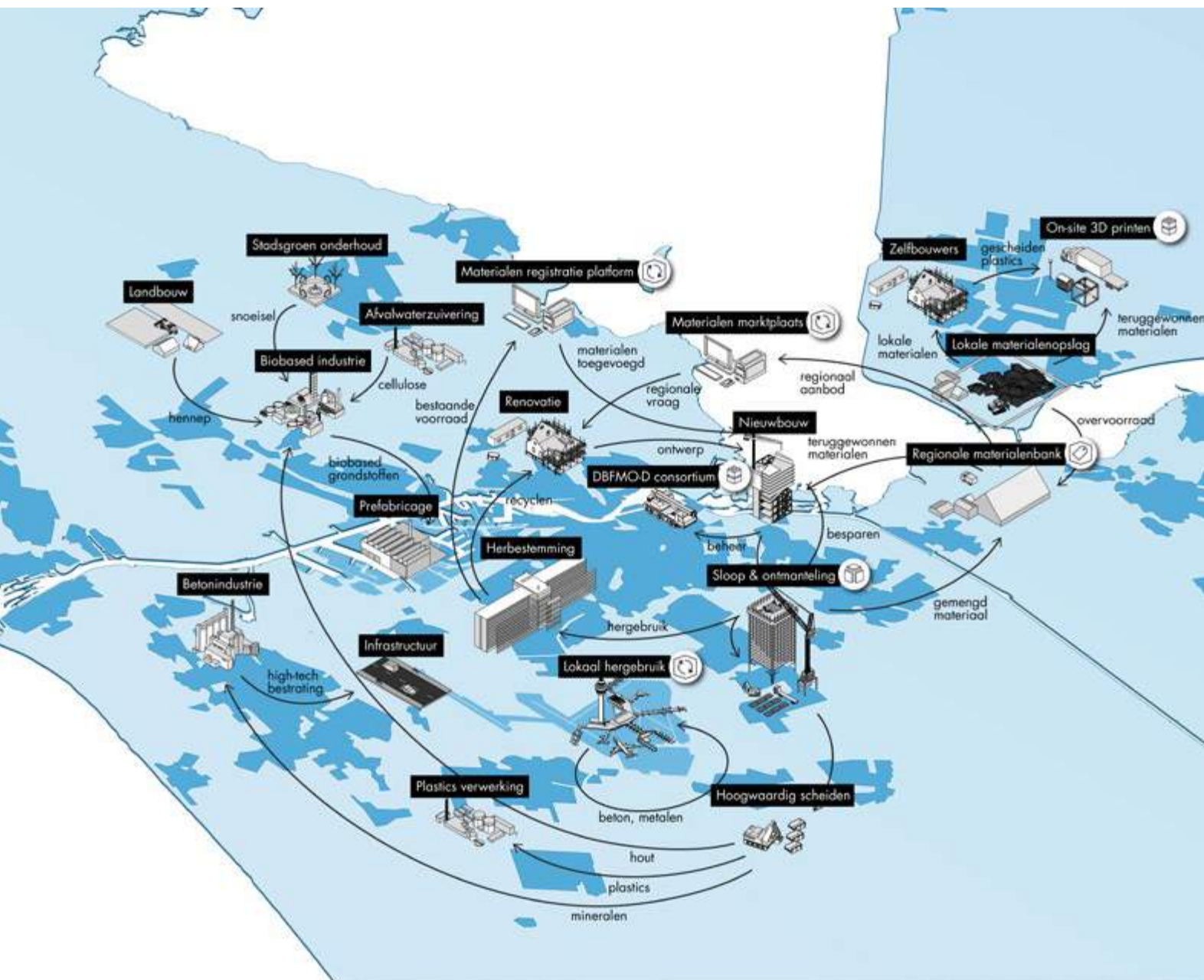
In Fase 4 is een actieagenda voor het starten van relevante circulaire projecten opgesteld, voorzien van een planning en implementatiestrategie. Het zijn allen projecten waarbij overheden, onderzoeksinstituten, bedrijven, ondernemers en burgers samenwerken aan het circulair maken van de twee ketens. Er zijn tijdspaden voor de acties en beleidsinterventies geformuleerd, waarbij is aangegeven welke betrokkenen onmisbaar zijn voor een geslaagde transitie. Ook zijn de acties beoordeeld op vier belangrijke effecten: (1) waardecreatie, (2) CO₂-reductie, (3) materiaalbesparingen, en (4) banengroei.



2. VISIE OP EEN CIRCULAIRE BOUWKETEN IN AMSTERDAM

Om een beeld te krijgen van hoe de bouw- en verbouwopgave in Amsterdam beter, hoogwaardiger en langduriger gebruik kan maken van materiaalstromen verkenden we een potentiële toekomstige inrichting van de bouwsector binnen Amsterdam. Deze toekomstvisie kwam mede tot stand op basis van gesprekken met experts en betrokkenen. Hun feedback werd gebruikt om de toekomstvisie verder te verfijnen. Het uitgangspunt van deze verkenning was om door middel van circulaire oplossingen de hoogst mogelijke waarde in de bouwketen te behouden. Dit hoofdstuk beschrijft vier strategieën die hiertoe gevolgd kunnen worden. Vervolgens worden deze strategieën in context van de regio geplaatst (door de koppeling met lokale initiatieven en een selectie van innovatieve marktpartijen). Verder wordt de koppeling gemaakt met handelingsperspectief voor de gemeente. Ook wordt ingegaan op waar de markt aan zet is en hoe de overheid hier faciliterend kan optreden. De routekaart beschrijft concrete actiepunten voor de gemeente en koppelt dit aan tijdslijnen en welke partijen een rol kunnen spelen bij de totstandkoming van die acties. De te realiseren impacts van implementatie zijn berekend voor (1) waardecreatie, (2) CO₂-reductie, (3) materiaalbesparingen, en (4) banengroei.

VISIE OP EEN CIRCULAIRE BOUWKETEN



In een ideale circulaire bouwketen worden de gebouwen zo ontworpen dat de materialen een zo lang mogelijke levensduur krijgen door middel van hergebruik of herbestemming. Invoering van een grondstoffenpaspoort zou een concrete maatregel zijn die zeer kan bijdragen aan het stimuleren van hergebruik doordat het transparantie vergroot om de potentiële herbestemming en de business case hiervan richting te geven. Verder is ketensamenwerking en ketenfinanciering belangrijk vooral omdat het bijdraagt aan een langere termijn die recht doet aan de gebruiksduur van gebouwen. Gevolg hiervan is dat economische, milieutechnische en maatschappelijke prestaties verbeteren.

Integrale planning is essentieel voor het realiseren van een circulaire toekomst. Het bouwen en slopen van gebouwen in Amsterdam moet op elkaar worden afgestemd, zodat de bouwmaterialen uit gesloopte gebouwen kunnen worden gebruikt in nieuwbouwprojecten en renovatieprojecten. Zo wordt het gebruik van nieuwe materialen in nieuwbouwprojecten tot een minimum beperkt. Ook biobased bouwmaterialen kunnen hierin een rol spelen. Lokaal geproduceerde biomassa kan een deel van deze markt bedienen bijvoorbeeld uit de productie van olifantsgras dat rondom Schiphol of op braakliggende terreinen in de haven wordt geproduceerd. Daarnaast is het belangrijk dat er naast lokale, ook nationale en internationale bronnen en productiemethodes van duurzame biobased materialen worden gebruikt. Nieuwe productiemethodes, waaronder het gebruik van 3D-printers kunnen lokale productie van gebouwen mogelijk maken. Dit kan ook de vraag naar biobased plastic vergroten, en daarmee de productie van biocomposieten stimuleren.

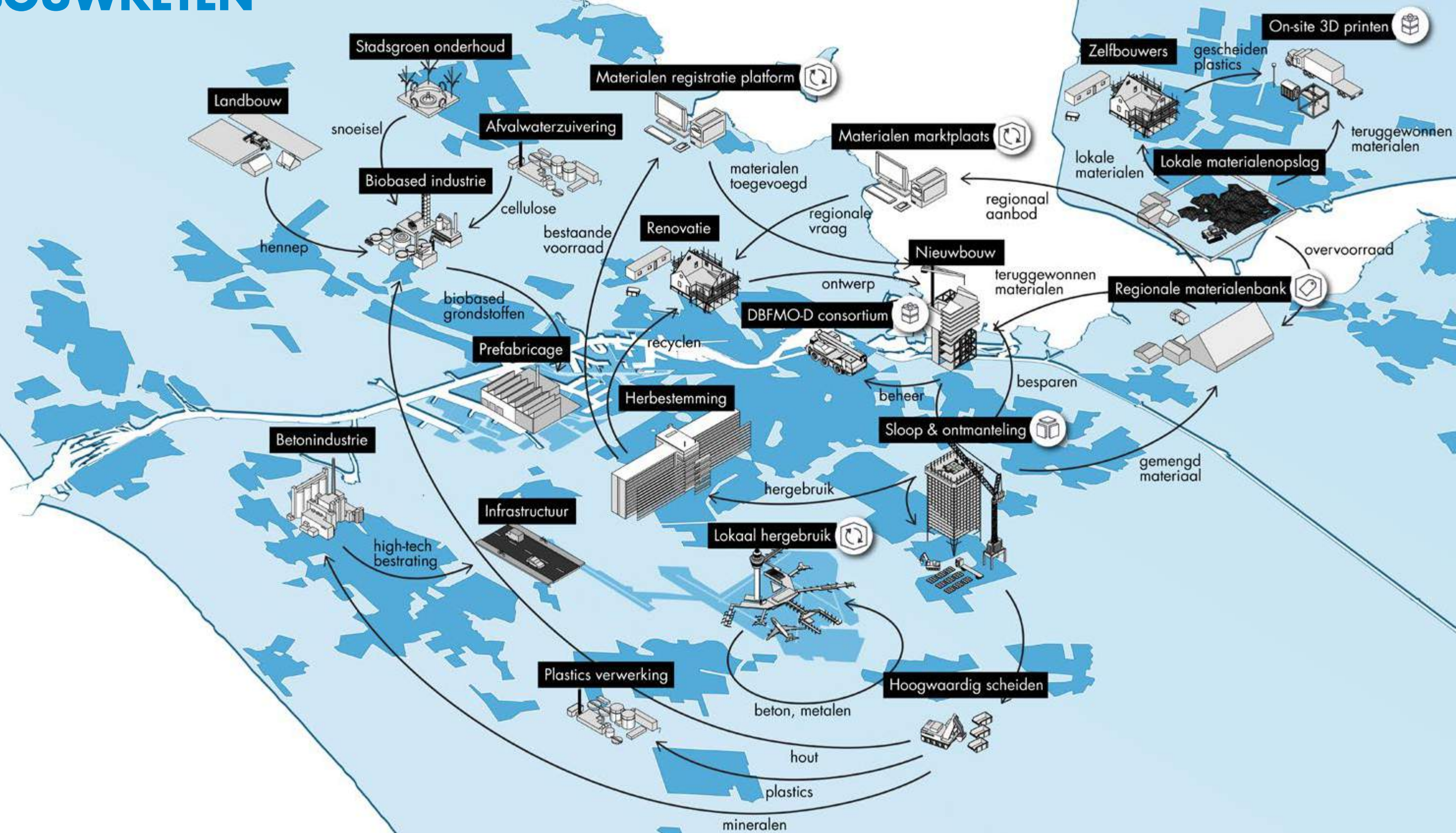
Gebouwen kunnen modulair worden geconstrueerd. De flexibiliteit van multifunctionele

gebouwen zorgt ervoor dat gebouwen een langere levensduur hebben ondanks de wisselende eisen van bewoners en gebruikers. Dit onderstreept de rol van architecten en projectontwikkelaars in het ontwerpen van gebouwen die geschikt worden gemaakt voor herbestemming. Modulair bouwen kan bijdragen aan snelle en kosteneffectieve aanpassing van de gebouwfunctie waardoor het mede kan bijdragen aan het tegengaan van leegstand. Het voorkomen van leegstand is een belangrijk uitgangspunt bij een optimale en winstgevende exploitatie.

In een circulaire Amsterdam wordt meer ingezet op slimmere sloop. Tijdens de sloop van gebouwen worden herbruikbare producten en materialen gescheiden, waardoor ze hun fysieke kenmerken en economische waarde behouden. Tijdens de scheiding is er een speciale plek ingeruimd voor het opslaan van materialen die rechtstreeks zullen worden gebruikt in de constructie van nieuwe gebouwen en renovatie van bestaande gebouwen. Hiervoor is een materialendatabase nodig, die wordt gekoppeld aan een online marktplaats, waar kopers gemakkelijk kunnen beslissen op basis van gegevens over de kwaliteit en kwantiteit. Materialen kunnen worden bewaard in fysieke opslagplaatsen (op bijvoorbeeld braakliggende terreinen) die dichtbij sloop- of nieuwbouwprojecten liggen.

De beschreven visie is verwerkt in een visuele weergave (zie hiernaast en vergroot op de volgende pagina), die de stromen in de stad visueel weergeeft. In de volgende paragraaf is de visie vertaald in strategieën en actiepunten, waarmee de stad middels markttechnische, technologische en bestuurlijke instrumenten, mogelijkheden creëert om de materiaalkringlopen in de bouwketen te sluiten.

VISIE OP EEN CIRCULAIRE BOUWKETEN



STRATEGIEËN VOOR EEN CIRCULAIRE BOUWKETEN

Vanuit de beschreven visie voor de bouwketen is een vertaling gemaakt in strategieën en actiepunten waarmee de gemeente het mogelijk maakt om de materiaalkringlopen in de bouwketen te sluiten.

(1) smart design

Slim ontwerpen van gebouwen zodat deze beter uitgerust zijn wanneer de bestemming van een gebouw verandert en materiaal kan worden hergebruikt.

(2) ontmanteling en scheiding

Efficiënt ontmantelen en scheiden van reststromen om hoogwaardig hergebruik mogelijk te maken.

(3) hoogwaardig hergebruik

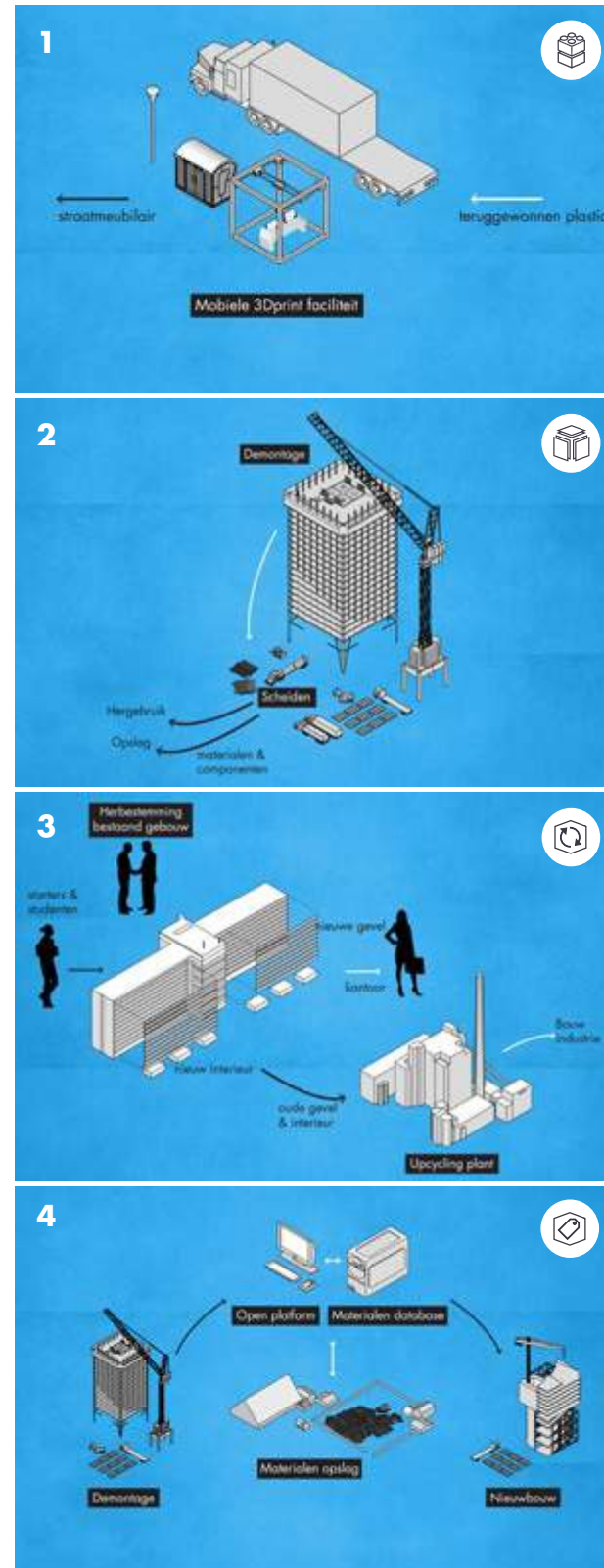
Het hoogwaardig terugwinnen en hergebruik van materialen en componenten.

(4) marktplaats en grondstoffenbank

Het uitwisselen van grondstoffen tussen marktpartijen om zo in nieuwbouw (hoogwaardige) restmaterialen te kunnen hergebruiken.

Deze circulaire strategieën worden toegelicht aan de hand van relevante bestaande activiteiten die momenteel in Amsterdam plaatsvinden. Daarnaast zijn vier strategieën weergegeven in een ruimte weergave, zie *ruimtelijke visie kaart*. Alhoewel de strategieën apart zijn geformuleerd, zijn ze gedeeltelijk verweven met elkaar. Het succesvol implementeren van hoogwaardig hergebruik is bijvoorbeeld afhankelijk van efficiënte ontmanteling en scheidingstechnieken.

In de volgende sectie worden de vier strategieën vertaald in een concrete routekaart actieagenda. In de actieagenda wordt nader toegelicht waar de gemeente invloed kan uitoefenen, welke andere marktpartijen betrokken kunnen raken en op welke termijn de transities kunnen plaatsvinden. Hierbij is een eerste advies geformuleerd op basis van de eerder beschreven onderzoeks- en analyseactiviteiten en interviews met stakeholders en experts.



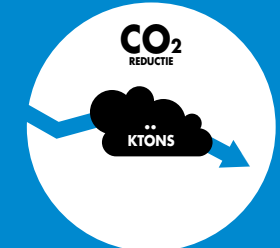
Uitleg indicatoren De effecten van de circulaire strategieën op milieu en economie zijn doorberekend voor een bouwopgave van 70 duizend huizen in Amsterdam. Hierbij wordt de impact gerealiseerd over een periode van vijf tot zeven jaar. Hiervoor zijn vier indicatoren gebruikt. (1) Netto toegevoegde waarde in miljoenen euro's (2) Netto banengroei in FTE (3) Materiaalbesparing berekend door waardebehoud in binnenlandse materiaal consumptie en (4) Reductie in CO₂-emissie. Deze zijn hieronder verder beschreven.

Netto toegevoegde waarde in euro's De circulaire strategieën stellen een aantal sectoren in Amsterdam direct in staat om meer toegevoegde waarde te realiseren: meer omzet en meer winst. Met "netto" wordt bedoeld dat in sommige gevallen ook een afname van toegevoegde waarde wordt berekend en via de ketenanalyse ook de indirecte effecten van alle andere sectoren zijn meegenomen.

Netto banengroei in FTE Een van de sociale aspecten van een toename van de circulariteit wordt onder andere vertegenwoordigd door het realiseren van banen (FTE, Full Time Equivalent). De banengroei wordt geschat op basis van de sectorale toename van toegevoegde waarde, de salarissen in die sector en de vraag naar lager-, middelbaar- en hoogopgeleide arbeidskrachten. Netto banengroei betekent dat de de banengroei een directe vermindering van werkloosheid inhoud.

Materiaalbesparing Gebruik van materialen wordt uitgedrukt in Domestic Material Consumption (DMC)*, die naast het gebruik in een gebied ook kijkt naar materialen die worden geïmporteerd en geëxporteerd. Afgezien van CO₂-emissie (die al expliciet is meegenomen) maakt DMC alle milieu-impactfactoren gerelateerd aan de circulaire projecten kwantificeerbaar.

CO₂-reductie De bekendste impact van economische activiteiten is de emissie van CO₂. De impact van de modules op de emissie wordt uitgedrukt in Global Warming Potential (GWP), een wereldwijd aangenomen maatstaf die de vermeden CO₂-emissie in de komende jaren, door een toename van circulariteit, over een periode van 100 jaar uitdrukt. Om de impact vergelijkbaar te maken met de jaarlijkse uitstoot in de regio is gekozen om de indicatoren om te rekenen naar jaarlijkse CO₂-uitstoot.



*Domestic Material Consumption, afgekort als DMC, is een veelgebruikte statistiek dat de totale hoeveelheid materialen meet die direct door een economie worden gebruikt. Het meet de jaarlijkse hoeveelheid materialen die worden onttrokken in het geografische gebied inclusief alle fysieke import en minus de fysieke export.

SMART DESIGN

Het slim ontwerpen (smart design) van gebouwen is belangrijk in de transitie naar een circulaire regionale bouwketen (EMF, 2015a). Inwoners verhuizen vaker en werkruimtes moeten regelmatig worden aangepast om te voldoen aan veranderende werkpatronen zoals mobiel werken en flexibele werktijden. Daarnaast is gebleken dat bedrijven sneller een ander pand betrekken dan het huidige pand renoveren. Deze factoren leiden tot een toenemende vraag naar flexibele en aanpasbare ruimten die aan de veranderende eisen van huurders en eigenaren kunnen voldoen. Ter illustratie van het concept gaan we dieper in op vier categorieën van smart design, te weten modulair en flexibel ontwerp, 3D-printen, biobased materialen en experimentele ruimte.

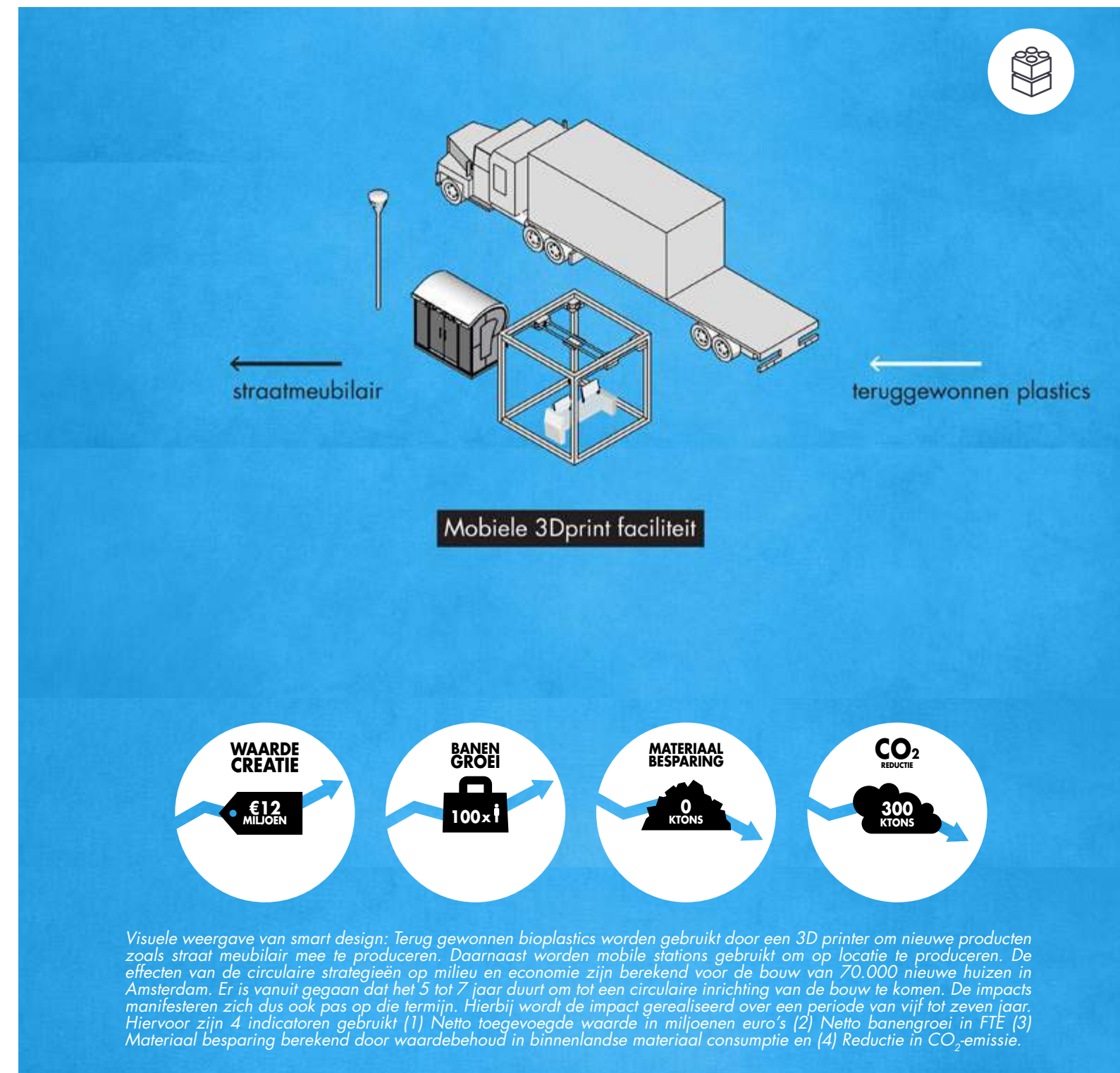
Modulair en flexibel ontwerp Een van de aspecten van smart design is een modulaire en flexibele aanpak, waardoor gebouwen kunnen worden aangepast op nieuwe gebruikers en andere toepassingen zonder dat dit ten koste gaat van de huidige veiligheidsrichtlijnen (Schoenborn, 2012). Deze ontwerpen leiden tot onroerend goed dat functioneler én duurzamer is en daarmee een beter inkomstenmodel biedt gedurende de gebruikperiode. Voorbeelden van integrale modulaire ontwerpen zijn Solid in Amsterdam van woningbouwvereniging Het Oosten, studentenhuysvesting Keetwonen in Amsterdam van TempoHousing en Park 20|20 dat Delta Development Group bij Schiphol realiseert.

Flexibel ontworpen huizen zijn vaak aantrekkelijker voor gebruikers omdat ze dergelijke woningen kunnen aanpassen aan hun veranderende levensstijl. Hubbel in Amsterdam bouwt modulaire ruimtes voor particulieren. Ook bedrijven geven de voorkeur aan flexibele kantoren omdat ze daardoor niet steeds hoeven te verhuizen als hun bedrijfssituatie verandert. Vooral start-ups en andere snelgroeiende bedrijven kunnen hiervan profiteren. Huren of kopen van flexibele kantoorruimte kan bovendien resulteren in een kostenbesparing (Cushman & Wakefield, 2013).

3D-printen Nieuwe technologieën, zoals 3D-printen, kunnen een baanbrekende rol spelen bij het reduceren van kosten en materiaalgebruik (EMF, 2015b). Dergelijke technologieën leiden in verwachting tot minder afval en bieden de mogelijkheid om nieuwe (o.a. bio-based) materialen te gebruiken. Het Amsterdamse architectenbureau DUS Architects is in samenwerking met Heijmans en Henkel het project '3D Print Canal House' gestart om de mogelijkheden van 3D-printen voor de bouwsector te onderzoeken. Het onderzoeksproject bekijkt verschillende bouwmaterialen, zoals gerecyclede constructiematerialen en steenafval (DUS, 2015).

Biobased materialen Nieuwe duurzame bouwmaterialen met een biologische herkomst kunnen bijdragen aan het ontwerpen van slimmere gebouwen. Door de meer dan 3 miljoen ton biomassa en organische reststromen die vrijkomen bij agrarische activiteiten in de metropoolregio Amsterdam kunnen significante hoeveelheden biocomposietmaterialen worden geproduceerd. Dit zou in ieder geval ruim voldoende zijn om in materiaalbehoefte voor de voorziene woninguitbreiding met 70.000 woningen te voorzien (CBS, 2014). Een interessant voorbeeld van duurzame bouwmaterialen is het werk van Waternet, die met belanghebbenden zoals NPSP en Cityblobbio composietcomponenten ontwikkelt. De gemeente Almere is al begonnen aan projecten waarbij bioafval wordt gebruikt om biocomposiet voor de bouwsector te genereren. De 60.000 m² aan gebouwen voor de Floriade in 2022 kan zo circulair mogelijk worden gebouwd door het gebruik van biomaterialen. Een ander interessant voorbeeld is het traject van Waternet waarin reststromen zoals bijvoorbeeld waterplanten omgezet worden in (bouw)producten.

Experimentele ruimte Wet- en regelgeving kan worden aangepast om het mogelijk te maken om op biobased, modulaire gebouwen met flexibele toepassingen te ontwikkelen (Acceleratio, 2015). Door aanpassing van de bouwvoorschriften krijgen ontwikkelaars meer



ruimte om te experimenteren en meer vrijheid om hun slimme ontwerpen in de praktijk te testen. Het succes van Park 20|20 is mede te danken aan de gemeente Haarlemmermeer, die flexibele voorschriften creëerde voor het terrein waarin innovatieve gebouwentwerpen konden worden

getest. In IJburg worden de mogelijkheden verrekend om een experimentele zone te creëren voor nieuwe ontwikkelingen. Deze free zones bieden een buitenkans voor start-ups, die met innovatieve concepten bezig zijn, en dragen bij aan de ambitie om van Amsterdam een start-up hub te maken.

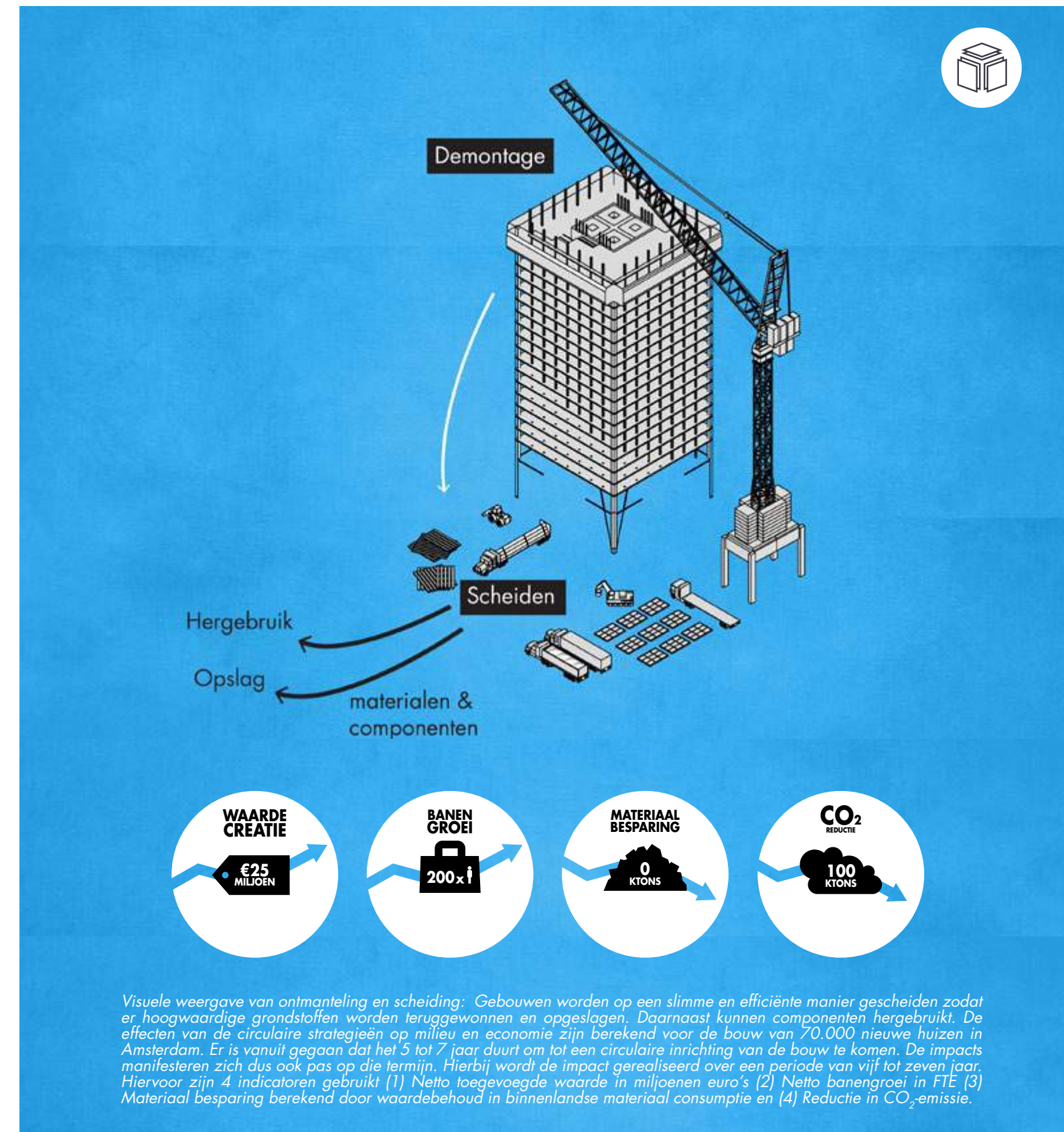
ONTMANTELING EN SCHEIDING

Door bestaande gebouwen op efficiëntere manieren te ontmantelen en de afvalstromen hiervan te scheiden, kunnen de materialen en componenten uit oude gebouwen beter worden hergebruikt. Een belangrijke, maar vaak genegeerde fase in de levenscyclus van een gebouw is het einde van de levensduur (*Acceleratio, 2015*). Tegenwoordig wordt er soms in contracten voor vastgoedontwikkeling een clause over onderhoud opgenomen, maar er wordt vrijwel nooit iets opgenomen over de kosten van het einde van de levensduur. Daardoor lijkt vernietiging met een kostprijs van slechts €20 tot €30 per vierkante meter momenteel de goedkoopste optie (*Circle Economy, 2015*). Door slimmer om te gaan met de sloop van gebouwen kunnen materialen in hoge kwaliteit worden gescheiden zodat ze niet vervuild raken door andere grondstoffen. Vanuit een circulaire benadering is het nodig om al in het ontwerp van gebouwen rekening te houden met ontmanteling. Het goed scheiden van de afvalstromen kan namelijk hoogwaardige recycling en hoogwaardig hergebruik van deze materialen mogelijk maken. Met name bij kleinschalige bouwprojecten zoals renovaties wordt hier nog weinig aandacht aan besteed omdat de kleine schaal het momenteel financieel onhaalbaar maakt. Echter door regionaal slimmer te gaan ontmantelen, en materialen en componenten beter te scheiden, komen er meer mono-stromen van materialen vrij, die hergebruik de moeite waard maken.

Ontmanteling In een circulaire bouwsector wordt door nauwe samenwerking de hele levensduur van een gebouw

georganiseerd, waarbij de kosten en baten van een langere levensduur eerlijker over de samenwerkingspartners worden verdeeld. De kosten en tijd voor de aanpak aan het einde van de levensduur van gebouwen kunnen worden getackeld in DBFMO-D (design, build, finance, maintain, operate and demolish) waarin niet alleen clauses voor het ontwerpen, bouwen, financieren, onderhouden en gebruiken van gebouwen, maar ook voor hun sloop zijn opgenomen (*Algemene Rekenkamer, 2013*). Dergelijke contracten maken het mogelijk de componenten en materialen in het gebouw opnieuw te gebruiken. Deze componenten en materialen kunnen vervolgens worden verkocht om de sloopkosten te compenseren. In Amsterdam zijn al bedrijven die zich specialiseren in ontmantelings- en sloopmethoden. Voorbeelden van deze bedrijven zijn VSM Sloopwerken, Sloopbedrijf Concurrant, Demolition Support Nederland, Oranje BV en Bentvelzen Jacobs.

Afvalscheiding Door het beter scheiden van bouw- en sloopafval kunnen materialen op een hoogwaardige manier worden teruggewonnen zodat de materialen niet zijn vervuild. Hybride afvalbeheersystemen, die individuele en centrale sorteermethoden combineren, kunnen leiden tot betere business cases. Bedrijven als Icova en Waltec BV bieden processen en technologieën om bouw- en sloopafval te scheiden. Nieuwe technologieën, zoals de Slimbreker van SmartCrusher BV, maken het mogelijk om beton te scheiden in zand, grind en cement. Daardoor neemt de waarde van de afzonderlijke materialen toe, waardoor betere recycling mogelijk is en hoogwaardiger nieuw beton kan worden geproduceerd.



HOOGWAARDIGE RECYCLING EN HERGEBRUIK

De bouwketen is verantwoordelijk voor 40% van de totale afvalstroom in Amsterdam (CBS, 2014). Hoewel meer dan 90% wordt gerecycled, wordt het overgrote deel van deze materialen gebruikt als grind voor wegen. Dit is een laagwaardige toepassing (Circle Economy, 2014). Hier ligt een kans voor hoogwaardig hergebruik. Ook kantoorpanden bieden mogelijkheden vanuit circulair perspectief. Op dit moment staat ongeveer een vijfde van de kantoorruimte in Amsterdam leeg, wat inefficiënt is wanneer men kijkt naar de gebruikte (financiële) middelen en grondstoffen (DTZ, 2015). Tegelijkertijd hebben de panden een groot financieel potentieel. De uitdaging is om de kansen voor hoogwaardig hergebruik van onderdelen en materialen in gebouwen en herbestemming van de gebouwen zelf in Amsterdam beter te benutten.

Beter hergebruik Bouw- en afvalmaterialen kunnen worden omgewerkt tot nieuwe producten. In Amsterdam kan daarvoor een speciale installatie worden gebouwd die hoogwaardige recycling van bouwmaterialen mogelijk maakt. In deze installatie zouden verschillende bedrijven uiteenlopende onderdelen van de stroom bouwafval kunnen verwerken en recycleren. Amsterdam kent al bedrijven, zoals Stonecycling, die samenwerken met bouwafvalbedrijven om steen en keramisch afval te recycleren tot bakstenen.

Demo schone bouwmaterialen Een ander voorbeeld is AEB Amsterdam. Zij gebruikt de inerte fractie-as die overblijft bij de verbranding van restafval om bouwstoffen te produceren. Volgend jaar zal AEB op demo-schaal een pilot starten om daarmee schone bouwmaterialen te creëren in een proces waarin CO₂ permanent wordt vastgelegd. Op dit moment wordt deze fractie gedowncycled voor gebruik in de wegenbouw, maar in de toekomst kan dit

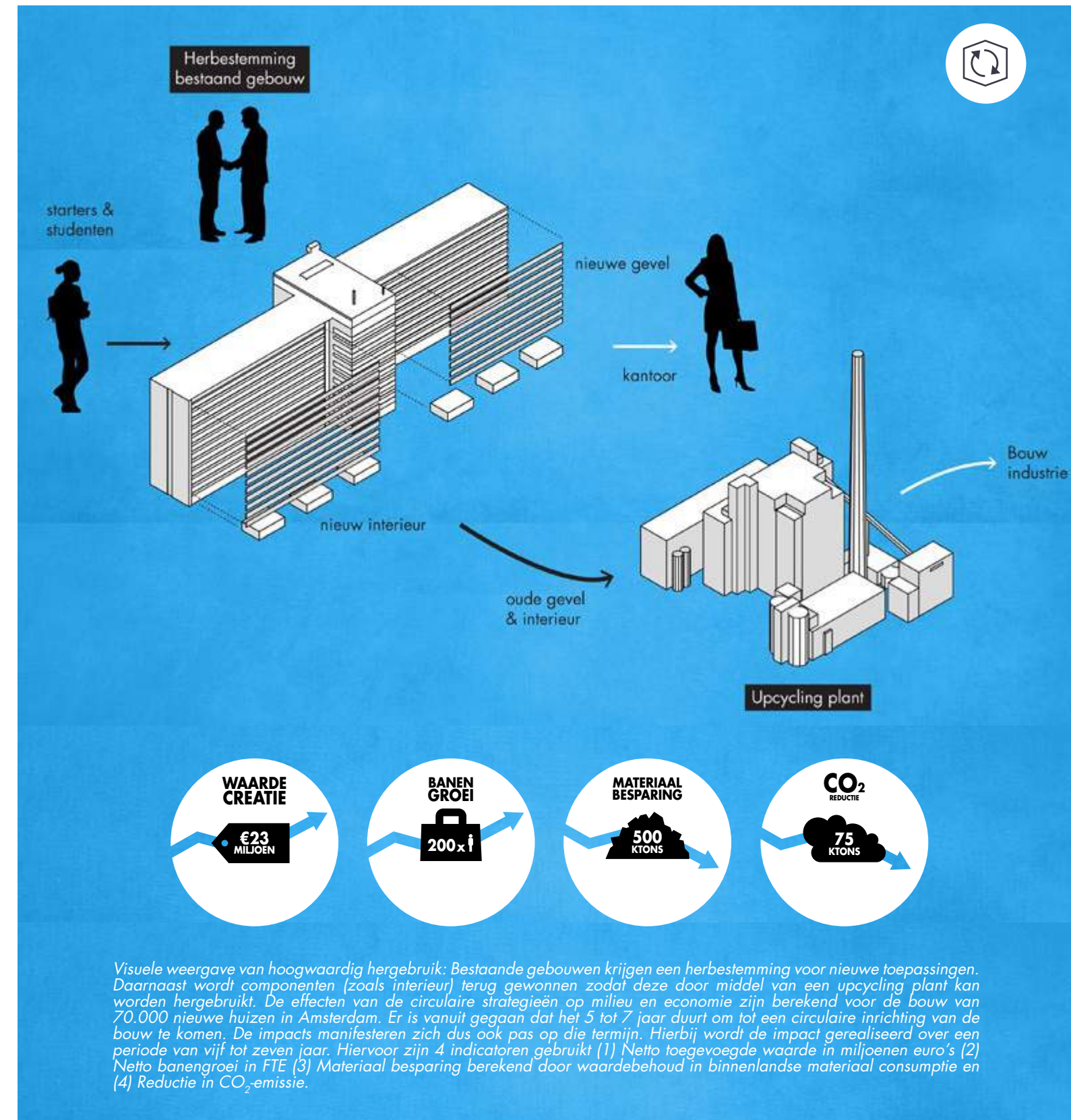
hoogwaardiger worden toegepast bijvoorbeeld als bouwmaterialen. Het gaat hier om een totale hoeveelheid van 300 duizend ton aan bouwmaterialen waarin 8 kiloton CO₂ wordt vastgelegd (AEB, 2015).

Materialen terugwinnen uit straatmeubilair en bestratingsmaterialen

De gemeente Amsterdam is bezig met het verwerven van kennis om door middel van aanbestedingscriteria meer materialen uit straatmeubilair terug te winnen (Zoals bij het project "De Straat van de Toekomst" in Amsterdam). Struyk Verwo recyclet oude betonnen bestratingen tot nieuwe producten die voor 75% uit gerecycled of hergebruikt beton bestaan (Struyk Verwo, 2015). Een dergelijke installatie kan verschillende bedrijven samenbrengen en in staat stellen om te experimenteren en hun technologieën uit te breiden. In Almere wordt gewerkt aan de bouw van een dergelijke installatie, bedoeld om materialen op hoogwaardige wijze te recycleren.

Herbestemmingen voor bestaande gebouwen

Overtollige en leegstaande gebouwen in Amsterdam hebben een groot aandeel in de materiaal- en energiekosten van de regio. Het wordt aangeraden om deze gebouwen te optimaliseren en een nieuwe bestemming te geven. Grote renovatieprojecten, zoals 'Stroomversnelling', tonen aan dat hoogwaardige renovatie van bestaande woningen een solide businesscase kan vormen. Dergelijke uitbreidings- en renovatieprojecten leiden tot aanzienlijk minder energieverbruik gedurende de resterende levensduur. Herbestemmingsprojecten in Amsterdam zijn bovendien aantrekkelijk voor de inwoners omdat ze de mogelijkheid bieden voor extra woonruimte.



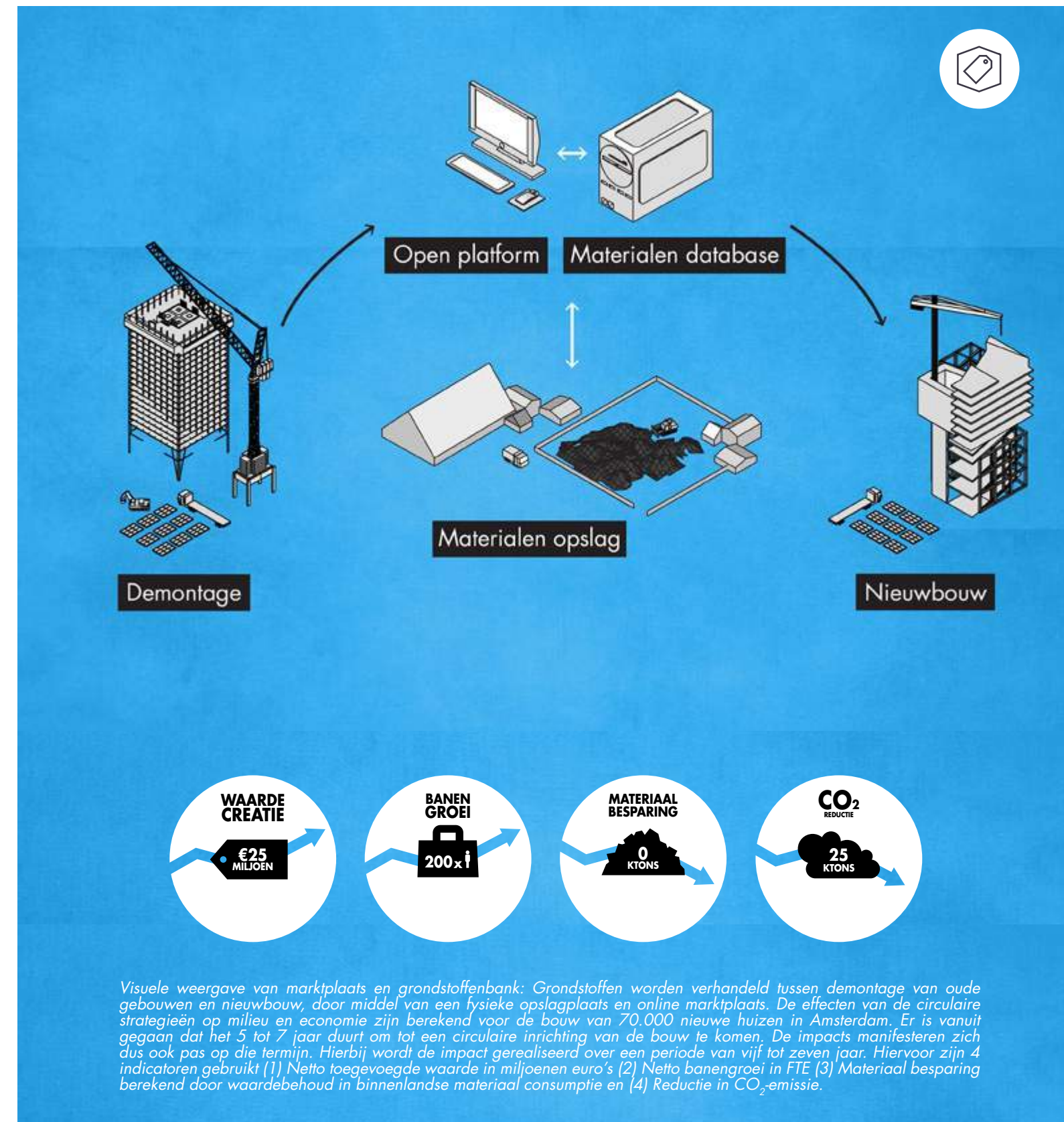
MARKTPLAATS EN GRONDSTOFBANK

Elk gebouw in Amsterdam kan worden gezien als een materialenbank vol waardevolle materialen, een moderne variant op de traditionele mijnen (United Nations University, 2014). Er blijft echter zelfs na ontmanteling, scheiding en recycling van de bouwmaterialen een kloof bestaan tussen de vraag naar en het aanbod van deze bronnen. Sloop- en ontmantelingsprojecten bieden belangrijke kansen voor de verwerking en het directe hergebruik van de teruggewonnen bouwmaterialen in nabijgelegen bouwprojecten. Het is echter vaak onduidelijk welke materialen er in bestaande of ontmantelde gebouwen aanwezig zijn en welke kwaliteit deze materialen hebben. Dat maakt hoogwaardig hergebruik een grote uitdaging. Er is behoefte aan een integrale online marktplaats en een ondersteunend logistiek systeem dat de uitwisseling van bouwmaterialen tussen de sloop-, bouw- en recyclingbedrijven in Amsterdam faciliteren. Daarnaast is er een fysieke locatie nodig waar deze materialen tussendoor kunnen worden opgeslagen, een zogenaamde 'Grondstofbank'.

Online marktplaats Via een online marktplaats kunnen vraag en aanbod van bouwmaterialen voor lokale bouwprojecten op elkaar worden afgestemd (door middel van GIS data) (Zhu, 2014). Los van de bouw-informatiebeheersystemen en gebouwspaspoorten kunnen dan de kwaliteit en kwantiteit van de materialen die in een specifiek gebouw zijn gebruikt en als sloopafval worden aangeleverd, gedocumenteerd en inzichtelijk gemaakt worden. Dit biedt mogelijkheden voor handel en uitwisseling van bouwmaterialen tussen partijen en moedigt meer hergebruik en hoogwaardige recycling aan. In het Verenigd Koninkrijk ontwikkelt het bedrijf Enviromate een online marktplaats waar bouwbedrijven afvalmaterialen van bouwprojecten kunnen uitwisselen en verhandelen. Een dergelijk systeem kan ook in Amsterdam worden ingezet. Voor nieuwe gebouwen in Park 20|20 bij Schiphol worden al materiaalpaspoorten ontwikkeld. Deze kunnen ook in de rest van de regio worden toegepast.

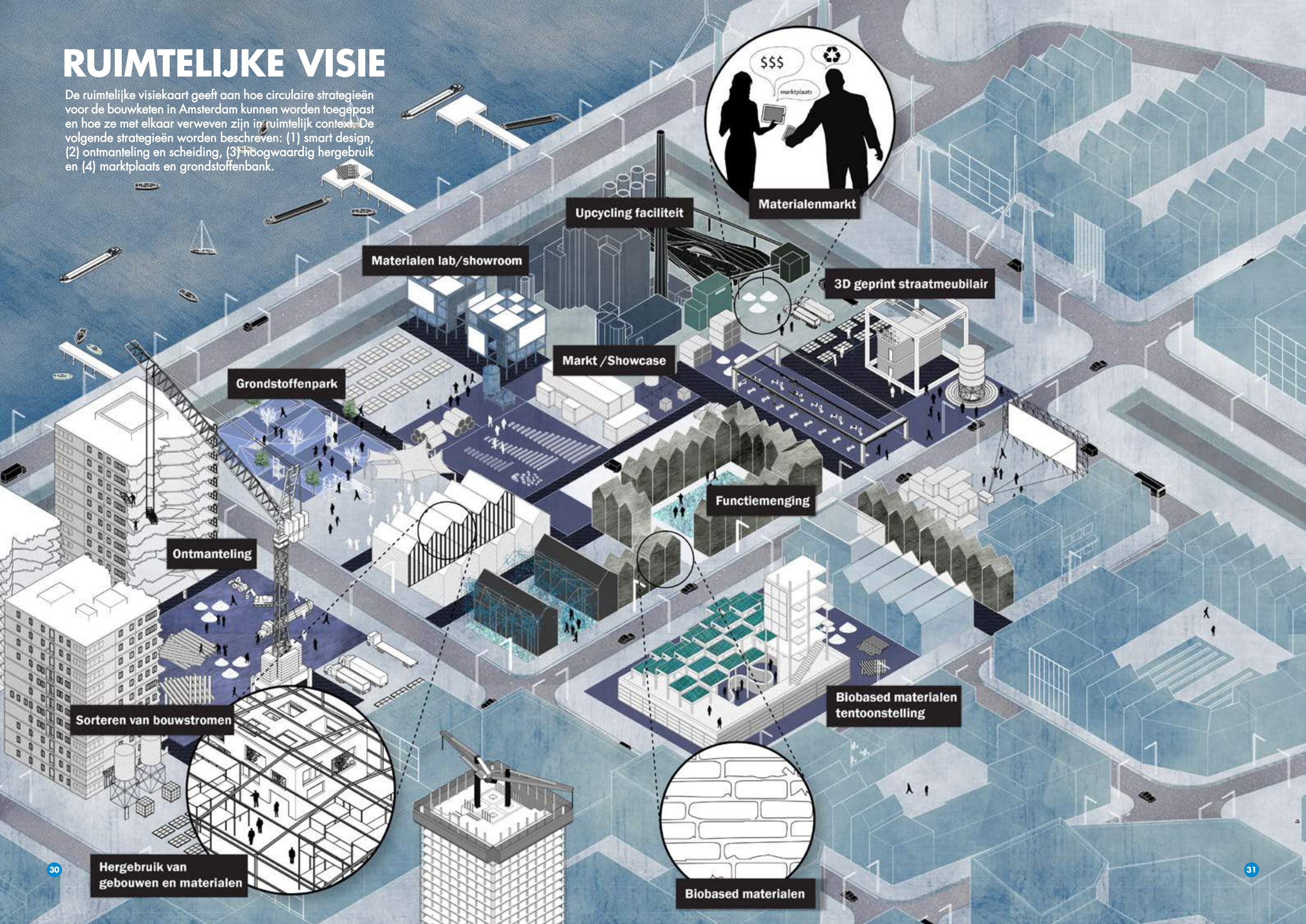
Logistiek voor inzameling Alleen een online marktplaats maakt het inzamelen en vervoeren van bouw- en sloopafval niet noodzakelijkerwijs makkelijker of goedkoper. Het materiaal is immers zeer divers en omvangrijk. Er is dan ook behoefte aan een geavanceerd inzamelingssysteem en aan intelligente logistiek, waardoor de bouwmaterialen gemakkelijk kunnen worden uitgewisseld. Omdat veel ontwikkelingslocaties in de buurt van waterwegen zijn gelegen, kan de haven van Amsterdam een centraal punt in dat logistieke systeem worden. Voor het vervoer kunnen rederijen worden ingezet. Veel logistieke bedrijven, zoals DHL en PostNL overwegen het aanbieden van reverse logistics voor uiteenlopende materiaalstromen. Bij reverse logistics moet worden gedacht aan het gebruiken van logistieke activiteiten voor het ophalen van goederen. Hiermee wordt de doorgaans lege vrachtwagen na levering benut voor het ophalen van afval.

Grondstofbank Momenteel bestaan er uitdagingen voor het tijdelijk opslaan van bouwafval bij bedrijven vooral omdat dit ruimte en daarmee investering vraagt. Een oplossing kan zijn om centraal een fysieke opslag van materialen (grondstoffenbank) in te richten waar de materialen, ook die worden verhandeld op de online grondstoffenmarktplaats, tijdelijk worden opgeslagen. Onbebouwde kavels rondom Amsterdam, zoals in de haven van Amsterdam en in Westpoort, Zaanstad en Almere, vormen ideale locaties om tijdelijk bouwafval op te slaan tot het wordt verhandeld via de online marktplaats. De provincie Limburg heeft ambities om een dergelijke Grondstofbank in te richten. Ontwerpers en architecten worden uitgenodigd om een catalogus met materialen te bekijken om te zien of ze nieuwe toepassingsmogelijkheden voor deze materialen kunnen bedenken. Verschillende bedrijven, zoals Brink Industrial, Repurpose, Turntoo en Icovia, werken bovendien aan hun eigen Grondstofbank.



RUIMTELIJKE VISIE

De ruimtelijke visiekaart geeft aan hoe circulaire strategieën voor de bouwketen in Amsterdam kunnen worden toegepast en hoe ze met elkaar verweven zijn in ruimtelijk context. De volgende strategieën worden beschreven: (1) smart design, (2) ontmanteling en scheiding, (3) hoogwaardig hergebruik en (4) marktplaats en grondstoffenbank.



BARRIÈRES

Veel van de manieren om te komen tot een circulaire economie kunnen op dit moment al winstgevend zijn maar voor opschaling staan vaak barrières in de weg. Beleid kan een belangrijke rol spelen in het opheffen van deze barrières. We onderscheiden vier typen barrières:

- Wet- en regelgeving** Bestaand beleid leidt bij veranderende marktomstandigheden vaak tot niet voorziene consequenties. Een voorbeeld is de wet milieubeheer (art. 1.1) die definities en mogelijkheden beschrijft wat in de wet als afval wordt aangemerkt en wat niet (Overheid, 2015).
- Cultuur** De circulaire economie vergt verregaande samenwerking tussen sectoren en ketens. Een gebrek aan brede netwerken tussen sectoren en een conservatieve cultuur en omgangsvormen kunnen een barrière vormen om snel tot succesvolle samenwerking te komen. Ook gevestigde belangen in sectoren kunnen hierin een rol spelen.
- Markt** Het bestaan van ‘split incentives’; de investeringen liggen bij een partij in de keten terwijl de baten elders in de keten liggen. Een andere marktgerelateerde barrière is kennisasymmetrie tussen partijen, bijvoorbeeld ten aanzien van het beschikbaar komen van secundaire grondstofstromen en de kwaliteit

ervan. Ook (het gebrek aan) beprijzing van externaliteiten waaronder CO₂ kan de markt zeer beïnvloeden. De laatste barrière die we in deze categorie willen benoemen is beperkte toegang tot financiering voor circulaire initiatieven.

Technologie Technologische ontwikkeling kent twee belangrijke uitdagingen. De opschaling van een kleine pilot naar commerciële schaal is vaak uitdagend. Ook de onderlinge afhankelijkheid en complexiteit van technologieën die gezamenlijk moet worden ontwikkeld kunnen een barrière vormen.

De barrières hebben belangrijke implicaties voor de mate waarin - vooral op korte termijn - enkele van de strategieën succesvol kunnen worden geïmplementeerd. Soms kunnen overheden deze barrières overwinnen, soms kan de markt de barrières slechten, maar in veel gevallen vereist de oplossing samenwerking, experiment en iteratie. Voor elk van de 4 hierboven beschreven strategieën staat hieronder per barrière aangegeven hoe groot de impact is. De inschatting van de ernst van de barrière komt uit inzichten verkregen uit de interviews en is verder gebaseerd op inschattingen van het onderzoeksteam. Voor de top 3 van voorgestelde acties gaat de routekaart in op mogelijkheden om deze barrières overwinnen.

STRATEGIE	TECHNOLOGIE	MARKT	WET- & REGELGEVING	CULTUUR
 SMART DESIGN				
 ONTMANTELING & INZAMELING				
 HOOGWAARDIGE HERGEBRUIK				
 MARKTPLAATS EN GRONDSTOFBANK				

Deze tabel geeft voor elke van de strategieën aan hoe groot de barrière is om naar circulaire economie te komen. (Bron: Inzichten uit interviews, literatuur (Acceleratio, 2015; EMF, 2015) en inschatting van het onderzoeksteam)

KLEINE BARRIÈRE	MIDDELGROTE BARRIÈRE	GROTE BARRIÈRE
-----------------	----------------------	----------------

Strategie
Barrière

Beschrijving

		Er zijn beperkte mogelijkheden om 3D-geprinte gebouwen of componenten te laten voldoen aan huidige regelgeving voor gebouwen. Het bouwbesluit bevat geen richtlijnen waarin wordt beschreven wordt dat ontwikkelaars moeten samenwerken met de stad, de huidige bewoners en toekomstige bewoners om een flexibel ontwerp plan te ontwikkelen (Rijksoverheid, 2011).
		Modulaire woningen zijn in de meeste gevallen alleen acceptabel voor sociale woningen. Deze zijn moeilijk te financieren omdat het inkomen van de huurder bescheiden is vergeleken met die van huurders van duurdere type woningen (Tempohousing, 2015).
		Financiering is moeilijk en het kan duurder zijn om nieuwe systemen of duurzame materialen te implementeren. Deze aanpak vereist een omslag van kostengericht denken naar een levenscyclusbenadering (Buildings, 2009)
		De snelheid waarmee technologische innovatie in de bouwsector plaatsvindt - vooral de ontwikkeling en toepassing van nieuwe materialen - is hoog (Sinopoli, 2010). Het 3D-printen is zo’n innovatie die in de bouwsector nog zeer beperkt wordt toegepast. De uitdaging bij opschaling is vooral om door schaalvoordelen kostenreducties te reduceren.
		Groene bouwmaterialen worden nu als nicheproduct gezien. Dit komt door een gebrek aan schaalvoordeel: er is nog niet genoeg vraag naar de technologieën, die nodig zijn om de kosten voor de productie te kunnen verlagen (Remodelling, 2008).
		De bouw/constructie industrie is een conservatieve sector waarbinnen nieuwe methodes en smart design voor gebouwen nog niet is geaccepteerd (Barkume, 2008).
		De kosten voor ontmanteling en inzameling kunnen 2.5 tot 3 keer zo hoog zijn als de kosten die gemaakt worden voor sloop. De kosten voor ontmanteling en inzameling vormen daarmee een barrière wanneer de meerwaarde van het terugwinnen van bouwmaterialen niet wordt gewaardeerd (Chini, 2002).
		Snelle en economische rendabele technieken zijn essentieel om ontmanteling en inzameling als standaardtoepassing te accepteren (Groothuis, 2014).
		Er is een gebrek aan informatie, ervaring en middelen om zowel voor ontmanteling als inzameling te ontwerpen.
		Veel gebouwen zijn ontworpen voor een levensduur van een aantal decennia. Hierbij is er geen rekening gehouden met wat er met het gebouw gebeurt na deze levensduur.
		Hoge belasting op arbeid en lage belasting op grondstoffen zorgt er voor dat het wordt ontmoedigd om herwonnen grondstoffen te gebruiken en daarnaast worden vaak arbeidsintensieve verwerkingsmethodes duurder (Rijksoverheid, 2011).
		Het Bouwbesluit bevat geen richtlijnen waarin wordt beschreven dat hergebruik en hoogwaardige recycling van bouwmaterialen verkozen zou moeten worden boven downcycling of verbranding (Rijksoverheid, 2011).
		Terugwinning van waardevolle materialen uit gebouwen is vaak niet economisch rendabel door conventionele bouwmethodes waar materialen vaak gecombineerd en gemengd worden wat terugwinning lastig of onmogelijk maakt. (Buildings, 2009).
		Bouwconstructies hebben vaak unieke dimensies en worden aangevraagd voor specifieke doeleinden waardoor het moeilijk is om deze voor andere doeleinden te gebruiken (Phys, 2015).
		In sommige gevallen is wederopbouw en hergebruik van een gebouw duurder en is de impact op de natuur groter dan het slopen en nieuw bouwen (Tempohousing, 2015).
		Er is geen transparantie en afstemming in de markt over de vraag en aanbod van (herwonnen) bouwmaterialen, waardoor er hoge transactiekosten worden gemaakt. Het is essentieel dat alle informatie op het gebied van gebouwproductie en montage proces beschikbaar blijft (Rijksoverheid, 2011).
		Er ontbreekt een markt voor herwonnen bouwmaterialen (Remodeling, 2008).

Overzicht van barrières in de bouwsector, gebaseerd op research, literatuur, interviews en inzichten van het onderzoeksteam.

ACTIEPUNTEN

Om tot een circulaire bouwketen te komen zijn de onderstaande acties als belangrijke interventies voor de Gemeente Amsterdam geformuleerd, die in samenwerking met verschillende partijen gerealiseerd kunnen worden. De acties komen voort uit de beschreven visie en de onderliggende strategieën voor de bouwketen en gekoppeld aan de eerder beschreven barrières.

SMART DESIGN

1. Toewijzen van proefprojecten in nieuwbouwwijken Nieuwe wijken zijn bij uitstek geschikt voor het testen van nieuwe concepten zoals smart design. De nieuwe ontwikkelingen in Centru-meiland in IJburg bieden een kans om andere bouwvoorschriften te testen. De gemeente heeft al een verkennend document met de titel 'Dromen over Centru-meiland' opgesteld (*Gemeente Amsterdam, 2014b*). Er zijn onder andere zelfbouw-kavels (waar bewoners meer controle hebben over de bouw van hun huis) in Centru-meiland toegewezen waarin de nieuwe bouwvoorschriften worden getest. De gemeente kan in haar gronduitgiftebeleid eisen stellen aan mate van circulariteit. In deze criteria kunnen bijvoorbeeld de minimale plafondhoogtes worden vastgelegd. Waarmee herbestemming voor gebouwen makkelijker is.

2. Gronduitgifte scoren aan mate van circulariteit Hoogwaardig hergebruikte producten, onderdelen en materialen vormen daarbij een belangrijk selectie-criterium. Grondprijskorting kan gegeven worden op projecten die maximaal scoren op circulariteit. Hierbij kan worden gedacht aan het gebruik van biobased isolatiematerialen, bouwmethoden met toepassing van 3D-printers, modulaire en flexibele ontwerpen voor funderingen en constructie-elementen.

3. Opstellen van aanbestedingscriteria voor smart design principes in grond weg en waterbouw De gemeente kan op basis van de uitkomsten van proefprojecten met smart design (in bijvoorbeeld IJburg en op basis van feedback van lokale stakeholders, aanbestedingscriteria, bouw-eisen en regels opstellen voor toekomstige ontwikkelingen in

Amsterdam. Het doel hierin moet zijn om een zo lang mogelijke levensduur van de gebouwen te realiseren, en de waarde na levensduur zo groot mogelijk maken door middel van terugwinnen van componenten en materialen. Hierbij moet rekening worden gehouden met de laagste impact op het milieu, op lange termijn. Een voorbeeld van een vergelijkbaar instrumentarium is CO₂-prestatieladder (*SKAO, 2015*). Als start kan de gemeente beginnen met de aanbesteding van nieuwe grond weg en waterbouw projecten.

4. Startups uitdagen om oplossingen voor smart design te ontwikkelen De gemeente Amsterdam kan voortbouwen op het zojuist gestarte 'Startup in Residence'-programma waarbij startups en bedrijven oplossingen zoeken voor lokale problemen (*SIR, 2015*). Hierbij kan worden gedacht aan een oplossing om simpel en gemakkelijker lokaal gerecyclede of afgeschreven materialen in de stad te gebruiken door middel van het inzetten van slim design. Hierbij kan gebruik worden gemaakt van kennis bij o.a. AEB over de afvalverwerking en ontwerpimplicaties.

ONTMANTELING EN INZAMELING

1. Vaststellen van aanbestedingscriteria van scheiding bij sloopprojecten De Bijlmer Bajes in Amsterdam wordt vanaf de tweede helft van 2015 tot 2016 aanbesteed door de Rijksoverheid. De gemeente kan dit sloopproject als pilot laten fungeren voor het gescheiden inzamelen, hergebruik en hoogwaardig recyclen van afval. Selectie criteria kunnen worden opgesteld om lokaal gebruik van bouw en sloop afval te stimuleren. Hierbij wordt betere ontmanteling gestimuleerd en wordt er meer waarde gecreëerd uit bouw- en sloopafval.

2. Initieer dialoog voor betere ontmanteling en afvalscheiding in sloopprojecten De gemeente kan een dialoog aangaan bij stakeholders van toekomstige sloopprojecten waarbij de gebouwen in fases worden verwijderd om de terugwinning van bouwmaterialen en onderdelen te maximaliseren.

3. Stimuleer lokale bedrijven in het verwerken en de retourlogistiek van afval De gemeente kan stimuleren dat lokale bedrijven meer zelfsturend zijn in afvalinzameling, zodat retailers zelf het initiatief nemen om hun reststromen te gebruiken. Bijvoorbeeld door dit te koppelen aan een materialenkaart, waar direct lokale vraag voor reststromen kan worden gevonden. Hiermee wordt de gemeente gedeeltelijk ontlast in het verwerken van afval.

HOOGWAARDIGE RECYCLING EN HERGEBRUIK

1. Aanpassen van bestemmingsplannen om multifunctionele gebouwen mogelijk te maken De gemeente kan gebieden met een bouwbestemming veranderen in gebieden met meerdere bestemmingen, zoals ArenaPoort en Oosterdokseiland in Amsterdam. Daardoor ontstaat er meer flexibiliteit om gebouwen aan het einde van hun levenscyclus een nieuwe bestemming te geven.

2. Innovatietrajecten bieden voor renovatie- en herbestemmingsprojecten voor bestaande gebouwen De gemeente kan middels innovatie trajecten marktpartijen vragen bestaande gebouwen (op creatieve manieren) her te bestemmen. Hierbij kan worden begonnen met leegstaande schoolgebouwen, of andere gebouwen die de gemeente in beheer heeft.. Om dit proces te versnellen kan de gemeente richtlijnen opstellen die bedrijven verplichten om gebouwen te renoveren of herbestemming voor soortgelijke of nieuwe toepassingen te vinden. Renovatie wordt bijvoorbeeld al toegepast om panden energieneutraal te renoveren (*LALOG, 2014*).

3. Opstellen van richtlijnen en doelen voor hoogwaardige hergebruik van bouwafval Om te zorgen dat bouwafval op een hoogwaardige manier wordt hergebruikt, kan de gemeente richtlijnen en doelen vaststellen ten aanzien van de hoeveelheid gerecyclede of hergebruikte bouwmaterialen in nieuwe bouwprojecten.

4. Stuur in afvalverwerking contracten op hoogwaardig hergebruik Bij het aangaan van afvalverwerkingscontracten kunnen afspraken worden opgenomen rondom de wijze van verwerking waarbij kan worden gestuurd op hoogwaardige verwerking waarmee marktvraag kan worden gecreëerd.

MARKTPLAATS EN GRONDSTOFBANK

1. Initiëren van een 'materiaalshowroom' voor bouwafval Gezien het feit dat een groot deel van bouwprojecten en initiatieven voor stedelijke ontwikkeling plaatsvinden in de buurt van water én dat het Havenbedrijf Amsterdam ambities heeft om zich te ontwikkelen tot een hub voor circulariteit is het denkbaar dat braakliggende gebieden kunnen worden aangewend voor (tijdelijke) opslag voor bouwafval. Hier zou de gemeente kunnen samenwerken met stakeholders om tijdelijk opslag van bouwafval mogelijk te maken. De gemeente kan bovendien de innovatie op het gebied van logistiek, en het vermarkten van materialen verhogen door het inzetten van innovatie prijsvragen, of projecten zoals "startup in residence".

2. Faciliteren van de uitwisseling en het gebruik van hoogwaardige bouwmaterialen De gemeente kan de uitwisseling van bouwmaterialen tussen bouwbedrijven en afvalbedrijven faciliteren door bijvoorbeeld - mede initiatief te nemen voor - het opzetten van een online marktplaats.

3. Bedrijven stimuleren een materiaalpaspoort te gebruiken De gemeente kan bouwbedrijven bij toekomstige bouw- en ontwikkelingsprojecten stimuleren om te registreren en te melden hoe veel materialen worden gebruikt en van welk type de materialen zijn. Er kan hierbij worden gestuurd door bijvoorbeeld grondprijz korting te geven. Deze informatie kan dan beschikbaar worden gesteld tijdens de sloop, aan het einde van de gebruiksduur van een project. Afvalbeheerbedrijven weten daardoor welke materialen beschikbaar zullen komen.

ACTIEPUNTEN TOP 3

Uit de interviews en gesprekken met betrokken stakeholders in de regio zijn de in de tabel weergegeven 3 actiepunten geselecteerd. Hierbij is rekening gehouden met 4 belangrijke effecten: (1) waardecreatie, (2) CO₂-reductie, (3) materiaalbesparingen, en (4) banengroei die zijn berekend voor de 4 strategieën. Bij de maatregelen is verder rekening gehouden met de barrières die geïdentificeerd zijn voor de bouwketen, en de rol die de gemeente kan vervullen. Zo kan de gemeente een belangrijke rol spelen

door te sturen in de gronduitgifte en het bestemmen van locaties voor tijdelijke opslag van materialen (actiepunt 1). Ook het optreden als launching customer via het inkoopbeleid bijvoorbeeld gericht op de ontwikkeling maar ook verbouw van de gemeentelijke gebouwportefeuille (actiepunt 2). Als laatste is gekeken hoe de gemeente een bijdrage kan leveren aan de ontwikkeling van bouwspaspoort en de toepassing hiervan in de eigen portefeuille (actiepunt 3).

	1 FACILITEREN VAN GRONDSTOF- EN MATERIALENOPSLAG	2 STIMULEREN VAN HOOGWAARDIG- HERGEBRUIK DOOR HET ZIJN VAN EEN LAUNCHING CUSTOMER EN ONTWIKKELING VAN AANBESTEDINGSRICHTLIJNEN	3 STIMULEREN VAN GRONDSTOFFPASPOORTEN EN BIJDRAGEN AAN ONTWIKKELEN VAN RICHTLIJNEN
	Het matchen van vraag en aanbod van bouwmaterialen en grondstoffen vraagt om tijdelijke opslag. Vooral omdat het beschikbaar komen van volumes materialen niet synchroon loopt met de vraag. Een mogelijke rol van de overheid kan zich richten op twee aspecten. Enerzijds is er behoefte aan fysieke plaatsen voor opslag. De toewijzing van plaatsen via gronduitgifte door de gemeente kan hierin een rol spelen. Gezien de verwachte volumes zijn locaties gelegen aan waterwegen hiervoor ideaal omdat transport over water vervoer over de weg vervangt. Tegelijkertijd kan de overheid een faciliterende rol spelen in het opstellen van de voorwaarden waar materialen aan moeten voldoen om voor opslag en hergebruik in aanmerking komen.	Hoogwaardighergebruik van bouwmaterialen kan in de huidige vroege fase van ontwikkeling vanuit de overheid op twee manieren worden gestimuleerd. De overheid kan een bijdrage leveren aan het ontwikkelen van aanbestedingsrichtlijnen en bouwvoorschriften waarin specifieke voorschriften zijn geformuleerd gericht op hoogwaardig hergebruik. Ook kan de overheid een rol spelen als launching customer voor het gebruik van hergebruikte materialen. Jaarlijks wordt er door de gemeente 1,5 miljard aanbesteed onder andere in de ontwikkeling van GWW (grond- weg- en waterbouw). Ook kan naast het bijdragen aan fysieke plaatsen van grondstof en materialen opslag worden gewerkt aan een online platform voor het verhandelen van bouwmaterialen en het matchen van vraag en aanbod.	Een grondstofpaspoort voor gebouwen geeft een overzicht van gebruikte materialen, processen en mogelijkheden voor hergebruik. De overheid kan stimuleren dat een (minimale versie) van grondstofpaspoorten wordt geadviseerd of verplicht wordt gesteld voor nieuwbouwprojecten. Ook zou de gemeente grondstoffenpaspoorten kunnen invoeren voor de eigen vastgoedportfolio. Tevens kan de gemeente - vanuit haar overheidsrol - bijdragen aan de verdere ontwikkeling van richtlijnen voor paspoorten bijvoorbeeld hoe het gebruik van paspoorten een voorwaarde kan zijn bij vastgoedontwikkeling en landuitgifte.
AANSLUITING BIJ PROJECTEN	Door heel het land zijn verschillende initiatieven om fysieke grondstofbanken te organiseren. Individuele bedrijven beginnen nu ook met het opzetten van hun eigen grondstofbanken die ze vormen met bedrijven die in hun eigen keten zitten. Amsterdam kan innovatie faciliteren door een breed gedragen materiaalopslagplaats te realiseren. De logistieke uitdagingen sluiten aan op het manifest en initiatief om de logistieke Westas een belangrijke rol in de circulaire economie te geven. (ALB, 2015)	Er is een belangrijke rol weggelegd voor de materiaaldienst van de gemeente. Daarnaast zijn er zijn diverse partijen die innoveren in gebruik van herwonnen hoogwaardige materialen, zoals Stonecycling. Ook Struyk gebruikt oude betonnen bestrating. De gemeente kan meer van deze partijen bij elkaar brengen en in staat stellen om te experimenteren en hun technologieën uit te breiden. Verder linkt dit aan het lopende project CO Green in Slotervaart waar lokaal 95% van bij sloop vrijgekomen materiaal lokaal hoogwaardig is hergebruikt. Daarnaast is het verbonden met Cirkelstad Amsterdam waar lokaal projecten op het gebied van circulair bouwen, renoveren en slopen worden gerealiseerd en waar mogelijk additionele banen worden gerealiseerd (Cirkel Stad, 2015).	Enkele bouwbedrijven in Nederland experimenteren op dit moment met grondstofpaspoorten. In de directe omgeving van Amsterdam zijn dat bijvoorbeeld park 20/20 een vastgoedproject gerealiseerd door Delta Development, Reggeborgh en VolkerWessels. Daarnaast zijn er vergaande ideeën om deze principes in Buiksloterham toe te passen.
INVESTERINGEN EN RESULTATEN	Een vervolganalyse is nodig om te zien hoe bouwstromen in de stad zich zullen ontwikkelen zowel waar grote slooppjecten en waar nieuwbouw plaatsvindt. Een dergelijke analyse aangevuld met beschikbare kennis van de bestemmingsplannen en structuurvisie vormt input voor het toewijzen van plaatsen voor de (tijdelijke) opslag van grondstoffen. De daadwerkelijke exploitatie en organisatie van deze sites kan zowel door marktpartijen als door de gemeente - of in publiek-privaat - worden georganiseerd. Afhankelijk van de gekozen richting is de precieze rol van de gemeente te bepalen.	Het ontwikkelen van criteria voor bouwvoorschriften en het toezien op naleving vraagt om meer inzet vergeleken met de huidige situatie. Eventueel kan de gemeente via het AKEF of een fonds voor circulaire ontwikkeling mede investeren in nieuwe verwerkingstechnologieën. Voorwaarde voor deze bijdrage kan zijn dat de activiteiten in de gemeente Amsterdam worden gevestigd zodat eventuele werkgelegenheid ook in de stad wordt gerealiseerd.	De investering vanuit de gemeente zou in eerste instantie vooral bestaan uit het beschikbaar stellen van tijd voor gemeente ambtenaren om te bedenken hoe het grondstoffenpaspoort voor gebouwen kan worden verankerd in beleid. Voor de registratie van het paspoort zijn faciliteiten nodig zoals die nu door het Kadaster worden verleend. Mogelijk dat de introductie van paspoort ook investering vergt om deze systemen uit te breiden of aan te passen.
STAKE- HOLDERS	Gemeente, Havenbedrijf, samenwerkingsverband Cirkelstad, "start-up in residence", Westas partners, AEB.	Bouw- en afvalbedrijven, zoals BAM, Heijmans, AEB, Van Gansewinkel, Icovia en Stonecycling, Cirkelstad. Dutch Green Building Council.	Bouw-, afval- en ICT-bedrijven, zoals BAM, Heijmans, AEB, Van Gansewinkel, Icovia en Stonecycling, IBM, Delta development group.

ROUTEKAART BOUWKETEN



PIJLEN

De pijlen geven een indicatie op welke termijn een actie kan worden ingezet en op welke termijn impact is te verwachten als gevolg hiervan. Daadwerkelijke implementatie van de acties en te verwachten impact is afhankelijk van vele factoren waaronder de snelheid waarmee de markt actie onderneemt, de snelheid waarmee opschaling plaatsvindt, etc.

BARRIÈRES

Technologie Markt Regelgeving Cultuur

POTENTIËLE ECONOMISCHE EN MILIEU IMPACT VAN EEN CIRCULAIRE BOUWKETEN IN AMSTERDAM VERGELEKEN MET EEN LINEAIR SCENARIO

De economische activiteit van de metropoolregio Amsterdam bedraagt jaarlijks 106 miljard euro, waarvan de stad Amsterdam 47 miljard voor haar rekening neemt (2013) (CBS, 2015)*. De bijdrage van de bouwsector aan deze verdien capaciteit is 1,7 miljard euro per jaar. Voor de periode tot 2040 heeft Amsterdam plannen om 70.000 nieuwe woningen te realiseren (Amsterdam, 2011). Deze nieuwbouw dient deels ter vervanging van bestaande huizen die worden gesloopt en deels om groei te accommoderen. Gebaseerd op de strategieën die kunnen bijdragen aan het circulair vormgeven van bouwactiviteiten in Amsterdam is een macro-economische analyse uitgevoerd. De uitkomsten geven inzicht in de effecten die implementatie van deze circulaire strategieën kunnen hebben op de economische groei, werkgelegenheid, de besparing van materiaalgebruik en reductie van de uitstoot van broeikasgassen.

Het berekende 'circulaire scenario' geeft inzicht in de effecten ten opzichte van de autonome (lineaire) groei in de Amsterdam. Hierbij zijn directe en indirecte effecten van circulaire strategieën meegenomen. Een voorbeeld hiervan is dat kostenbesparing voor bouwmaterialen zoals cement door efficiëntieverbetering kan leiden tot hogere uitgaven aan machines waarvoor ook materialen nodig zijn. Het netto effect van de efficiëntieverbetering kan zo lager uitvallen dan het directe effect. De productiviteitsgroei voor de bouwsector in Amsterdam laat in tegenstelling tot andere sectoren juist een krimp van 2,8% zien over de periode van 2005 tot 2012.

Een volledig circulair ingerichte bouwketen kan voor de stad Amsterdam leiden tot een toename in de productiviteitsgroei van 3%, ofwel een waardecreatie van 85 miljoen euro per jaar.

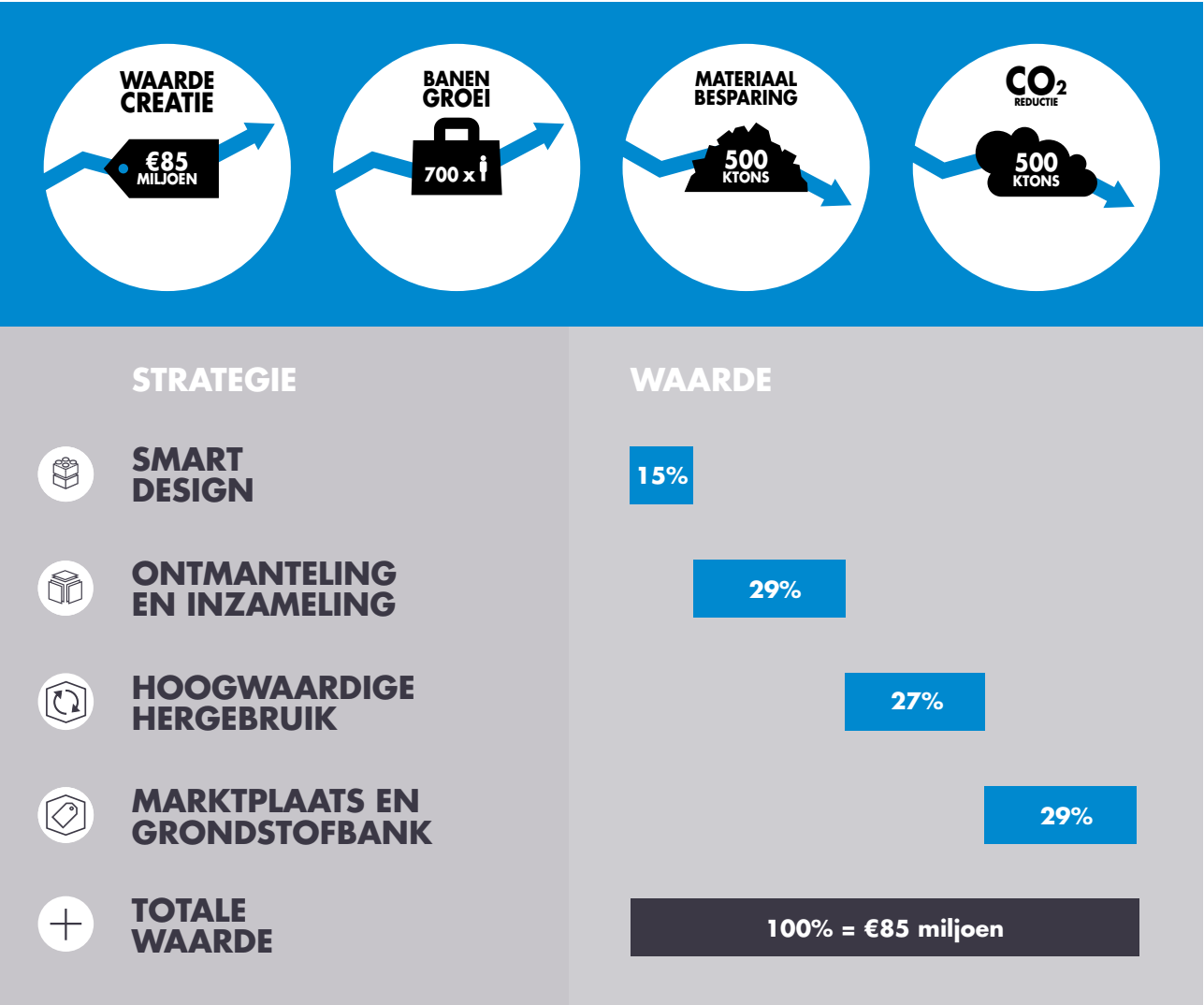
Afgezet tegen de daling van 2,8% gedurende 2005-2012 is dit zeer significant te noemen. Deze toegevoegde waarde is echter niet van de een op de andere dag te realiseren. Afhankelijk van de voortvarendheid waarmee bedrijven een circulaire werkwijze adopteren en het beleid hiervoor de juiste randvoorwaarden schept is te verwachten dat de negatieve groei in een periode van 5 tot 7 jaar zou zijn om te buigen naar de groei van 3% per jaar. Deze economische groei wordt voor een groot deel gerealiseerd door groter waardebehoud als gevolg van materiaal hergebruik en efficiencyverbetering.

Met de productiviteitsgroei ontstaan tevens kansen voor de werkgelegenheid. Deze ontstaat bijvoorbeeld door grotere vraag naar gerichte sloopactiviteiten die meer mankracht vereisen. Zo wordt bijvoorbeeld de retourlogistiek complexer. Niet, zoals momenteel gebruik, de afvoer van slechts een container sloopaafval maar een sortering van verschillende fracties die naar diverse opwerkingslocaties worden getransporteerd, daar worden verwerkt of geupgrade en hun weg terug vinden naar nieuwbouw. Voor de werkgelegenheid betekent dit dat er in totaal ongeveer 700 extra arbeidsplaatsen in de stad kunnen worden gerealiseerd. Dit is dus een structurele uitbreiding van het aantal arbeidsplaatsen. Voor het grootste deel zijn dit arbeidsplaatsen voor laag- of middelbaar opgeleid personeel. Afgezet tegen de huidige 75 duizend arbeidsplaatsen in de Amsterdamse bouwsector zou dit met ongeveer 1% een grote bijdrage kunnen betekenen. Dat betekent dat de werkloosheid (gemiddeld 8,1% in Amsterdam) in de bouwsector met 10% daalt.

De geschetste verbetering van het hergebruik van materialen en daarmee samenhangend

groter waardebehoud leidt tot significante materiaalbesparing van 500 duizend ton voor de nieuwbouw van de 70 duizend woningen in Amsterdam. Afgezet tegen de huidige jaarlijkse import van 1,5 miljoen ton aan mineralen voor de gehele metropoolregio is dit als zeer

significant te kenmerken. Samenhangend met de materiële besparing is de verwachte reductie van broeikasgasemissies in de orde van een half miljoen ton CO₂, dit is gelijk aan 2,5% van de jaarlijkse CO₂-uitstoot van de stad Amsterdam per jaar.



*In deze studie zal waardecreatie van circulaire initiatieven worden vergeleken met de totale toegevoegde waarde tegen basisprijzen worden uitgedrukt, NIET met het Bruto Regionaal Product. In dit hoofdstuk is een TNO-analyse toegepast waarbij de aannames uit de volgende bronnen zijn gebruikt: (2014) Macro-level Indicators to monitor the environmental impact of innovation. EMInn (Environmental Macro-Indicators of Innovation) THEME [ENV.2011.3.1.9-3], FP7 project for the EU; O. Ivanova, M. Chahim. (2015) CBS statline.

Potentiële economische en milieu impact van een circulaire keten in Amsterdam vergeleken met een lineair scenario zijn doorberekend voor Amsterdam. Hierbij wordt de impact gerealiseerd over een periode van vijf tot zeven jaar. Hiervoor zijn 4 indicatoren gebruikt (1) Netto toegevoegde waarde in miljoenen euro's (2) Netto banengroei in FTE (3) Materiaal besparing berekend door waardebehoud in binnenlandse materiaal consumptie en (4) Reductie in CO₂-emissie. De waarden voor de 4 indicatoren zijn weergegeven in de 4 cirkels. In de staafdiagram is de spreiding in toegevoegde waarde weergegeven.



Smart design

- grote projecten
- nieuwbouw uitbreiding



Ontmanteling & inzameling

- nieuwbouw verdichting
- bestaande bouw vervanging



Hoogwaardig hergebruik

- bestaande bouw functieverandering
- leegstaand kantoor

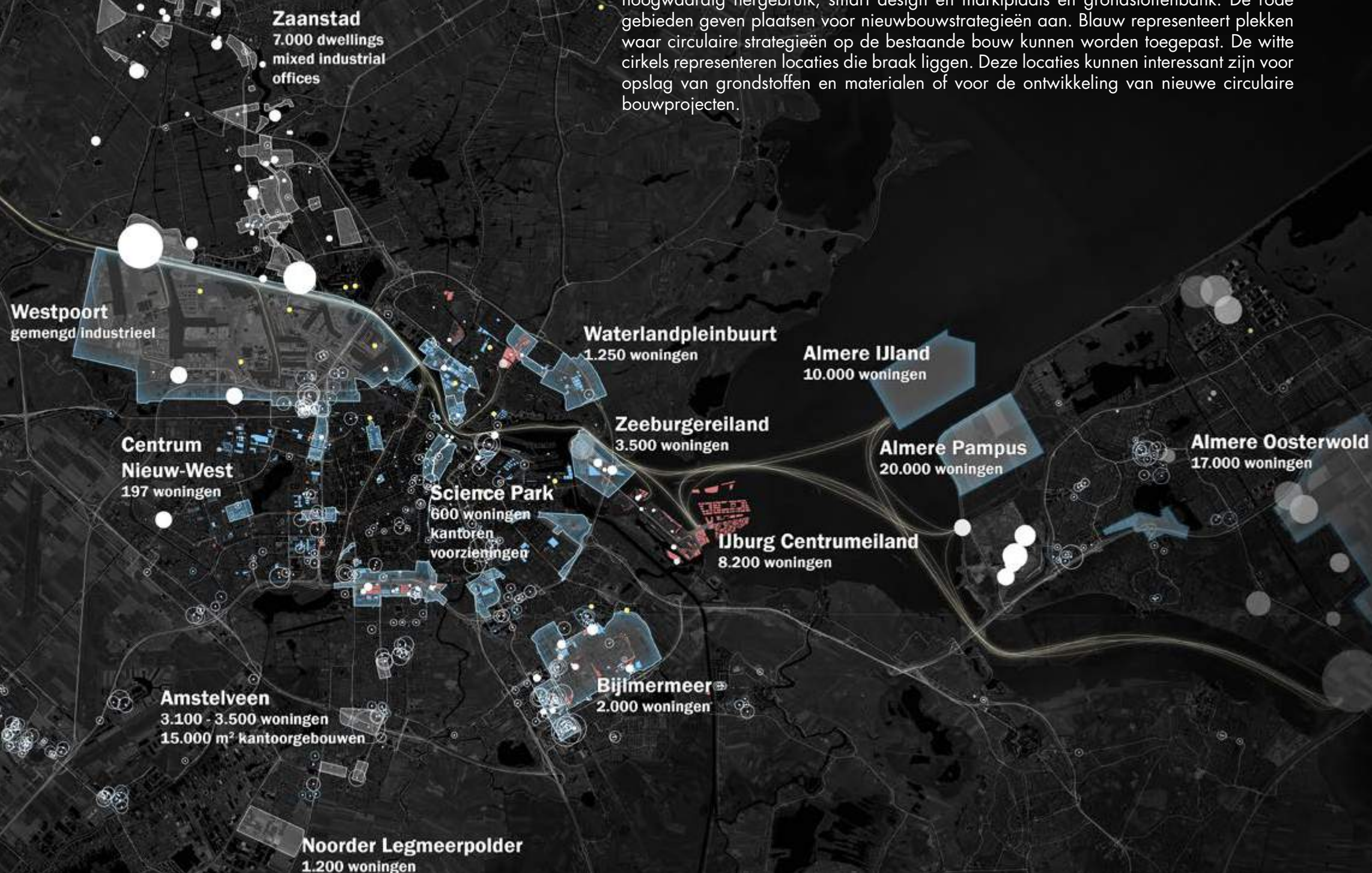


Marktplaats en grondstofbank

- recycling bedrijven
- braakliggend terrein

SCHAALBAARHEIDSKAART

De schaalbaarheidskaart toont waar voor de bouwketen kansen liggen om de vier circulaire bouwstrategieën toe te passen. De strategieën zijn ontmanteling en scheiding, hoogwaardig hergebruik, smart design en marktplaats en grondstoffenbank. De rode gebieden geven plaatsen voor nieuwbouwstrategieën aan. Blauw representeert plekken waar circulaire strategieën op de bestaande bouw kunnen worden toegepast. De witte cirkels representeren locaties die braak liggen. Deze locaties kunnen interessant zijn voor opslag van grondstoffen en materialen of voor de ontwikkeling van nieuwe circulaire bouwprojecten.

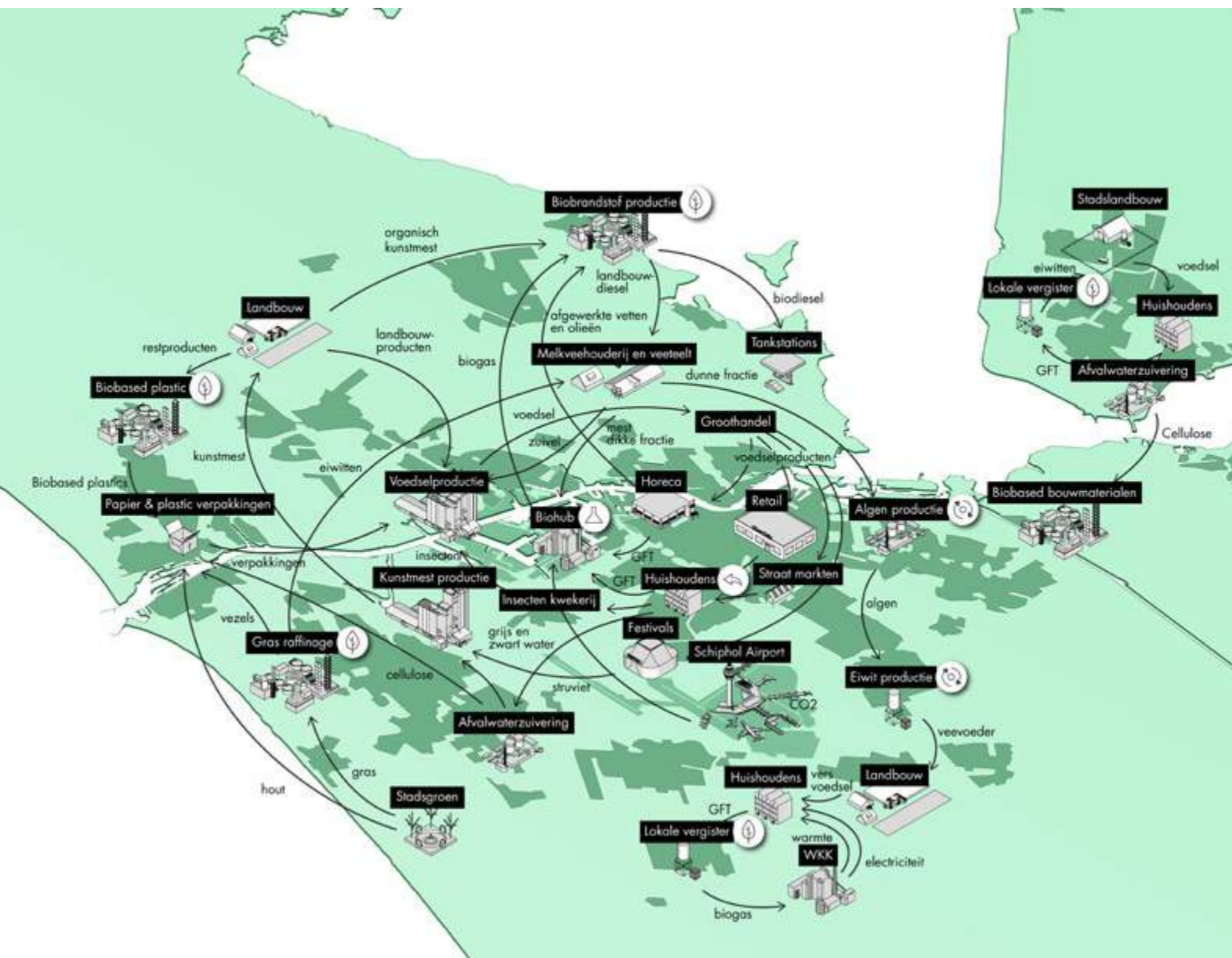


bronnen:
http://maps.amsterdam.nl/open_geodata/
<http://code.waag.org/buildings/>
 Concept Structuurvisie Almere 2.0 (2009)

3. VISIE OP HOOGWAARDIGE VERWERKING VAN ORGANISCHE RESTSTROMEN IN AMSTERDAM

Om te komen tot hoogwaardige verwerking van organische reststromen in Amsterdam is een circulaire visie opgesteld. De visie- en routekaart is aangevuld en verfijnd op basis van gesprekken met experts en betrokkenen. Startpunt voor de analyse is het besef dat er veel initiatieven in de stad en regio zijn gericht op hoogwaardiger verwerking. Tegelijkertijd is er een goede mogelijkheid om juist in Amsterdam en de omringende regio een sterk cluster te ontwikkelen dat zich richt op verder waardebehoud en geoptimaliseerde cascadering van organische reststromen. Dit hoofdstuk beschrijft vier strategieën die gevolgd kunnen worden. Vervolgens worden deze strategieën in context van de regio geplaatst (door een link te leggen met lokale initiatieven en een selectie aan innovatieve markt partijen). Verder wordt de koppeling gemaakt met handelingsperspectief van de gemeente. Ook wordt ingegaan op waar de markt aan zet is en hoe de overheid faciliterend kan optreden. De routekaart beschrijft concrete actiepunten voor de regio en koppelt dit aan tijdlijnen en welke partijen een rol kunnen spelen bij de totstandkoming van de beschreven acties. De te realiseren impacts die het resultaat kunnen zijn van implementatie zijn berekend voor (1) waardecreatie, (2) CO₂-reductie, (3) materiaalbesparingen, en (4) banengroei.

VISIE OP ORGANISCHE RESTSTROMEN



In de ideale circulaire toekomst voor organische reststromen in Amsterdam worden organische stromen zoals voedsel en water in de hoogste kwaliteit aan consumenten geleverd. Organische residuen worden op hoogwaardige wijze teruggewonnen en hergebruikt in innovatieve toepassingen. De kern van deze circulaire visie wordt gevormd door integrale voedselproductie, voedselverwerking en biologische processen, waarbij nutriënten- en waterstromen efficiënt worden geregisseerd en reststromen worden gevaloriseerd. Dat leidt tot een meer gevarieerdere keten voor organische reststromen waarvoor minder energie, nutriënten, water en grondstoffen nodig zijn. Daarbij wordt een aanzienlijke economische, milieutechnische en maatschappelijke winst behaald.

Consumenten krijgen in een circulaire toekomst gemakkelijk toegang tot lokale voedselbronnen. Lokale, coöperatieve boerderijen en kwekers in de nabije omgeving van steden zullen zorgen voor rechtstreekse levering van verse seizoensproducten aan consumenten. De voedselketen wordt hierdoor korter, er is sprake van meer interactie tussen lokale telers en burgers en van een groter gemeenschapsgevoel. Door onderbenutte stads-, dak- en gemeenschapsruimten slim te gebruiken voor stadslandbouw en stadstuinen, krijgen consumenten extra gemakkelijke toegang tot vers voedsel.

Innovatieve technologieën voor de distributie en opslag van voedsel bieden bovendien betere mogelijkheden voor documentatie en beheer van voedselproducten. Slimme logistieke oplossingen zullen voortdurend de voedselkwaliteit bewaken en zorgen dat voedsel binnen het juiste tijdsbestek van producenten naar winkeliers en horecagelegenheden wordt vervoerd. Tegelijkertijd zullen winkeliers en horecagelegenheden beschikken over slimme systemen die informeren over de

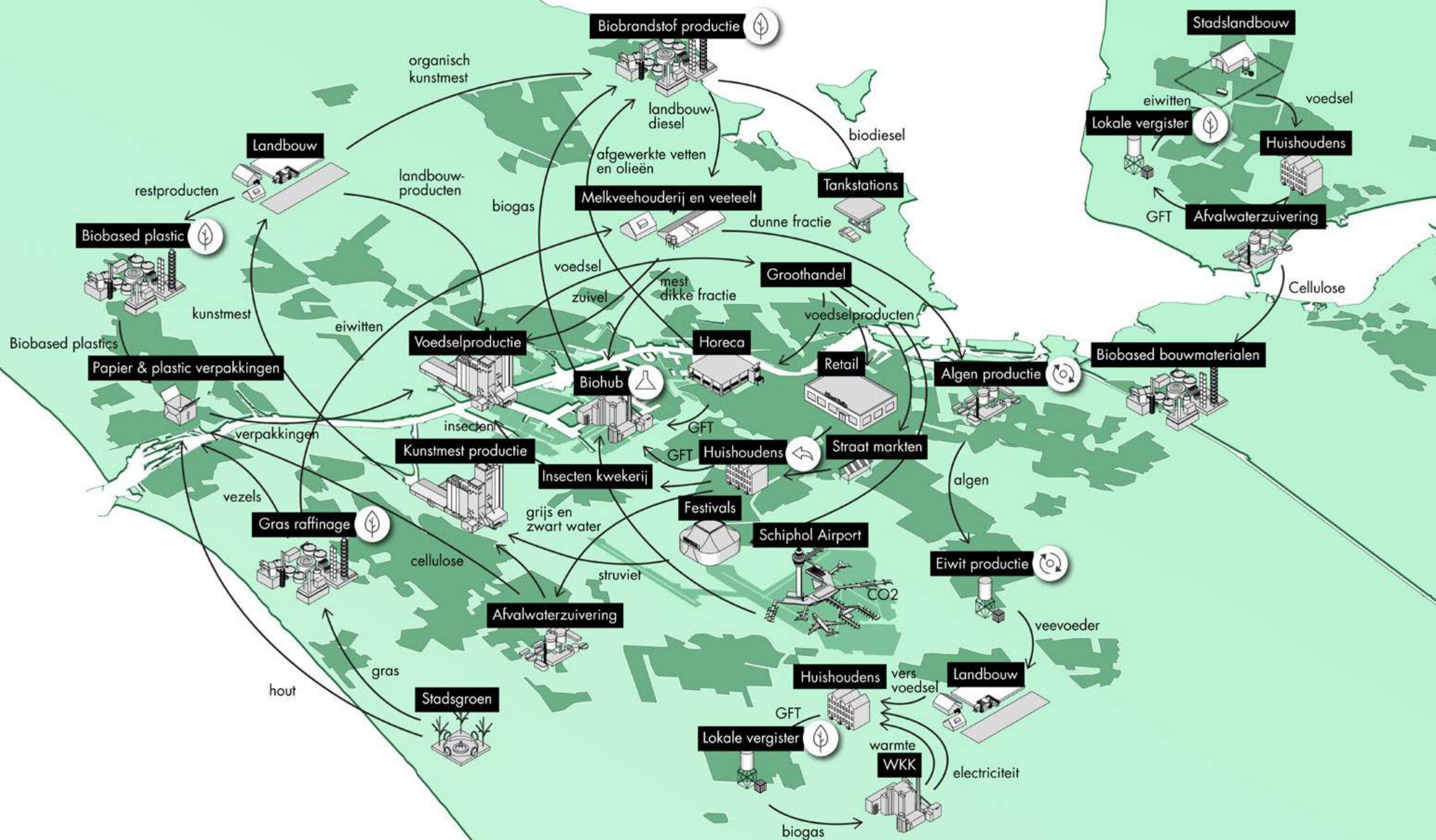
kwaliteit en houdbaarheidstrajecten van hun voedselvoorraad. Daardoor kunnen ze hun verkoop optimaliseren voor de houdbaarheidsdatum van hun voedsel verstrijkt en het voedsel moet worden weggegooid.

Voedsel dat nog bruikbaar is, maar vanwege de vorm, om marketingredenen of in verband met een te groot aanbod moet worden weggegooid, kan worden aangeboden op een virtuele voedselmarktplaats waar producenten, winkeliers en horecagelegenheden 'voedselafval' kunnen kopen en verkopen. Dit leidt tot een groei van innovatieve bedrijven die deze voedselafvalstroom kunnen benutten.

Dankzij de bioraffinage van resterende organische afvalstromen kan Amsterdam zich ontwikkelen tot een knooppunt voor bioraffinage. De organische reststromen die niet meer hoogwaardig kunnen worden hergebruikt, worden in de bioraffinage hub maximaal benut. Het scheiden en verwerken van gemengde en homogene afvalstromen van producenten, consumenten en winkeliers biedt mogelijkheden om de belangrijke nutriënten te winnen die opnieuw kunnen worden gebruikt in de agrarische sector. Het verwerken van deze secundaire grondstoffen biedt daarnaast mogelijkheden voor nieuwe verpakkingsopties, biochemicaliën, biobrandstoffen en biogasproducten die kunnen worden geëxporteerd of die binnen Amsterdam kunnen worden gebruikt.

De beschreven visie is verwerkt in een visuele weergave (zie hiernaast en vergroot op de volgende pagina), die de keten en stakeholders in de stad omschrijft. In het volgende hoofdstuk is de visie vertaald in strategieën en actiepunten, waarmee de stad middels markttechnische, technologische en bestuurlijke instrumenten, mogelijkheden creëert om de organische reststroom keten te sluiten.

VISIE OP ORGANISCHE RESTSTROMEN



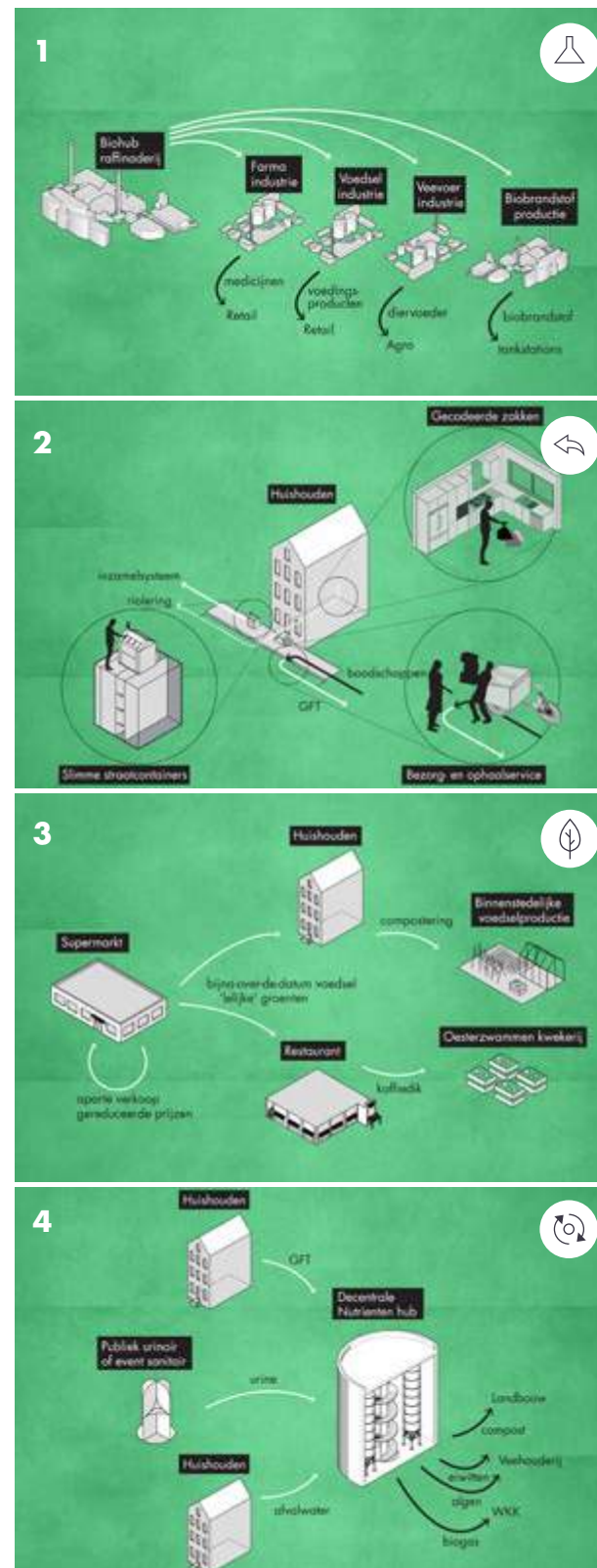
STRATEGIEËN VOOR ORGANISCHE RESTSTROMEN

Vanuit de beschreven visie voor hoogwaardige verwerking van organische reststromen is een vertaling gemaakt in strategieën en actiepunten, waarmee de stad via markttechnische, technologische, bestuurlijke instrumenten zoals gronduitgifte en inkoop, de mogelijkheid kan creëren om de materiaalkringloop in de organische reststroom keten te sluiten. De strategieën zijn:

- (1) centrale hub voor bioraffinage
- (2) afvalscheiding en retourlogistiek
- (3) cascadering van organische stromen
- (4) terugwinnen van nutriënten

Deze circulaire strategieën worden toegelicht aan de hand van relevante bestaande activiteiten die momenteel in de stad en regio plaatsvinden. Daarnaast zijn vier strategieën weergegeven in een ruimte weergave (zie ruimtelijke visiekaart). Alhoewel de strategieën apart zijn beschreven om actiepunten te onderscheiden waarop de circulaire economie kan worden versneld, zijn ze gedeeltelijk verweven met elkaar en dienen daarom als een totaalpakket te worden beschouwd.

In de volgende sectie worden de vier strategieën vertaald in een concrete routekaart en actieagenda. In de actieagenda wordt nader toegelicht waar de gemeente Amsterdam invloed kan uitoefenen, welke marktpartijen betrokken kunnen raken en op welke termijn de transities kunnen plaatsvinden. Hierbij is een eerste advies geformuleerd op basis van de eerder beschreven onderzoeks- en analyseactiviteiten en interviews met stakeholders en experts.



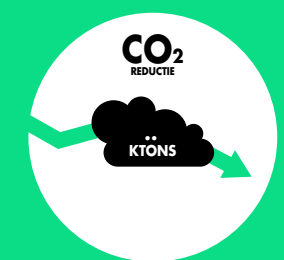
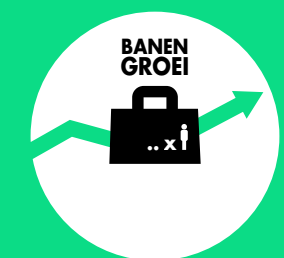
De effecten van de circulaire strategieën op milieu en economie zijn doorberekend voor organische restroomketen in Amsterdam. Hierbij wordt de impact gerealiseerd over een periode van vijf tot zeven jaar. Hiervoor zijn vier indicatoren gebruikt (1) Netto toegevoegde waarde in miljoenen euro's (2) Netto banengroei in FTE (3) Materiaalbesparing berekend door waardebehoud in binnenlandse materiaal consumptie en (4) Reductie in CO₂-emissie.

Netto toegevoegde waarde in euro's De circulaire strategieën stellen een aantal sectoren in Amsterdam direct in staat om meer toegevoegde waarde te realiseren: meer omzet en meer winst. Met "netto" wordt bedoeld dat in sommige gevallen ook een afname van toegevoegde waarde wordt berekend en via de ketenanalyse ook de indirecte effecten van alle andere sectoren zijn meegenomen.

Netto banengroei in FTE Een van de sociale aspecten van een toename van de circulariteit wordt onder andere vertegenwoordigd door het realiseren van banen (FTE, Full Time Equivalent). De banengroei wordt geschat op basis van de sectorale toename van toegevoegde waarde, de salarissen in die sector en de vraag naar lager-, middelbaar- en hoogopgeleide arbeidskrachten. Netto banengroei betekent dat de de banengroei een directe vermindering van werkloosheid inhoud.

Materiaalbesparing Gebruik van materialen wordt uitgedrukt in Domestic Material Consumption (DMC)*, die naast het gebruik in een gebied ook kijkt naar materialen die worden geïmporteerd en geëxporteerd. Afgezien van CO₂-emissie (die al expliciet is meegenomen) maakt DMC alle milieu-impactfactoren gerelateerd aan de circulaire projecten kwantificeerbaar.

CO₂-reductie De bekendste impact van economische activiteiten is de emissie van CO₂. De impact van de modules op de emissie wordt uitgedrukt in Global Warming Potential (GWP), een wereldwijd aangenomen maatstaf die de vermeden CO₂-emissie in de komende jaren, door een toename van circulariteit, over een periode van 100 jaar uitdrukt. Om de impact vergelijkbaar te maken met de jaarlijkse uitstoot in de regio is gekozen om de indicatoren om te rekenen naar jaarlijkse CO₂-uitstoot.



*Domestic Material Consumption, afgekort als DMC, is een veelgebruikte statistiek dat de totale hoeveelheid materialen meet die direct door een economie worden gebruikt. Het meet de jaarlijkse hoeveelheid materialen die worden onttrokken in het geografische gebied inclusief alle fysieke import en minus de fysieke export.

CENTRALE HUB VOOR BIORAFFINAGE

Door middel van cascadering (het zo hoogwaardig mogelijk inzetten van biomassa) van organische reststromen kan optimaal waarde worden gehaald uit organische reststromen (*Biobased Economy*, 2015). Deze activiteiten kunnen worden gebundeld in een centrale bioraffinage hub; een logistieke hub waar op grote schaal bulkproducten kunnen worden vervoerd, en tevens lokale kleine stromen kunnen samenkomen. De haven vormt een knooppunt in de wereldwijde handel in landbouw- en energieproducten vanwege haar strategische locatie en logistieke verbindingen. Veel verwerkte en verhandelde grondstoffen vanuit de hele wereld worden hier naar toe aangevoerd en er is een verwerkingscluster voor de lokale verwaardig van organische reststromen. Voor het realiseren van een hub voor de verwerking van organisch afval en het optimaal hergebruik van organische afvalstromen is een bepaalde schaalgrootte nodig, die in Amsterdam bereikt kan worden. (*Groene Grondstoffen*, 2014) Een dergelijke hub kan een verscheidenheid aan bioproducten produceren, zoals biomaterialen, bouwstenen voor de chemische industrie, voedsel, veevoer, biodiesel, biogas, smeermiddelen, verf en olie op biologische basis, meststoffen, algen en bio-aromaten.

Geoptimaliseerde cascadering van organische reststromen Om geoptimaliseerde cascadering van organische reststromen mogelijk te maken, is het noodzakelijk dat de verbinding wordt gelegd met bestaande initiatieven en deze op te schalen zodat er genoeg volume ontstaat. Bestaande baanbrekende activiteiten in de regio zijn o.a. het Greenmills-cluster, een samenwerkingsverband van zes bedrijven (Noba Vetveredeling BV, Rotie BV, Biodiesel Amsterdam, Tankstorage Amsterdam BV, Chaincraft BV en Orgaworld BV) dat actief is in de verdere ontwikkeling van bioraffinageconcepten en het optimaal hergebruik van organische reststromen. Op het terrein worden organische reststromen (onder meer afgewerkt spijsvet, dierlijke vetten en supermarktafval) verwerkt voor de productie van bijna 300 miljoen liter biodiesel en 25 miljoen kubieke meter biogas door middel van anaerobe

vergisting (*Gemeente Amsterdam*, 2015b), waarbij 5000 ton aan meststof kan worden afgeleid. Chaincraft ontwikkelt op het terrein een technologie om uit organische reststromen componenten te destilleren voor de voedings- en chemische industrie (*Port of Amsterdam*, 2014).

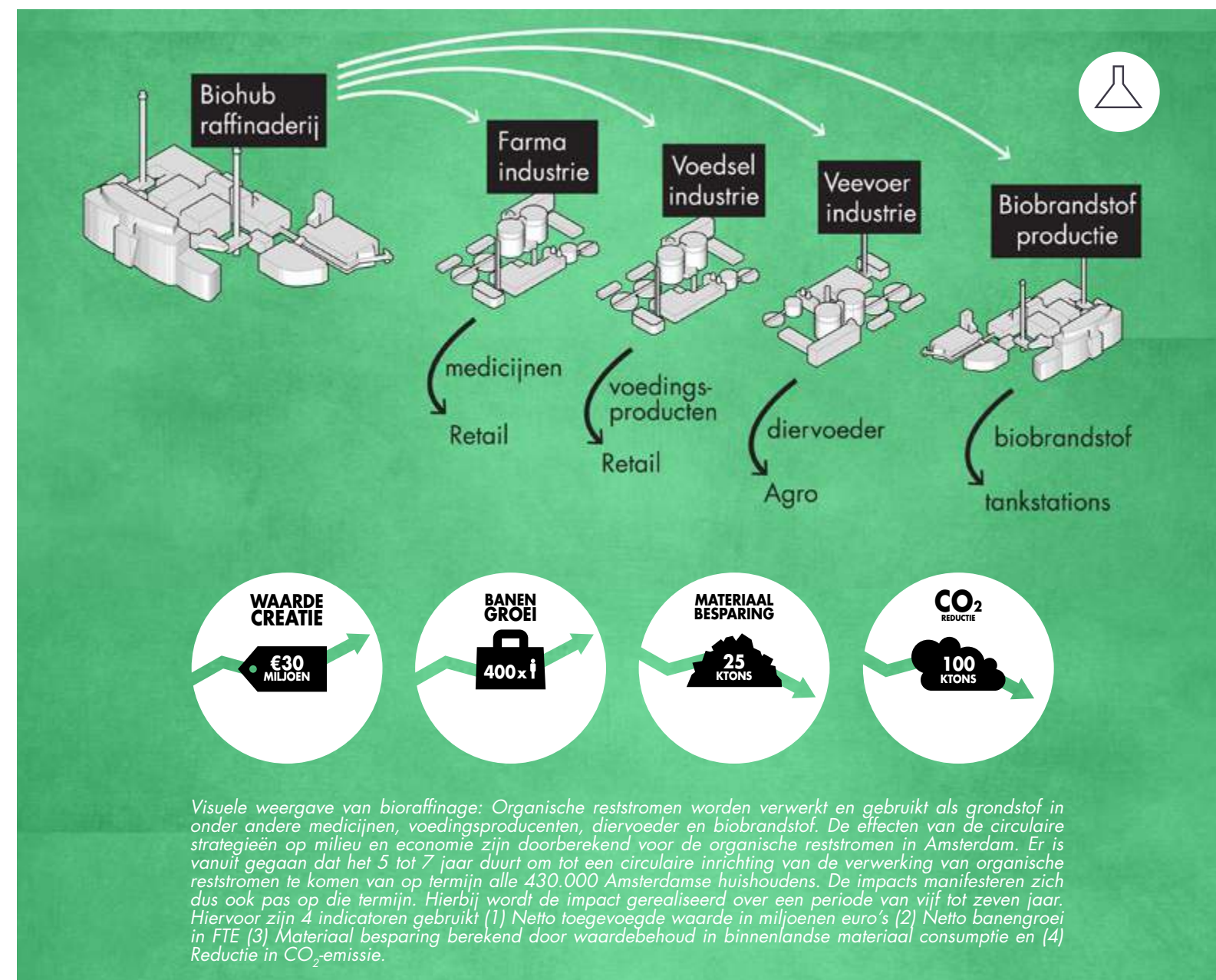
Nauwe samenwerking tussen AEB Amsterdam en Waternet heeft geresulteerd in een gezamenlijk industrieel cluster waarbij door AEB 80 duizend ton droge zuiveringsslib per jaar wordt verbrand. De 11 miljoen kubieke meter biogas dat wordt geproduceerd bij de vergisting van het zuiveringsslib, wordt verbrand in de WKK (warmtekrachtkoppeling) installaties van AEB, waarbij een deel van de energie en warmte wordt teruggeleverd aan Waternet om te gebruiken voor eigen processen en 10% wordt gebruikt door OrangeGas om groen biogas te produceren (*Gemeente Amsterdam*, 2015b). De plannen liggen klaar om de productie op te voeren tot zo'n 22 miljoen kuub. AEB geeft aan plannen te hebben om hiervoor de groente- en fruitfractie uit het afval te halen. Dit zijn eerste stappen op weg naar verdere verwaardig van deze afvalstromen tot hoogwaardiger producten, zoals eiwitten, bio-olie en waterstof. De productie van duurzame stoom en CO₂ door AEB zal hierbij leiden tot verdere circulariteit.

Soortgelijke activiteiten zijn gepland voor de luchthaven Schiphol, waar een anaerobe vergistingsinstallatie is gepland. Deze faciliteit, die in de toekomst verantwoordelijk zal zijn voor 6% van de energievoorziening van Schiphol (*Croes*, 2015), wordt onder andere van grondstoffen voorzien door grasresten afkomstig van het eigen terrein rondom Schiphol. De rest is afkomstig van organische reststoffen uit de regio, zoals van de nabijgelegen bloemenveiling en Greenport Aalsmeer. Een andere project is Bioport Holland voor de productie en het gebruik van biojet-brandstoffen dat wordt uitgevoerd in een consortium van SkyNRG, de Nederlandse overheid, KLM, Neste Oil, Luchthaven Schiphol en het Havenbedrijf Rotterdam. Met zijn directe vliegtuigbrandstofpijpleiding naar de luchthaven (60% van het verbruik van Schiphol komt voort uit de Amsterdamse haven) heeft het havengebied

zowel de infrastructuur, nutsvoorzieningen en de grondstoffen om bio-vliegtuigbrandstof te produceren.

Biobased materialen Het gebruik van biobased bouw materiaal is een belangrijke kans om door middel van het gebruik van duurzame bouwmaterialen de impact van schaarse en nieuwe hernieuwbare bouwmaterialen te verminderen (*Ecorys*, 2014; *EMF*, 2015). Lokaal gewonnen biomassa kan (deels) worden gebruikt voor het produceren van biobased materialen. Hiermee wordt de impact van o.a. transportbewegingen verminderd.

In Amsterdam zijn er meerdere bedrijven actief op dit gebied. Onder andere Avantium is een pionier met conversietechnologieën voor de productie van hernieuwbare brandstoffen en plastics. Biobased plastics (PEF) kunnen dienen als alternatief voor PET. Havenbedrijf Amsterdam, Orgaworld en AEB werken op dit moment samen met TNO, Attero en de Vereniging Afvalbedrijven aan een project om chemische componenten (bijvoorbeeld bio-aromaten) als vervanger van bijvoorbeeld petrochemische polymeren of coatings te gebruiken.



SCHEIDING EN RETOURLOGISTIEK

Goede afvalscheiding en slimme retourlogistiek is belangrijk in het optimaal valoriseren van organische afvalstromen (Consonni, 2015). Op dit moment is het gescheiden aandeel van Amsterdam ver onder het Nederlands gemiddelde (CBS, 2015c). Met name organisch afval wordt weinig aan de bron gescheiden. Oplossingen voor effectieve scheiding aan de bron van huishoudelijk afval in dichtbevolkte stedelijke gebieden vereisen een complexe technologische aanpak, in het bijzonder voor bestaande woningen.

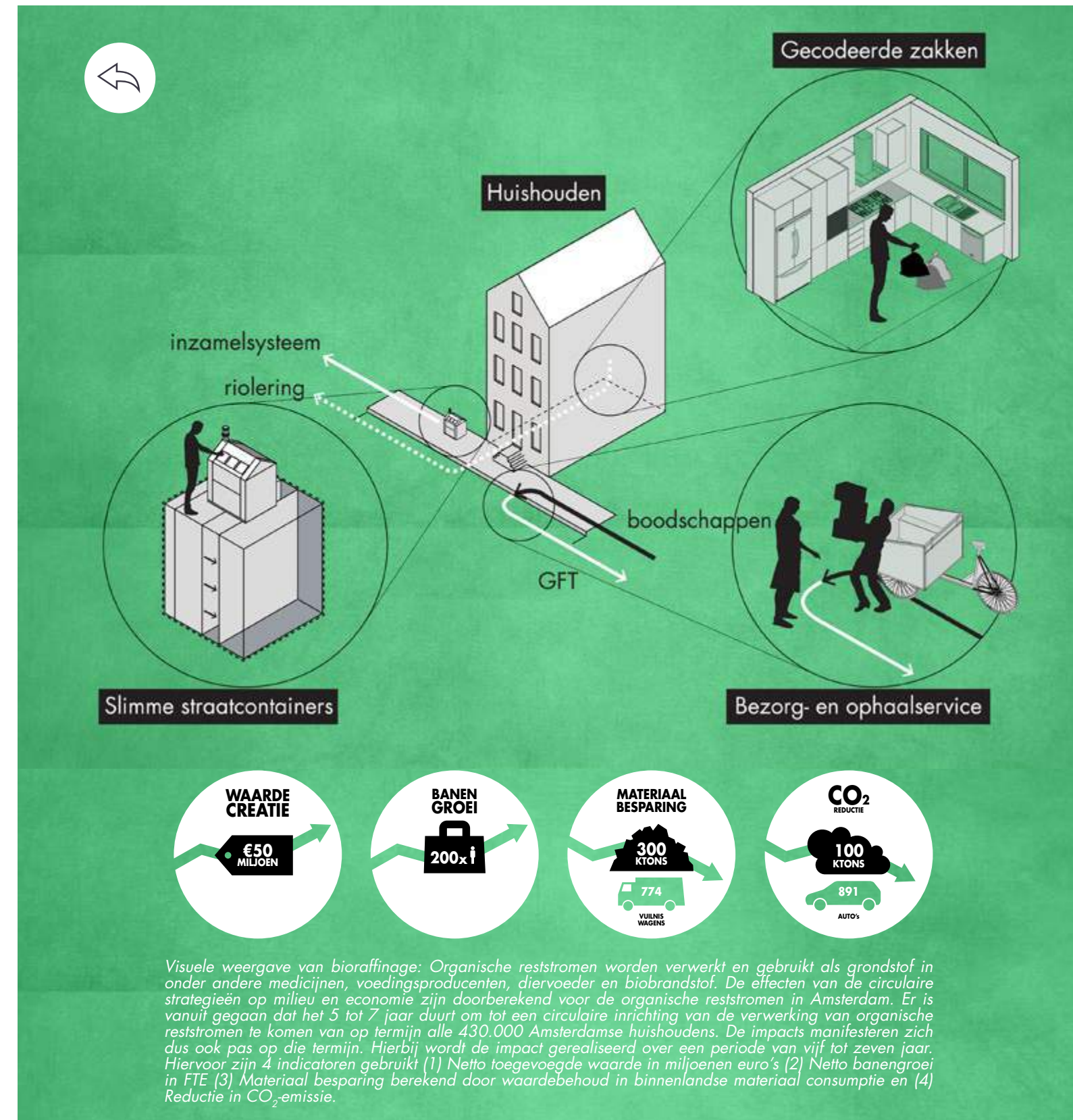
AEB bereidt een investeringsbeslissing voor om een nascheidingsinstallatie te bouwen die naast plastics ook groente- en fruitafval (organisch restafval) uit het ingezamelde restafval zal halen. Het groente- en fruitafval zal in eerste instantie worden gebruikt voor de productie van groengas wat geschikt is als o.a transportbrandstof. In een later stadium kan dit als grondstof dienen voor de productie van biochemicalïen zoals bioaromaten. Verwacht wordt dat deze technologie over 5 a 10 jaar volwassen is (AEB, 2015). De scheidingsinstallatie is een tussenoplossing om de periode te overbruggen tot wanneer bronscheiding middels inzamelingsystemen volledig zijn ingevoerd en ingeburgerd, zodat nascheiding niet meer nodig is.

Gerenvoerde slimme straatcontainers

Een mogelijke oplossing voor bestaande bouw is het plaatsen van afvalscheiders in de bestaande ondergrondse afvalinzamelingsystemen om de scheiding van organisch en gemengd afval

mogelijk te maken. De ondergrondse containers kunnen worden uitgerust met slimme sensoren voor de meting van afvalstromen. Dit zorgt voor een betere verwerking van afvalstromen, meer informatie over de samenstelling van het afval en voor een betere logistiek rondom het afstemmen van vraag en aanbod. Wanneer er geen ondergrondse afvalcontainers beschikbaar zijn, kan de gescheiden inzameling ook worden gerealiseerd via de bestaande systemen. Dit kan door het gebruik van gecodeerde zakken voor de scheiding van allerlei soorten afval. Een pilot hiervoor is gaande in Reigersbos waar inwoners gekleurde zakken krijgen die ze in speciale waardecontainers kunnen doen (Gemeente Amsterdam, 2015c).

Smart reverse logistics De markt voor maaltijdboxen zoals de BeeBox groeit snel, en recentelijk hebben ook grote retailers als Albert Heijn deze markt betreden. De verwachting is dat de markt voor maaltijdboxen sterk zal groeien de komende jaren (Keuning, 2015). De toenemende belangstelling voor retourlogistiek door logistieke dienstverleners zoals PostNL in combinatie met de maaltijdboxentrend biedt kansen voor de ontwikkeling van oplossingen voor de retourlogistiek van organisch restafval. Zodra foodboxen zijn afgeleverd, kunnen dezelfde vervoerders worden ingezet om organisch afval in te zamelen. Voor een hoogwaardiger verwerking kunnen de organische reststromen vervolgens naar de hub voor bioraffinage worden getransporteerd.



CASCADERING VAN ORGANISCHE STROMEN

Hoewel er allerlei opties zijn voor de terugwinning en het hergebruiken van organisch restafval voor andere doeleinden, wordt 97% van het huishoudelijk organisch afval in Amsterdam verbrand voor energierugwinning en slechts 3% hergebruikt of gerecycled voor andere doeleinden (Circle Economy, 2014). De verbranding levert op dit moment waardevolle energie en warmte op, maar er zijn diverse methodes die de potentie hebben om meer waarde te creëren. Zo zijn er verschillende nieuwe technologieën en bedrijfsmodellen om deze reststromen op een hoogwaardige manier toe te passen (Biobased Economy, 2015).

Het terugwinnen van voedingsmiddelen

In de Metropoolregio Amsterdam ontstaan nieuwe restaurant- en cateringconcepten voor het behoud van eetbare voedselresten uit opslagplaatsen en winkels. Veel van deze bedrijven zijn goed opgezet met permanente, goed ingerichte winkels en een verzorgde winkelpui, zoals InStock. Ook zijn er bottom-up gemeenschapsinitiatieven, zoals Guerilla Kitchen. Bedrijven als Kromkommer verwerken eetbare maar misvormde of beschadigde voedingsmiddelen die niet geschikt zijn voor verkoop in de winkel in soepen en andere voedselproducten, waardoor ze een tweede leven krijgen dat aansluit bij hun oorspronkelijke doel.

Cascaderen van organische reststromen

Organische reststromen die niet direct kunnen worden hergebruikt, kunnen door middel van cascadering wordt verwerkt in hoogwaardige toepassingen (Welink, 2015). Additieven voor de voedselverwerkende industrie, bijvoorbeeld bio-aromaten en reactieve aroma's, kunnen door bedrijven als Exter worden gewonnen uit plantaardige eiwitten en worden gebruikt als vervanger voor aroma's op chemische basis.

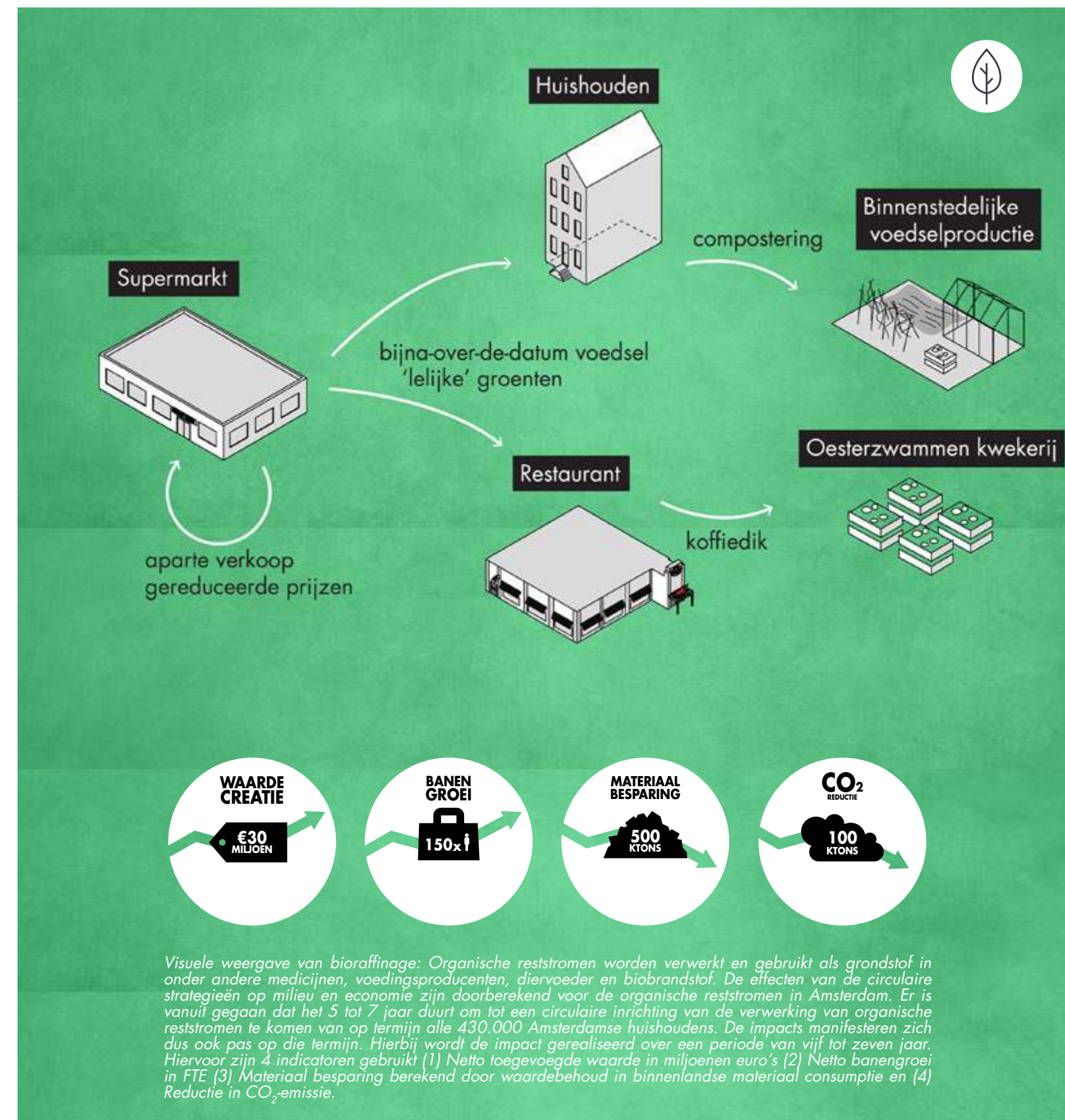
Ook afvalwater en organisch afval uit een verscheidenheid van gemeentelijke, industriële en agrarische bronnen kunnen een nieuwe bestemming krijgen in grootschalige algengroei-projecten, en tegelijkertijd worden behandeld (Loftus, 2013). GRO Holland gebruikt weggegooid koffiedik van cafés en restaurants voor het kweken van oesterzwammen, die vervolgens direct worden verkocht of gebruikt als ingrediënten voor nieuwe voedingsmiddelen.

Productie van hoogwaardige eiwitten

De opkomst van insecten als bron voor zowel diervoeding als voedingsbron voor mensen heeft geleid tot de groei van de productie van insecten. Bijvoorbeeld door bedrijven als Protix Biosystems, gevestigd in Amsterdam. Hierbij wordt gebruik gemaakt van voedselafval. Ook algen zijn rijk aan hoogwaardige eiwitten en kunnen verwerkt worden in een breed scala aan producten zoals diervoeding, meststoffen, brandstoffen, chemicaliën en farmaceutische producten. Verder kunnen algen worden gebruikt om de productie van planten te verbeteren en ze minder gevoelig te maken voor ziekten. De algen functioneren dan als een natuurlijke pesticide.

Biomassa in de openbare ruimte

Openbare ruimten en ongebruikte ruimten in bijvoorbeeld de havengebieden of bermen van snelwegen kunnen slim worden ingezet voor de productie van biomassa. Verschillende grassoorten zijn geschikt voor de winning van vezels en eiwitten. Dit kan lokaal worden gebruikt als grondstof voor de productie van karton of als alternatief voor soja. Organisaties als Meerlanden experimenteren met alternatieve toepassingen van openbaar groen. Initiatieven als Fruityourworld laten zien dat het mogelijk is om de openbare ruimte met anderen te delen en er fruit te kweken voor en door de lokale bewoners.



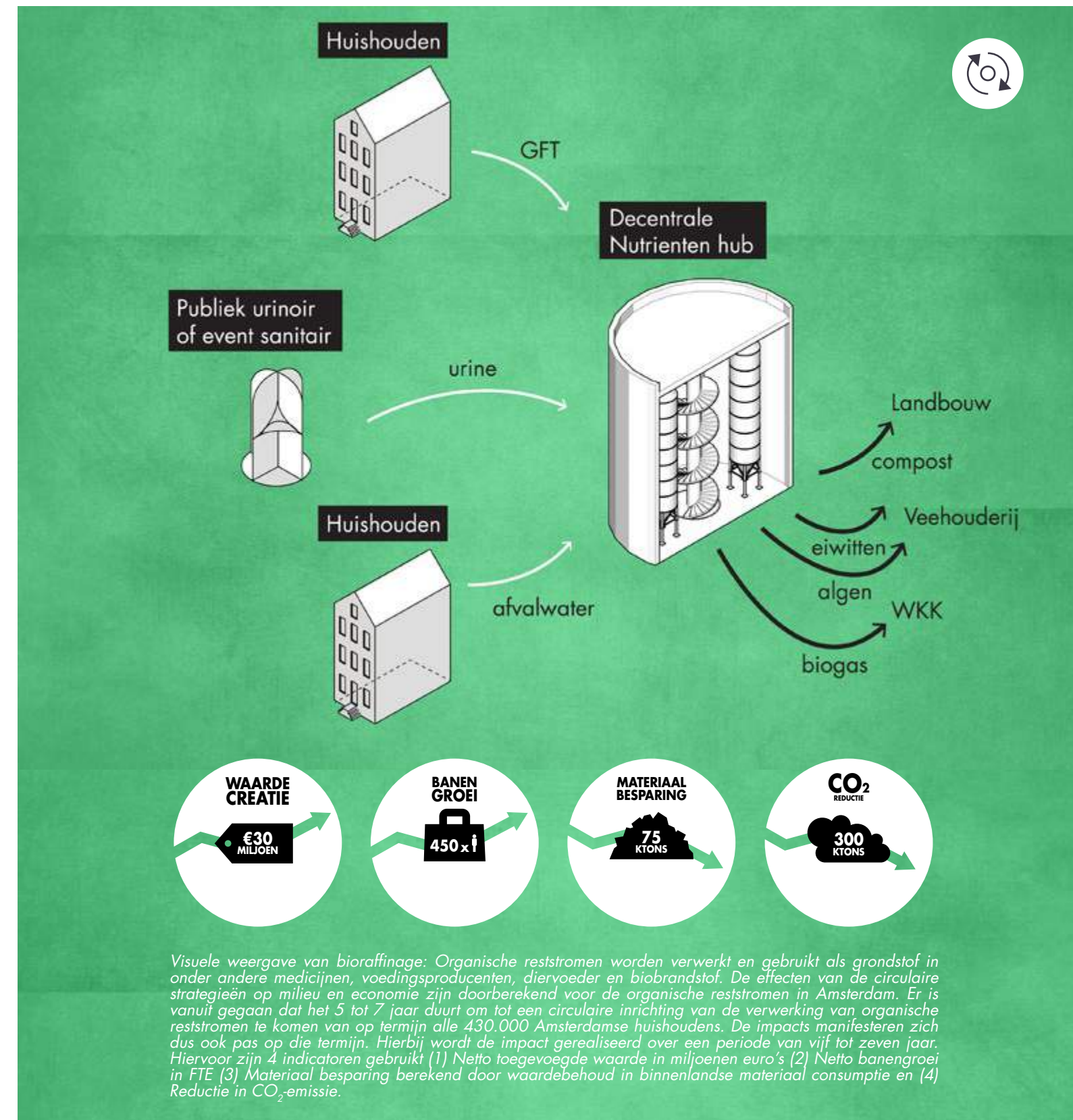
TERUGWINNEN VAN NUTRIËNTEN

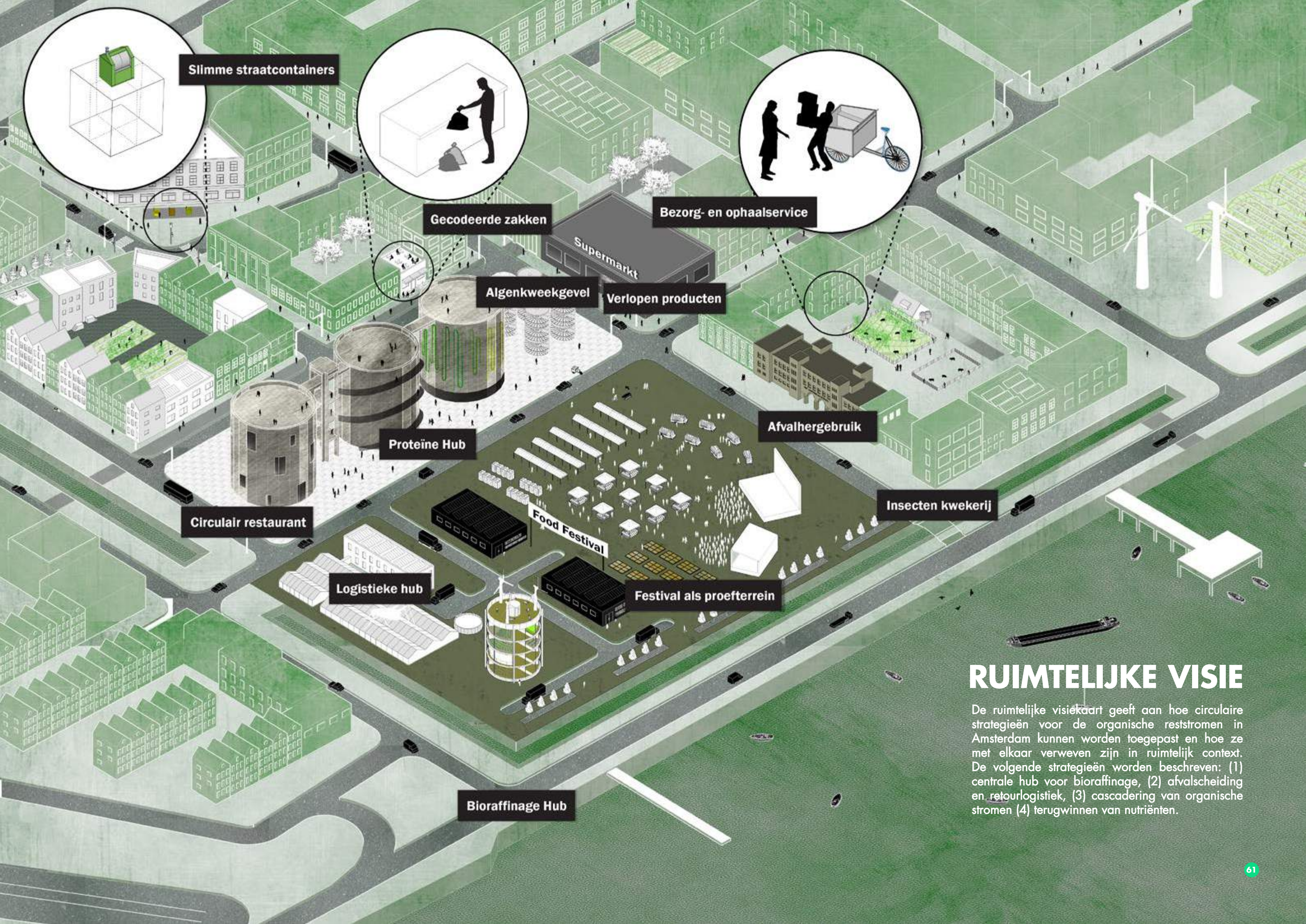
Over de gehele voedselketen genomen – van veld naar vork – wordt uiteindelijk slechts 5% van de voedingsstoffen die in de bodem worden gebracht ook daadwerkelijk gebruikt om ons te voorzien van voedingswaarde (*Circle Economy, 2014a*) De resterende 95% van de voedingsstoffen gaat ergens in de cyclus verloren. Gewassen absorberen bijvoorbeeld slechts 30 tot 50% van de toegepaste meststoffen en gebruiken bijna 25% daarvan voor de groei van de niet-eetbare delen, die in het huidige model als afval worden afgevoerd. Daarnaast worden grote hoeveelheden voedingsstoffen als mineralen, meststoffen, voedingsmiddelen of diervoeding in Amsterdam geïmporteerd die op een bepaald moment in het milieu terechtkomen. Daarnaast is de afvoer via het rioolsysteem een waardevolle bron voor nutriëntterugwinning. De mens produceert gemiddeld 500 liter urine en feces in een jaar. Omdat het menselijk lichaam niet alle voedingsstoffen van het voedsel dat we consumeren ook opneemt, zit dit menselijk afval vol voedingsstoffen. Een belangrijke kans om de nutriëntencyclus in Amsterdam te verbeteren is gelegen in de toepassing van gedecentraliseerde, lokale processen.

Productie van meststoffen De globalisering van het voedselproductiesysteem heeft geleid tot de concentratie van veel grootschalige voedselverwerkende bedrijven in het Amsterdamse havengebied, bijvoorbeeld sojaverwerkende bedrijven als Cargill en Ahold, Coffee Company, Starbucks, Olam international

en ADM Nederland, waar koffie en cacao verwerkt wordt. Reststromen van deze bedrijven kunnen worden ingezet bij de productie van meststoffen; een proces waarin fosfaten kunnen worden gerecycled. Een voorbeeld in het Amsterdamse Havengebied van een bedrijf dat voedingsstoffen uit reststromen van Cargill recyclet is ICL Fertilizers Europe, dat reststromen gebruikt met een hoog fosfaatgehalte. ICL Fertilizers streeft ernaar om in 2015 15% van de fosfaaterts te vervangen en tot 100% in 2025 (*Langefeld, 2015*). De eerste testen laten veelbelovende resultaten zien voor het gebruik van 'secundaire' fosfaten, maar aanvullend onderzoek is nodig is om deze aanpak verder uit te breiden.

Decentrale verwerking Door de gemeente zouden lokale pilots kunnen worden ontwikkeld om voedingsstoffen terug te winnen die in het voedselsysteem worden gebruikt door middel van anaerobe vergistingsinstallaties en technieken om urine om te zetten in waardevolle nutriënten, zoals stikstof en fosfaat. Een nadeel van deze technieken is dat ze vaak nog niet financieel rendabel zijn (*AEB, 2015*). Gedecentraliseerd beheer van afvalwater kan gunstig zijn in gebieden die te maken hebben met overmatige waterdoorvoer, zoals dichtbevolkte stedelijke gebieden. Verdere investeringen in decascadering van afvalwater en procestechnologieën kunnen grote verbeteringen opleveren. Er kan meer energie, warmte en voedingsstoffen worden teruggewonnen.





RUIMTELIJKE VISIE

De ruimtelijke visiekaart geeft aan hoe circulaire strategieën voor de organische reststromen in Amsterdam kunnen worden toegepast en hoe ze met elkaar verweven zijn in ruimtelijk context. De volgende strategieën worden beschreven: (1) centrale hub voor bioraffinage, (2) afvalscheiding en retourlogistiek, (3) cascadering van organische stromen (4) terugwinnen van nutriënten.

BARRIÈRES

Veel manieren om te komen tot een circulaire economie kunnen op dit moment al winstgevend zijn, maar voor opschaling staan vaak barrières in de weg. Lokaal beleid kan een belangrijke rol spelen in het opheffen van deze barrières.

We onderscheiden vier typen barrières:

- Wet- en regelgeving** Bestaand beleid leidt bij veranderende marktomstandigheden vaak tot niet voorziene consequenties. Een voorbeeld is de wet milieubeheer (art. 1.1) die definities en mogelijkheden beschrijft wat in de wet als afval wordt aangemerkt en wat niet (Overheid, 2015).
- Cultuur** De circulaire economie vergt verregaande samenwerking tussen sectoren en ketens. De huidige relaties en de cultuur en omgangsvormen kunnen een barrière vormen om snel tot succesvolle samenwerking te komen. Ook kunnen gevestigde belangen in sectoren hierin een rol spelen.
- Markt** Het bestaan van ‘split incentives’; de investeringen liggen bij een partij in de keten terwijl de baten elders in de keten liggen. Een andere marktgerelateerde barrière is kennis-asymmetrie tussen partijen, bijvoorbeeld ten aanzien van het beschikbaar komen van secundaire grondstofstromen en de kwaliteit

ervan. Ook (het gebrek aan) beprijzing van externaliteiten waaronder CO₂ kan de markt zeer beïnvloeden. De laatste barrière die we in deze categorie willen benoemen is beperkte toegang tot financiering voor circulaire initiatieven.

Technologie Technologische ontwikkeling kent 2 belangrijke uitdagingen. De opschaling van een kleine pilot naar commerciële schaal is vaak uitdagend. Ook de onderlinge afhankelijkheid en complexiteit van technologieën die gezamenlijk moet worden ontwikkeld kunnen een barrière vormen.

De barrières hebben belangrijke implicaties voor de mate waarin - vooral op korte termijn - enkele van de strategieën succesvol kunnen worden geïmplementeerd. Soms kunnen overheden deze barrières overwinnen, soms kan de markt de barrières slechten, maar in veel gevallen vereist de oplossing samenwerking, experiment en iteratie. Voor elk van de vier hierboven beschreven strategieën staat hieronder per barrière aangegeven hoe groot de impact is. De inschatting van de ernst van de barrière komt uit inzichten verkregen uit de interviews en is verder gebaseerd op inschattingen van het onderzoeksteam. Voor de top 3 van voorgestelde acties gaat de routekaart in op mogelijkheden om deze barrières overwinnen.

STRATEGIE	TECHNOLOGIE	MARKT	WET- & REGELGEVING	CULTUUR
 CENTRALE HUB VOOR BIORAFFINAGE				
 SCHEIDING EN RETOURLOGISTIEK				
 CASCADERING VAN ORGANISCHE STROMEN				
 TERUGWINNEN VAN NUTRIËNTEN				

Deze tabel geeft voor elke van de strategieën aan hoe groot de barrière is om naar circulaire economie te komen. (Bron: Inzichten uit interviews, literatuur en inschatting van het onderzoeksteam)

KLEINE BARRIÈRE	MIDDELGROTE BARRIÈRE	GROTE BARRIÈRE
-----------------	----------------------	----------------

Strategie	Barrière	Beschrijving
		Het aanbod van organische reststromen is zeer gespreid zowel geografisch als in de tijd (onder andere door seizoensvariatie in groenafval zoals bermgras) wat een barrière opwerpt om de business case rond te krijgen.
		Hoogwaardige bioraffinagetechnologieën bevinden zich in een vroege fase van ontwikkeling. Voor opschaling is aanvullend onderzoek en ontwikkeling (R&D) nodig. Een gebrek aan funding hiervoor kan zowel desnelheid als succesansen onzeker maken Er zijn bovendien significante investeringen nodig om het commercieel rendabel te maken.
		De marktvraag naar eindproducten van bioraffinage is momenteel laag o.a.door onwetendheid van marktpartijen en een beperkte mogelijkheid om significant aanbod te realiseren. Ook is het gebrek aan heldere kwaliteitscriteria een beperking.
		De productie van hoogwaardige eiwitten door het kweken van insecten (larven) op organische reststromen moet aan de huidige wet- en regelgeving voldoen ten aanzien van slacht van levende dieren, hetgeen praktische en daarmee financiële barrières opwerpt.
		Bij de voeding van groen gas in het aardgasnet wordt te weinig naar de belangen van de invoer gekeken en meer naar de belangen van de (traditionele) netbeheerders.
		Teruggewonnen nutriënten, zoals fosfaten (bijvoorbeeld door toevoeging van stuviet) uit afvalwater mogen onder huidige wet- en regelgeving niet worden toegepast als meststof op agrarische land en kan daarmee niet ten gelde worden gemaakt, hetgeen de business case bemoeilijkt. Een recentlijke ondertekende green deal voorziet in een aanpassing in de classificatie van afval onder VANG en REACH.(Sloover, 2014)
		Volgens huidige regelgeving mag digestaat uit anaerobe vergisting niet worden gebruikt als meststof op landbouwgrond (ter vervanging van kunstmeststoffen), hetgeen de winstgevendheid van vergistingsinstallaties bemoeilijkt.
		oor afvalstoffen is een ontheffing op de wetgeving nodig per afvalstof en per installatie. Dit is een intensief en langdurig traject dat voor struviet in Amsterdam is doorlopen.
		Europese regelgeving rondom de ‘uiterste datum’ en daarmee samenhangend regelgeving rondom voedselhygiëne, creëert onduidelijkheid rondom de verantwoordelijkheid bij voedseldonaties. Dit beperkt het nuttig hergebruik door bijvoorbeeld voedselbanken ten opzichte van wat mogelijk zou zijn.
		Diverse technologische mogelijkheden om te komen tot hogere bronscheidingspercentages voor organische reststromen worden onderzocht. De technologische complexiteit (bijvoorbeeld de koppeling van technologische installaties in huishoudens en de benodigde infrastructuur) van deze oplossingen werpt uitdagingen op die verdere uitwerking vereisen zowel technologisch als ten aanzien van de planning van ondergrondse installaties en infrastructuur.

(De bovenstaande tabel is een samenvatting van de meest relevante en significantie barrières, die van toepassing zijn op deze keten, om een transitie naar een circulaire economie te bereiken. Dit is gebaseerd op research, literatuur, interviews en inzichten van het onderzoeksteam.)

ACTIEPUNTEN

Om tot een circulaire organische reststromen keten te komen zijn de onderstaande acties als belangrijke interventies voor de Gemeente Amsterdam geformuleerd, die in samenwerking met verschillende partijen gerealiseerd kunnen worden. De acties zijn geformuleerd uit de beschreven visie en de onderliggende strategieën.

HUB VOOR BIORAFFINAGE

1. Het uitbreiden en aanwijzen van nieuwe 'circulaire vrijzones' en 'field labs' In een aantal industriële clusters zoals het havengebied, kan het beleid tijdelijk worden versoepeld om steun te geven aan de ontwikkeling van bioraffinage activiteiten. Bepaalde wetgeving die op dit moment de ontwikkeling van bioraffinageconcepten in de weg staat is bijvoorbeeld het verbod op het gebruik van digestaat dat rijk is aan nutriënten (in het bijzonder fosfaat) op landbouwgronden. Daardoor wordt een essentieel onderdeel van de business case voor anaerobe vergistingsinstallaties geblokkeerd, omdat de huidige marktw waarde van digestaat laag is. Deze wetgeving raakt ook Waternet, dat fosfaat uit afvalwater terugwint (door het neerslaan van struvietkristallen als gevolg van het toevoegen van magnesium) maar de teruggewonnen nutriënten momenteel niet kan verkopen en ook niet kan toepassen op landbouwgronden. Een onlangs ondertekende Green Deal tussen het ministerie van I&M en de waterschappen zal echter zeker leiden tot veranderingen in de classificatie van teruggewonnen stoffen onder VANG en REACH (Sloover, 2014).

2. Het doorontwikkelen van duurzaamheidsfonds gespecificeerd voor de circulaire economie Een fonds gefinancierd door publieke en private partijen met als doel financieel ondersteunen van innovatieve projecten voordat de markt startkapitaal, private equity en financiering door banken ter beschikking stelt. Het circulariteitsfonds kan voortbouwen op ervaringen met het 'Amsterdams Klimaat & Energiefonds' (AKEF) duurzaamheidsfonds, dat financiering en investeringen verstrekt in de vorm van leningen, garanties en kapitaalaandelen (AKEF, 2015). Het fonds moet een oplossing bieden voor de financiering van vroegtijdige (meestal op lab- of pilotschaal) projecten die willen opschalen naar commercieel niveau.

3. Het opstellen van criteria voor 'nieuwe biobased producten' Op dit moment wordt de markt belemmerd door onzekerheid over kwaliteitsspecificaties. Het gebrek aan heldere criteria is momenteel een probleem voor twee projecten rond het kweken van insecten met behulp van organisch afval, met als doel eiwitten te produceren die als veevoeder kunnen worden gebruikt in bijvoorbeeld aquacultuur. Het kweken van insecten valt nu onder de slachtwet. Het gaat hier om complexe regelgeving. Het opstellen van heldere criteria kan duidelijkheid geven aan deze onderontwikkelde markt.

4. Amsterdam differentiëren als een '(innovatie) hub voor bioraffinage' Door middel van een communicatiestrategie Amsterdam sterk differentiëren van andere havensteden op het gebied van de circulaire economie en bioraffinage-activiteiten. Hierbij kan de gemeente toonaangevende bedrijven uitnodigen om hun activiteiten in Amsterdam te ontplooien. Dit kan voortbouwen op bijvoorbeeld Startup Amsterdam, met een focus op bioraffinage, en zich daarmee ontplooien als een innovatie hub. Het Havenbedrijf Amsterdam kan samen met de omliggende steden een stimuleringspakket ontwikkelen en matchmakingdiensten aanbieden aan bedrijven die overwegen zich in de regio te vestigen.

SCHEIDING EN INZAMELING

1. Het renoveren van bestaande ondergrondse afvalcontainers Het renoveren van afvalcontainers, bijvoorbeeld in Amsterdam-West, kan leiden tot een verbetering van het aandeel brongescheiden inzameling. De suggestie is om bestaande of nieuw geplaatste containers uit te rusten met de mogelijkheid voor de gescheiden inzameling van groente- en fruitafval, naast de huidige inzameling van papier en glas. Momenteel wordt in Amsterdam West een grote vervangingscampagne uitgerold die 3 jaar in beslag zal nemen. Deze moderniseringscampagne kan een stimulans zijn voor het lokale MKB, in het bijzonder voor metaal- en installatiebedrijven. De nieuwe eisen aan de mogelijkheden voor gescheiden inzameling zouden ook opgenomen kunnen worden in gemeentelijke aanbestedingscriteria voor de infrastructuur van afvalinzameling.

2. Verander afvalpunten in centra voor circulaire economie De afvalpunten kunnen worden omgezet tot een centrum van bedrijvigheid (op het gebied van o.a. recycling), en kennisdeling. Dit is vergelijkbaar met de recycling perrons van de gemeente Almere, waar hoogwaardige recycling lokaal wordt toegepast (Gemeente Almere, 2015). Dit verhoogt de lokale bedrijvigheid op het gebied van circulaire economie. En daarnaast verhoogt het de kennis en betrokkenheid van omwonenden door hen te betrekken bij recyclen en andere activiteiten op het gebied van de circulaire economie.

3. Straatcontainers en afvalinfrastructuur uitrusten met slimme IT-systemen Hiermee wordt de retourlogistiek en het aandeel gescheiden inzameling aan de bron geoptimaliseerd (Amsterdam Connecting Trade, 2014). Dit kan leiden tot een afname van transportbewegingen. Door informatie over de samenstelling van afval op een slimme manier met elkaar te verbinden, kan er meer waarde uit de reststromen worden gehaald. In kleinschalige pilots in aangewezen beheersgebieden kan in samenwerking met afvalbedrijven, leveranciers en huishoudens het systeem getest worden op gebruiksgemak en (financiële) haalbaarheid.

4. Voer gedifferentieerde belastingtarieven voor verschillende afvalcategorieën in (het zogenaamde Diftar-systeem). In zeer dicht bevolkte woonwijken in stedelijke gebieden is het moeilijker om huishoudelijk afval aan de bron te scheiden. Door grijs huishoudelijk afval zwaarder te belasten door middel van een gedifferentieerd belastingstelsel (Diftar) (Drift, 2014) wordt bronscheiding van huishoudelijk afval (financieel) gestimuleerd.

CASCADERING ORGANISCHE RESTSTROMEN

1. Het creëren van 'broedplaatsen' om stadslandbouw te stimuleren Hierdoor wordt lokale voedselproductie dan wel biomassaproductie verhoogd. Daarnaast kunnen leegstaande gebouwen worden gebruikt om voedsel te produceren. De voorbeelden en initiatieven rond stadslandbouw breiden zich snel uit. Een voorbeeld in Almere is 'Agromere', dat als doel heeft een proces in gang te zetten dat

uiteindelijk moet leiden tot een nieuwe woonwijk waarin de landbouw volledig is geïntegreerd (Jansma, 2015).

2. Door middel van inkoopbeleid lokaal geproduceerde producten, biomassa en voeding stimuleren Bij lokale productie van biomassa en voedsel wordt de noodzaak voor transport en de bijbehorende milieubelasting verminderd (PBL, 2014). Een van de bronnen voor de productie van lokaal hout is groenvoorzieningen van de stad (Gemeente Amsterdam, 2014a). Om de productie van biomassa in de gemeentelijke groenvoorzieningen te verhogen, is een meer integrale aanpak van het beheer van stedelijk groen en afvalstoffen vereist. Openbaar groen kan worden gebruikt voor de aanplant van speciale soorten planten (bv. heesters) (Urgenda, 2015). die speciaal zijn gekweekt om snel te groeien en die dus meer biomassa opleveren, meer CO₂ opnemen, meer regenwater opslaan en meer fijnstof absorberen.

TERUGWINNING VAN NUTRIËNTEN

1. Het realiseren van een geïntegreerde fosfaatstrategie De gemeente kan daarmee een volledig circulaire fosfaatcyclus mogelijk te maken. Dit kan de gemeente bereiken door met belanghebbenden samen te werken en industriële symbiose en technologische innovatie te stimuleren. Door samenwerking met verschillende partijen kan een strategie worden ontwikkeld om regionaal optimaal gebruik te maken van reststromen met fosfaat en deze in te zetten bij partijen die grote vraag hebben naar fosfaat (uit mijnen). De eerste stappen zijn reeds gezet, onder meer in projecten waarbij AEB, ICL en Waternet betrokken zijn.

2. Het stimuleren van decentrale afval- en waterbeheersystemen Hiermee wordt het lokaal terugwinnen van warmte, energie en grondstoffen mogelijk. Onderzoek is gedaan in Buiksloterham hoe op wijk niveau de stedelijk omgeving kan worden ingericht om decentraal opvang van afval en water mogelijk te maken (Amsterdam Smart City, 2015). Hierbij moet o.a. worden gedacht aan het scheiden van afvalwatertypes (grijs, geel en zwart water), en deze stromen (gedeeltelijk) lokaal te valoriseren. De gemeente kan hierop voortbouwen.

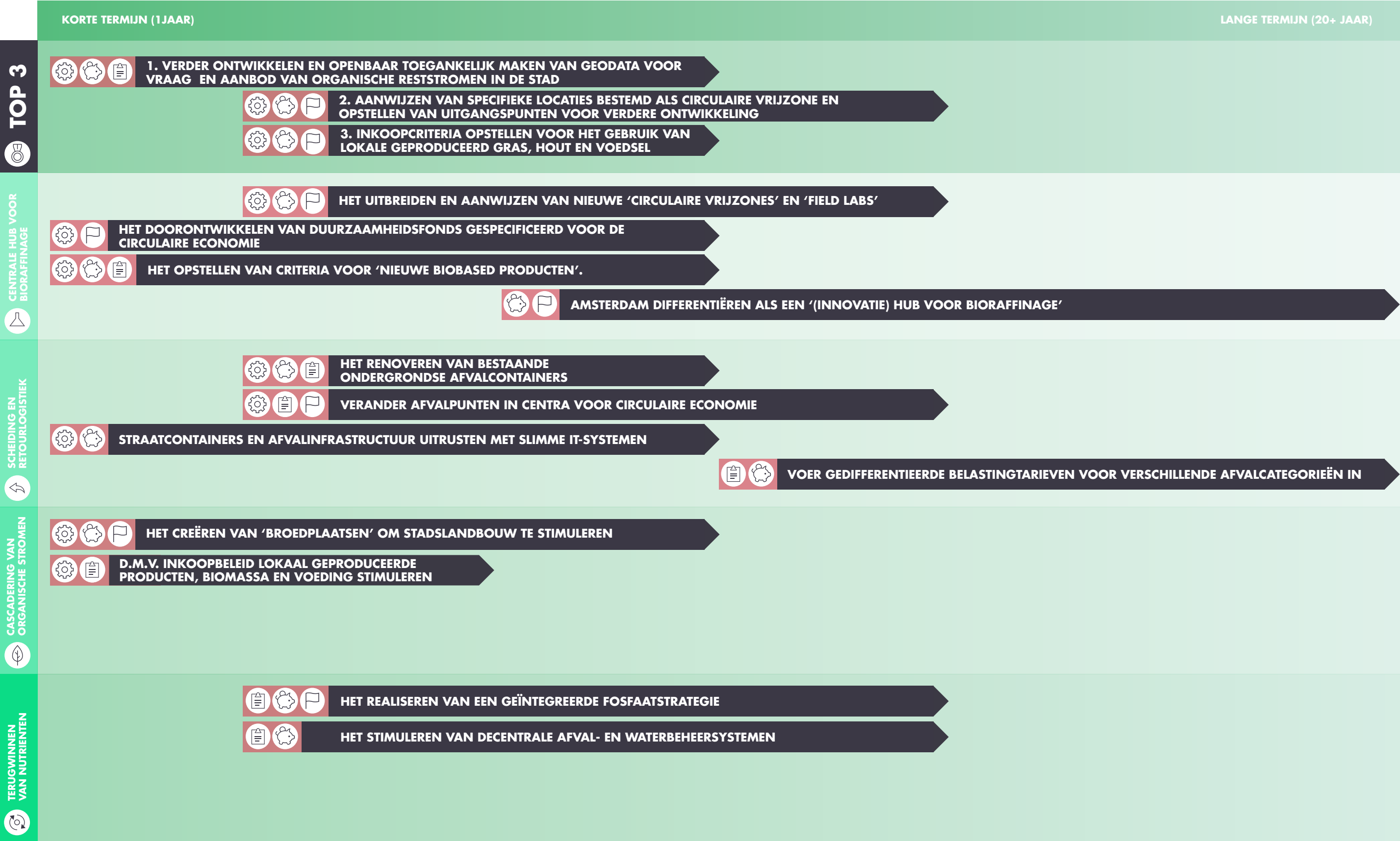
ACTIEPUNTEN TOP 3

Uit de interviews en gesprekken met betrokken stakeholders in de regio zijn de in de tabel weergegeven drie actiepunten geselecteerd. Hierbij is rekening gehouden met vier belangrijke effecten: (1) waardecreatie, (2) CO2-reductie, (3) materiaalbesparingen, en (4) banengroei die zijn berekend voor de vier strategieën. Bij de maatregelen is verder rekening gehouden met de barrières die geïdentificeerd zijn voor de organische reststroom keten, en de rol die de gemeente kan vervullen.

De gemeente kan door het beschikbaar stellen van (open) data, de innovatie in de stad stimuleren (actiepunt 1). Daarnaast is gekeken hoe de gemeente een belangrijke rol kan spelen om de hoge barrière rond wet- en regelgeving en technologie voor bioraffinage te beslechten (actiepunt 2). Juist omdat deze strategie een grote potentie heeft in de circulaire economie. Als laatste is gekeken hoe de gemeente door haar eigen inkoopbeleid de vraag naar circulaire producten kan verhogen (actiepunt 3).

	1 VIRTUEEL GRONDSTOFFEN PLATFORM Verder ontwikkelen en openbaar toegankelijk maken van specifieke geodata ten aanzien van vraag naar en aanbod van organische reststromen in de stad en regio	2 CIRCULAIRE VRIJZONE BIORAFFINAGE Aanwijzen van specifieke locaties bestemd als circulaire vrijzone en opstellen van spelregels voor verdere ontwikkeling	3 LAUNCHING CUSTOMER Inkoopcriteria opstellen voor het gebruik van lokaal geproduceerd gras, hout en voedsel
	Het verder ontwikkelen en openbaar toegankelijk maken van 'digitale (handels)platforms voor organisch afval', die een transparant overzicht geven van het aanbod, de vraag en het gebruik van organische reststromen in Amsterdam (en daarbuiten) en daarnaast bij kunnen dragen aan het matchen van vraag en aanbod. Dit kan een antwoord bieden op de huidige onduidelijkheid bij marktpartijen over vraag en aanbod van stromen. Het gebrek aan inzicht is door veel regionale stakeholders genoemd als een obstakel voor de planning, wat weer gevolgen heeft voor de financiering vanwege het risico ten aanzien van aanvoorzekerheid. Om die reden moet het platform ook inzicht geven in schommelingen in vraag en aanbod, bijvoorbeeld op basis van seizoensgebonden variaties in de beschikbaarheid van groenafval. Tevens kan de gemeente innovatie concepten stimuleren, en kleine en grote bedrijven koppelen.	De gemeente kan circulaire vrijzones initiëren. Hiermee worden bepaalde belemmeringen uit de weg genomen die op dit moment de ontwikkeling van innovaties in de weg staan. Bijvoorbeeld het verbod op het gebruik van digestaat rijk aan nutriënten (in het bijzonder fosfaat) op landbouwgronden. Hierdoor wordt momenteel een belangrijk en essentieel onderdeel van de business case voor anaerobe vergistingsinstallaties geblokkeerd omdat de huidige marktwaarde van digestaat laag is).	De gemeente kan door middel van criteria in het inkoopbeleid lokaal geproduceerd gras, hout (zoals in straatmeubilair) en voedsel (catering) stimuleren. De grote koopkracht van de gemeente zelf kan een belangrijke en constante vraag creëren die het voor lokale partijen mogelijk maakt om zich verder te ontwikkelen en te professionaliseren. Bij lokale productie van biomassa en voedsel wordt de noodzaak voor transport en de bijbehorende milieubelasting verminderd (<i>PBL, 2013</i>). De lokale productie van hout kan gebeuren in het openbaar groen van de stad (<i>Gemeente Amsterdam, 2014a</i>) Om de productie van biomassa in de gemeentelijke groenvoorzieningen te verhogen, is een meer integrale aanpak van het beheer van stedelijk groen en afvalstoffen vereist. Openbaar groen kan worden gebruikt voor aanplanten van speciale soorten planten (bv. heesters) (<i>Urgenda, 2015</i>) die speciaal zijn gekweekt om snel te groeien. En leveren meer biomassa, nemen meer CO ₂ op, en kunnen fijnstof absorberen.
AANSluiting BIJ PROJECTEN	Het programma 'Urban Pulse' uitgevoerd bij AMS heeft deels activiteiten gepland rondom het in kaart brengen van grondstofstromen waaronder organische stromen en deze ruimtelijk te vertalen. Ook bestaan er activiteiten binnen de gemeente rondom het inzichtelijk maken van afvalstromen gekoppeld aan geo data. Daarnaast kan er worden aangesloten bij initiatieven die big data gebruiken en grote potentie hebben voor de circulaire economie (<i>Lacy, 2015</i>). Onder andere de Wageningen UR en AMS doen onderzoek naar het gebruik van BIG data (<i>Top, 2015</i>).	Het is van belang dat nieuwe projecten voortbouwen op en verbonden zijn met reeds bestaande baanbrekende activiteiten in de regio, waaronder het Greenmills-terrein, een samenwerkingsverband van zes bedrijven die actief zijn in de verdere ontwikkeling van bioraffinageconcepten en het optimaal hergebruik van organische reststromen. Verder zijn Waternet en AEB betrokken en goed op de hoogte van lokale initiatieven waaronder de verwerking van rioolwaterzuiveringsslib en biogas productie.	Er zijn diverse bedrijven en initiatieven in Amsterdam die de lokaal biomassa produceren zoals voedsel maar ook vezels voor producten. Om tot hogere inzet van deze lokale producten te komen kan de gemeente hier in haar aankoopbeleid op sturen. Zo is de gemeente ondertekenaar van de 'green deal circulair inkopen' (<i>Geet, 2013</i>). Ook is in brede zin het thema van circulair inkopen met het doel lokale productie en consumptie een speerpunt bij Cirkelstad (<i>Cirkelstad, 2013</i>).
INVESTERINGEN EN RESULTATEN	De investering in het opzetten van een platform is grotendeels voor de ontwikkeling van de IT-infrastructuur en de ontwikkeltijd die gaat zitten in de conceptuele ontwikkeling van een platform. De gemeente kan hiervan initiator zijn. Hoewel er ook veel marktpartijen waaronder grote IT partijen ook bezig met de ontwikkeling van dergelijke platforms. De 'out-of-pocket' ontwikkelkosten voor een platform kan dan ook door private en publieke partijen worden gedragen. De effecten en impact op het daadwerkelijk hoogwaardiger verwerken van organische stromen door inzet van het platform zal waarschijnlijk enkele jaren kosten voordat het significante omvang heeft. Enerzijds omdat de ontwikkeling tijd kost. Daarnaast is buy-in en kritische massa nodig van marktpartijen.	Het aanwijzen van circulaire vrijzones kan een effectieve manier zijn om de belemmeringen zoals beschreven in het barrièreoverzicht lokaal te neutraliseren. Het is daarmee een maatregel die vooral investering vereist in het organiseren van toezicht en handhaving. De te nemen maatregelen vallen daarmee volledig binnen het handelingsperspectief van de gemeente.	De effecten van deze maatregelen kunnen al snel zichtbaar zijn doordat er een directe marktvraag naar lokale producten komt.
STAKE- HOLDERS	AMS, Floop2, Oogstkaart, TNO, Gemeente, Wageningen UR	Orgaworld, SkyNRG, Schiphol Group, KLM, Amsterdamse Haven, Sita, Awakenings, Loveland, Air	Gemeente, Caters en leveranciers van facility management, Lokale producenten, Exter, Kromkommer, Provalor, GRO Holland, Taste Before You Waste, Instock, Voedselbank, Meerlanden en Fruityourworld

ROUTEKAART ORGANISCHE RESTROMEN



PIJLEN

De pijlen geven een indicatie op welke termijn een actie kan worden ingezet en op welke termijn impact is te verwachten als gevolg hiervan. Daadwerkelijke implementatie van de acties en te verwachten impact is afhankelijk van vele factoren waaronder de snelheid waarmee de markt actie onderneemt, de snelheid waarmee opschaling plaatsvindt, etc.

BARRIÈRES

Technologie Markt Regelgeving Cultuur

POTENTIËLE ECONOMISCHE- EN MILIEU IMPACT VAN GEOPTIMALISEERDE VERWERKING VAN ORGANISCHE STROMEN IN AMSTERDAM VERGELEKEN MET EEN LINEAIR SCENARIO

De economische activiteit van de metropoolregio Amsterdam bedraagt jaarlijks 106 miljard euro, waarvan de stad Amsterdam 47 miljard voor haar rekening neemt (2013) (CBS, 2015)*. De bijdrage van de landbouwsector in de stad Amsterdam hieraan bedraagt 248 miljoen euro en de voedselsector 593 miljoen euro. De huidige verwerking van organische reststromen in Amsterdam laat grote ruimte om te optimaliseren. Zo heeft de gemeente Amsterdam ambities om het bronscheiding percentage te verhogen om meer waarde te generen uit de organische restfractie in huishoudelijk- en bedrijfsafval. Ook organische reststromen uit de voedselverwerkende industrie in het havengebied biedt kansen voor hoogwaardiger verwerking en kan zo bijdragen aan additionele waarde creatie. Gebaseerd op de strategieën die kunnen bijdragen aan een geoptimaliseerde verwerking (cascadering) van organische reststromen in Amsterdam is een macro-economische analyse uitgevoerd. De uitkomsten geven inzicht in de effecten die implementatie van deze circulaire strategieën kunnen hebben op de economische groei, werkgelegenheid, de besparing van materiaalgebruik en reductie van de uitstoot van broeikasgassen.

Het berekende 'circulaire scenario' geeft inzicht in de effecten ten opzichte van de autonome (lineaire) groei in Amsterdam. Hierbij zijn directe en indirecte effecten van circulaire strategieën meegenomen. Zo kan een directe materiaalbesparing bijvoorbeeld door opwerking van organische stromen naar een grondstof voor bioplastic kostenbesparing tot gevolg hebben waardoor met de verkregen

budgetruimte investeringen worden gedaan in nieuwe installaties waarvoor ook materialen nodig zijn. In de periode tussen 2005 en 2012 hebben de landbouwsector en voedingsindustrie in de metropoolregio een productiviteitsgroei laten zien van respectievelijk 5,7% en 13,6%.

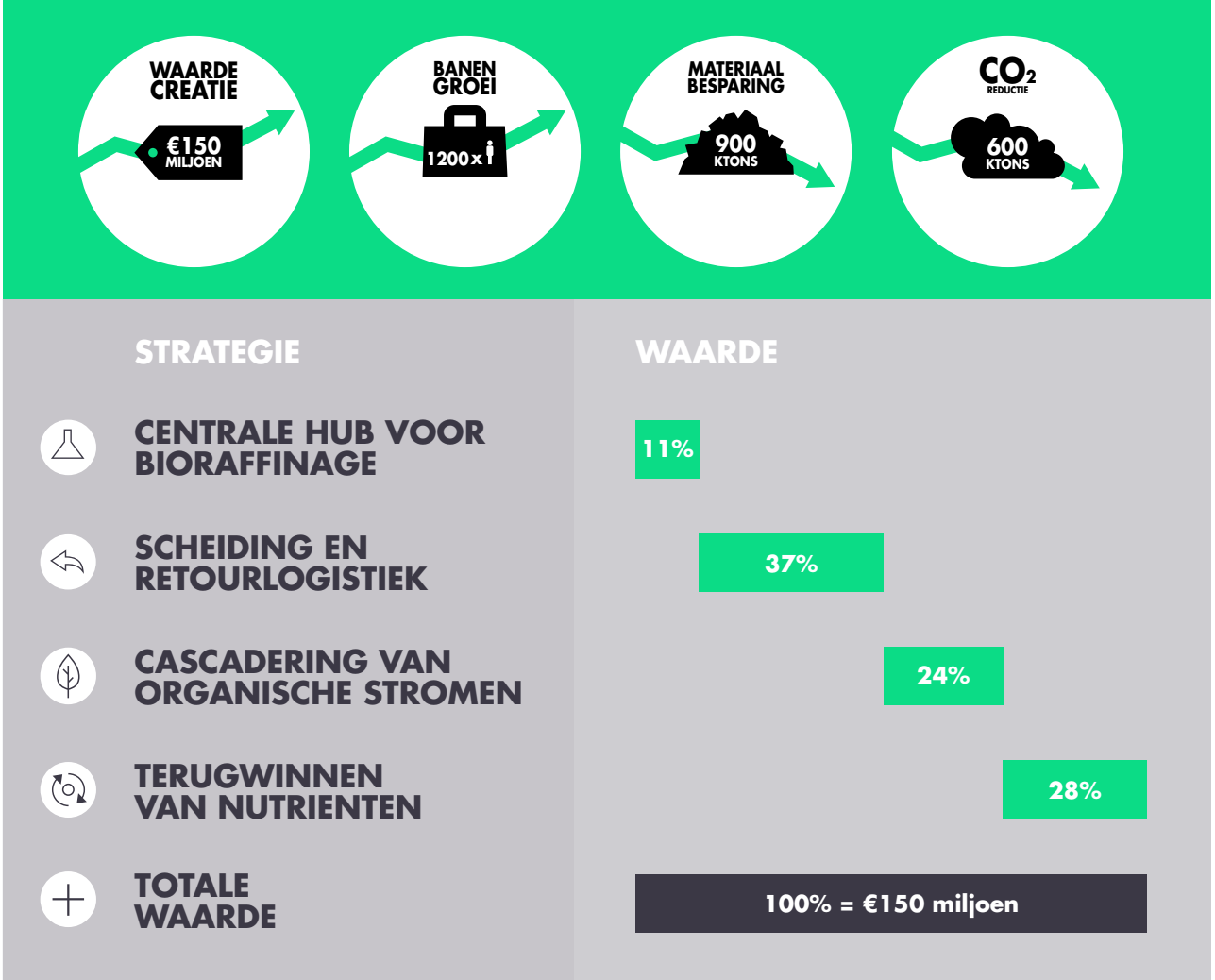
In onze doorrekening voor een circulair scenario voor de verwerking van organische reststromen gaan we uit van bronscheiding van de organische fractie over de tijd in alle 430 duizend Amsterdamse huishoudens. In 2015 genereerde iedere Amsterdammer gemiddeld 92 kilogram groente, fruit en tuinafval (Amsterdam, 2015d). Deze gescheiden inzameling maakt het mogelijk de organische fractie te gebruiken voor bijvoorbeeld de productie van eiwitten voor diervoeder, biogas en bouwstenen voor de chemie zoals voor de productie van bioplastics. Een volledig circulair ingerichte organische reststroom keten kan voor de stad Amsterdam een toename van de productiviteitsgroei tot gevolg hebben van 14% voor de landbouwsector en 7% voor de voedingsmiddelenindustrie over een periode van 5 tot 7 jaar. Dit komt daarmee boven op de autonome groei zoals eerder genoemd. In dat geval zou de toegevoegde waarde aan de economie 150 miljoen euro per jaar kunnen bedragen.

Tevens zou deze transitie kunnen bijdragen aan de lokale werkgelegenheid van op den duur 1200 arbeidsplaatsen. Afgezet tegen de 10 duizend arbeidsplaatsen in de landbouw en voedingsmiddelenindustrie is dit met een ongeveer 8% een significante bijdrage. Het kan bijvoorbeeld gaan over werkgelegenheid voor

aanpassing van de afvalinfrastructuur zoals aanpassing van ondergrondse containers, een toename in arbeidsplaatsen bij ophaaldiensten voor de gescheiden fracties maar ook voor de complexere verwerking van deze stromen. Zo vereist een complex zoals Greenmills met diverse bioraffinagefabrieken met eigen operators meer arbeidskrachten dan wanneer alle afval grootschalig en ongesorteerd wordt verwerkt. Naast directe werkgelegenheidseffecten in de landbouw- en voedingsmiddelenindustrie zijn er kansen voor extra economische activiteit in toeleverende industrie zoals machinebouw en logistiek.

De materiële besparing bestaat vooral uit materialen die hoogwaardiger verwerkte

stromen kunnen vervangen. Een voorbeeld is de productie van hoogwaardige eiwitten ter vervanging van eiwit import zoals bijvoorbeeld soja voor diervoeder. Ook de productie van biobased bouwstenen voor de chemie zoals voor de productie van bioplastics zou oliegebaseerde grondstoffen kunnen vervangen. De te realiseren materiaalbesparing kan oplopen tot 900 duizend ton per jaar. Afgezet tegen de huidige jaarlijkse import van 3,9 miljoen ton aan biomassa voor de gehele metropoolregio is dit als significant te kenmerken. Samenhangend met de materiaalbesparing is de verwachte reductie van broeikasgasemissies in de orde van een 600 duizend ton CO₂, dit is gelijk aan een kleine 3% van de jaarlijkse CO₂-uitstoot van de stad Amsterdam.



*In deze studie zal waardecreatie van circulaire initiatieven worden vergeleken met de totale toegevoegde waarde tegen basisprijzen worden uitgedrukt, NIET met het Bruto Regionaal Product. In dit hoofdstuk is een TNO-analyse toegepast waarbij de aanname uit de volgende bronnen zijn gebruikt: Chiawa, et al. (2014) Environmental impact of recycling digested food waste as a fertilizer in agriculture—A case study Resources, Conservation and Recycling; Vandermeersch, et al. (2012) Environmental sustainability assessment of food waste valorization options. Department of Sustainable Organic Chemistry and Technology; Leceta, et al. (2015) Bio-based films prepared with by-products and wastes: environmental assessment Journal of Cleaner Production.

Potentiële economische en milieu impact van een circulaire keten in Amsterdam vergeleken met een lineair scenario zijn doorberekend voor Amsterdam. Hierbij wordt de impact gerealiseerd over een periode van vijf tot zeven jaar. Hiervoor zijn 4 indicatoren gebruikt (1) Netto toegevoegde waarde in miljoenen euro's (2) Netto banengroei in FTE (3) Materiaal besparing berekend door waardebehoud in binnenlandse materiaal consumptie en (4) Reductie in CO₂-emissie. De waarden voor de 4 indicatoren zijn weergegeven in de 4 cirkels. In de staafdiagram is de spreiding in toegevoegde waarde weergegeven.



Industrie

- innovatief bedrijf
- landbouw



Scheiding en retourlogistiek

huishoudelijk organisch afval

- > 350 ton
- 250 - 350 ton
- 150 - 250 ton
- < 150 ton



Cascadering

- supermarkt
- straat markt
- voedselbank



Terugwinnen van nutriënten

- rioolzuiveringsinstallatie

SCHAALBAARHEIDSKAART

De schaalbaarheid kaart toont voor de organische restroomketen waar de kansen liggen voor vier circulaire strategieën: (1) afvalscheiding en retourlogistiek, (2) Cascadering van organische stromen (3) terugwinnen van nutriënten (4) bioraffinage hub. Groene markeringen tonen plaatsen waar huishoudelijk afval vrijkomen en daarmee waar het potentieel ligt voor scheiding en retourlogistiek. Verder worden supermarkten en straatmarkten aangegeven met groene en gele punten, en geeft het potentieel voor cascadering voor retail en industrie weer. Daarnaast zijn grote multinationals en voedselverwerkende bedrijven weergegeven in de kaart om mogelijkheden voor de industrie te duiden.

Port of Amsterdam
verwerken van organisch afval
tot hoogwaardige grondstoffen

Food Center Amsterdam
verkoop van verse en oververse
voedselproducten
hoogwaardige voedselafvalscheiding

Ring distributie
Amsterdamse Ring als transitie tussen
regionale logistiek en stadsdistributie

Schiphol Food hub
scheiden van afvalstromen en
onderscheppen van voedingsproducten
bij douane

Greenport Aalsmeer
organisch afval centraal verzamelen
en verwerken

bronnen:
http://maps.amsterdam.nl/open_geodata/
<http://http://code.waag.org/buildings/>

4. DE STATUS QUO

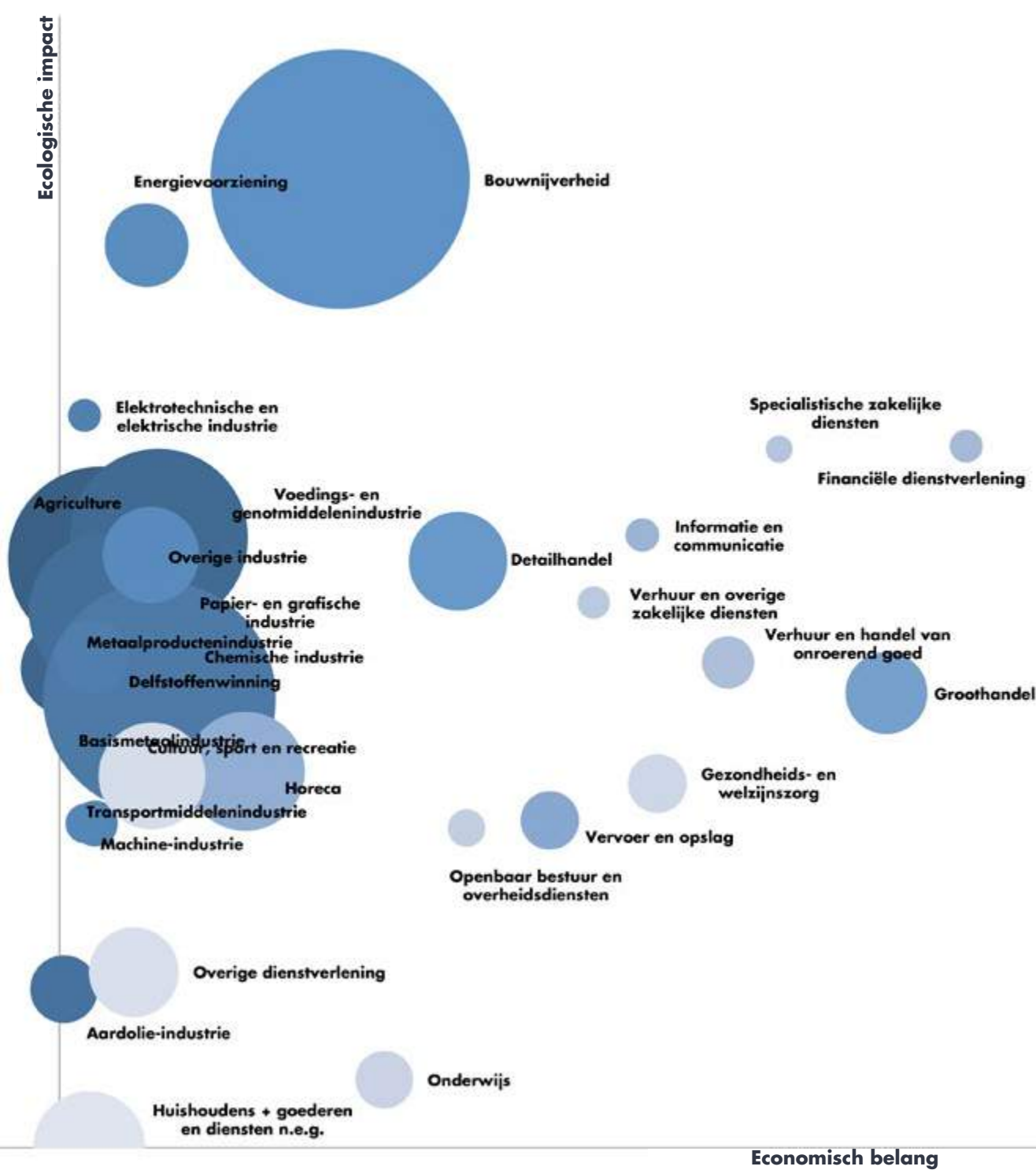
Om tot een circulaire economie te komen, is er eerst inzicht nodig in wat er in de huidige economie niet circulair is. Dit hoofdstuk geeft inzicht in hoe grondstoffen door de stad bewegen, waar ze worden verwerkt om waarde toe te voegen aan de lokale economie en waar grondstoffen worden verspild, of, idealiter, al terug cascaderen in het systeem en worden hergebruikt. Om dit inzicht te verkrijgen, is voor de regio gekeken naar de omvang van materialenstromen, energieverbruik en werkgelegenheid. Het verloop van de verschillende stromen werd onderzocht om als uitgangspunt te dienen voor de beoordeling van de vraag op welke punten de prestaties op het gebied van circulariteit, leefbaarheid en economische vitaliteit van de stad kan worden verbeterd. Op welke plaatsen bijvoorbeeld ontstaat nu afval? En waar liggen kansen op korte en langere termijn om deze om te zetten in kansen voor de stad en de regio? Om een meer gedetailleerd beeld te krijgen van de 'niet-circulaire' situatie op dit moment hebben we een analyse uitgevoerd gebaseerd op regionale en nationale statistieken aangevuld met specifieke organisatie data.

CIRCULARITEIT GEMETEN

Een van de uitdagingen in het bepalen van een strategie naar een circulaire economie is het meetbaar maken circulariteit en het verkrijgen van een goed inzicht in de status quo. Voor het meten van de circulariteit van de stad, regio en sectoren is het 'circulaire indicatoren framework' ontwikkeld door Circle Economy en TNO. Het framework beschrijft vier hoofdindicatoren die essentiële aspecten van circulariteit inzichtelijk maken. De eerste drie indicatoren werden geëvalueerd met behulp van kwantitatieve gegevens van het CBS en TNO. De indicator voor transitiepotentieel werd onderzocht door middel van interviews en kwalitatieve beoordelingen van specifieke bedrijven, organisaties en andere belanghebbenden binnen de betreffende ketens. Dit framework werd ook gebruikt door Circle Economy en TNO voor de vaststelling van de prioritaire ketens voor een nationaal project met het Ministerie van Infrastructuur en Milieu. De vier hoofdindicatoren, met elk specifieke sub-indicatoren, zijn hier rechts weergegeven.

In het figuur hiernaast is een overzicht gepresenteerd met de uitkomsten van het framework toegepast op de dertig sectoren die het CBS onderscheidt in de macro-economische statistieken van de regio. Per sector is aangegeven hoe groot de 'economische toegevoegde waarde' is aan de regionale economie (y-as), de 'ecologische impact' is (x-as) en hoe groot het potentieel is voor waardebehoud (grootte van de bubbel).

ECOLOGISCHE IMPACT
Metaal uitputting Fossiele uitputting Abiotische uitputting Verzuring Eutrofiëring Opwarming Ozon laag uitputting menselijke toxiciteit Zoet-water aquatisch toxiciteit Maritiem aquatisch toxiciteit Land toxiciteit Fotochemische Oxidatie Land competitie
ECONOMISCH BELANG
Toegevoegde waarde
POTENTIEEL VOOR WAARDEBEHOUD
Grondstof efficiëntie Waardevolle afval opwekking Dispersie factor Recycling ratio
TRANSITIEPOTENTIEEL
Transitie bereidheid Organisatie en cultuur Zichtbaarheid en impact



Bovenstaand figuur geeft weer hoe de dertig sectoren in de metropoolregio Amsterdam scoren op 'economie', 'ecologie' en 'waarde behoud', de 3 hoofdindicatoren in het 'circulair indicatoren framework'. (Bron: gebaseerd op CBS-gegevens met analyse van TNO en Circle Economy team)

STROMEN DOOR DE METROPOOLREGIO AMSTERDAM

Voor Amsterdam zijn de materiaalstromen geanalyseerd en gevisualiseerd in het onderstaande diagram. Het figuur geeft inzicht hoe grondstoffen door de metropoolregio en stad bewegen, waar ze worden verwerkt om waarde toe te voegen aan de lokale economie en waar grondstoffen worden verspild, of, idealiter, al terug cascaderen in het systeem en worden hergebruikt. Uit dit overzicht komen drie belangrijke aspecten naar voren die bepalend zijn voor de status quo - die grotendeels lineair georiënteerd is - maar die mogelijkheden bieden om tot een circulaire economie te komen in de regio.



De huidige staat van materialen en energie per sector gebruikt in de metropool regio Amsterdam. Verder worden de afvalstromen per sector in de metropool regio Amsterdam weergegeven (Mton staat voor miljoenen ton) (Bron: gebaseerd op CBS-gegevens met analyse van TNO en Circle Economy team).

ECONOMISCH PERSPECTIEF

De invoer, verwerking en doorvoer van materialen en goederen is een belangrijke economische activiteit in de metropoolregio De Metropoolregio Amsterdam beschikt over de grootste zeehaven en luchthaven in Europa. Via deze twee havens samen wordt jaarlijks ruim 100 miljoen ton goederen geïmporteerd en 30 miljoen ton geëxporteerd (*Port of Amsterdam, 2013*). De bruto toegevoegde waarde van de zeehaven bedroeg in 2012 EUR 3,5 miljard, voornamelijk afkomstig van bedrijfsactiviteiten en industrie, metaalindustrie en de transportsector & logistieke sector, en voor de luchthaven Schiphol is dit 5 miljard (*Ministerie van I&M, 2015*). De totale rechtstreekse werkgelegenheid van de Amsterdamse zeehaven bedraagt 34.000 arbeidsplaatsen; voor Schiphol is dat 65.000 (*Port of Amsterdam, 2013*).

De voedings- en bouwsector hebben een relatief laag gebruik van circulaire diensten Circulaire diensten zijn sectoren die zijn gericht op productontwerp, verhuur, reparatie en recycling. Het gemiddelde gebruik van circulaire diensten in de metropoolregio Amsterdam bedraagt 14%. De bouw- en de voedselketen bevinden zich onder het gemiddelde; zij maken respectievelijk gebruik van slechts 12% en 13% circulaire diensten.

LOGISTIEK KNOOPPUNT

De metropoolregio is sterk afhankelijk van import van grondstoffen In de metropoolregio wordt jaarlijks 10 miljoen ton materiaal verbruikt, waarvan 60% wordt geïmporteerd uit het buitenland, zie figuur 4.1 en 4.2 voor verdere detaillering van import- en exportstromen in Amsterdam (*CBS, 2015b*). Meer dan 50% van de import betreft fossiele brandstoffen, die voornamelijk in de aardolie-industrie worden gebruikt voor de productie van plastic.

De aanvoer van materialen is kwetsbaar voor sterke prijschommelingen en verstoringen in geopolitieke context Het hoge handelsvolume in de MRA biedt economische mogelijkheden maar maakt de MRA tegelijkertijd ook afhankelijk voor verstoringen van aanvoer. Bovendien kan de import van biomassa uit het buitenland aanzienlijke negatieve gevolgen voor het milieu hebben, als gevolg van niet-duurzaam landgebruik en landbouw in Zuid-Amerika en andere regio's.

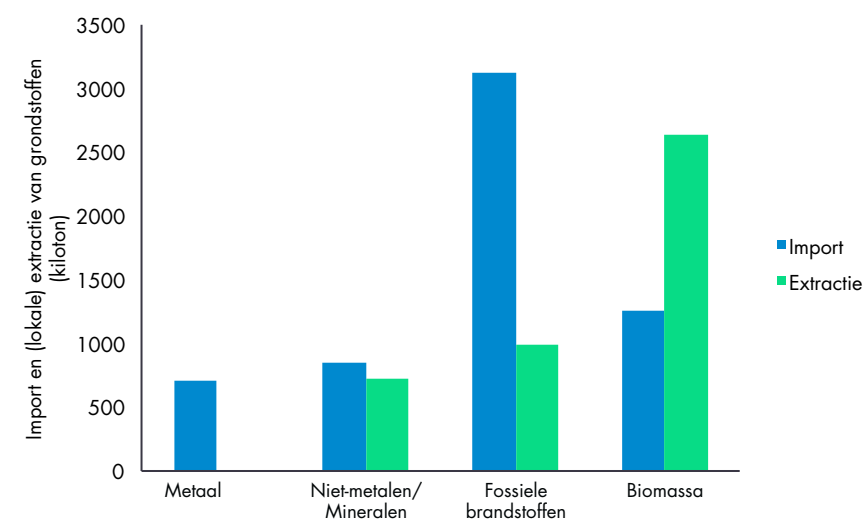
MATERIAALGEBRUIK EN VERWERKING VAN RESTSTROMEN

Materiaalgebruik in de maak- en verwerkingsindustrie wordt gedomineerd door biomassa en mineralen In het metropoolgebied wordt jaarlijks meer dan 10 megaton materialen – waarvan 40% biomassa en 40% fossiele brandstoffen – verbruikt (*CBS, 2015b*). Biomassa wordt voornamelijk gebruikt door de industrie (70%) en landbouw- en voedselsector (20%). Een groot deel van het biomassagebruik is gealloceerd aan de omvangrijke voedings- en genotmiddelenindustrie, die geproduceerde biomassa (van de agrarische sector) als input gebruikt. Mineralen worden vooral gebruikt in de nutssector (74%) en de industrie (17%) bijvoorbeeld in de vorm van kolen (*CBS, 2015b*). Metalen worden voor meer dan 90% gebruikt in de industrie.

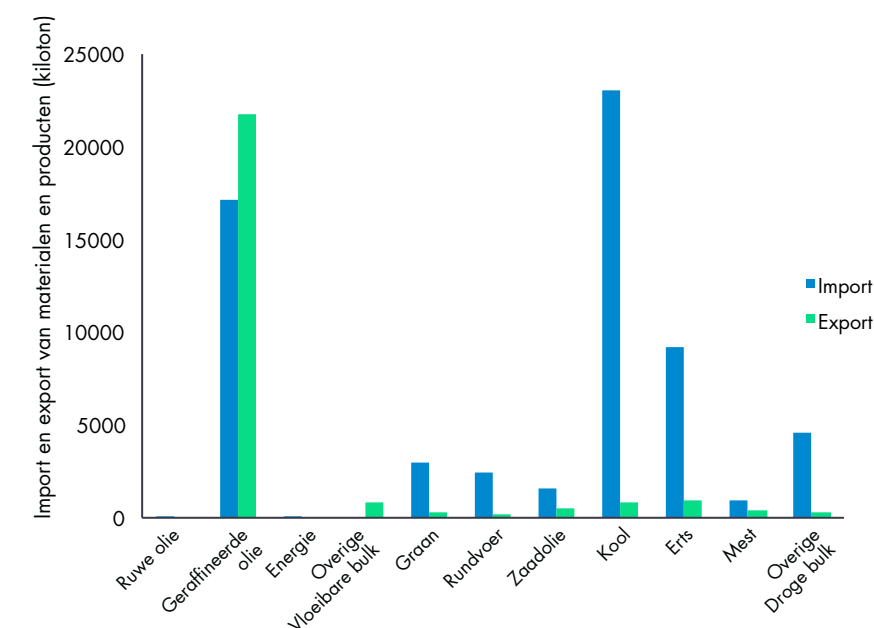
Grote stromen organische en minerale afvalstoffen zijn afkomstig uit bedrijfsafval Van het afval dat in de MRA wordt geproduceerd, wordt slechts een klein deel ingezameld via het gemeentelijk systeem voor huishoudelijk afval, zie figuur 4.3 voor verdere detaillering van huishoudelijk en bedrijfsafval. (*CBS, 2015b*). Ongeveer 1 miljoen ton van de 6 miljoen ton is gemeentelijk vast afval, voornamelijk bestaand uit mineralen en organisch afval (in Amsterdam is 14% huishoudelijk en 86% bedrijfsafval). Niet-gemeentelijk afval bedraagt ongeveer 5 miljoen ton per jaar, en bestaat vooral uit mineraal en organisch afval. Dit biedt mogelijkheden voor bioraffinagetoepassingen om hoogwaardig gebruik van reststromen toe te passen op zowel gemeentelijk als niet-gemeentelijk ingezameld afval.

Afval in Amsterdam wordt voor een groot deel relatief laagwaardig verwerkt

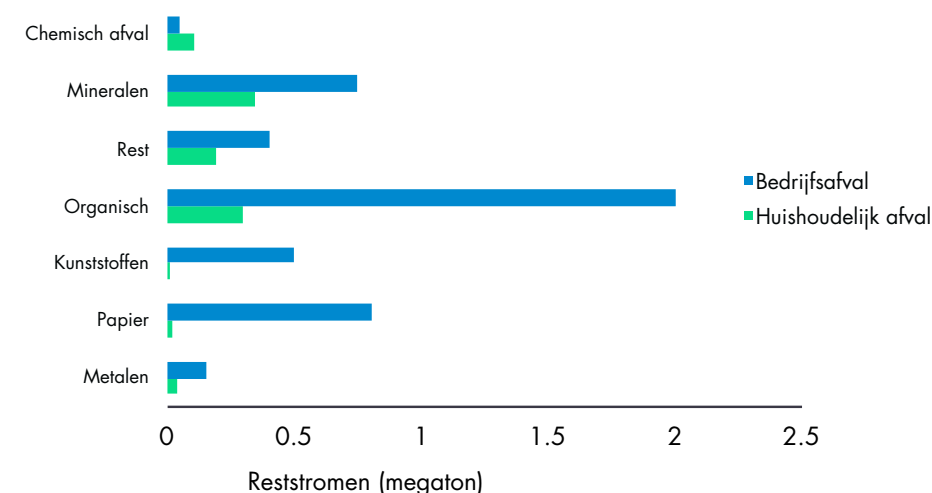
Een derde van het totale afval wordt verbrand, waarbij elektriciteit en warmte wordt gegenereerd. Hiermee wordt minder waarde uit afval gehaald dan bijvoorbeeld door recycling of hergebruik.. Voor huishoudelijk afval bedraagt het percentage 'nuttig hergebruik' – zoals gedefinieerd door het CBS – 85%. Dit omvat echter ook activiteiten zoals het gebruik van gegraneerd sloop- en bouwafval voor wegfunderingen, wat in een circulaire economie kan worden beschouwd als een laagwaardige toepassing van recycling. Door middel van hoogwaardig hergebruik, recycling en compostering kan er meer waarde worden gehaald uit deze reststromen.



Figuur 4.1: Extractie en import van materialen in de metropool regio van Amsterdam in 2014 (Bron: gebaseerd op CBS en haven Amsterdam gegevens met analyse van TNO en Circle Economy team)



Figuur 4.2: Import en export van materialen in de metropool regio Amsterdam (Bron: gebaseerd op CBS en haven Amsterdam gegevens met analyse van TNO en Circle Economy team)



Figuur 4.3: Reststromen in de metropool regio Amsterdam. (Bron: gebaseerd op CBS en AEB gegevens met analyse van TNO en Circle Economy team)

SELECTIE VAN KETENS

PRIORITERING VAN AANKNOPINGSPUNTEN IN EEN CIRCULAIRE ECONOMIE

Om te komen tot inzicht in de mate waarin diverse ketens bijdragen aan de economische en ecologische impact in Amsterdam is een ketenanalyse uitgevoerd. Deze ketenanalyse geeft inzicht in de verbindingen tussen sectoren in een economie. Bijvoorbeeld de materialen (fysieke stromen) en economische waarde (monetaire stromen) die sectoren onderling aan elkaar leveren. Een voorbeeld is de productie van aardolie, de productie van plastic uit deze aardolie, het gebruik van plastic verpakkingsmateriaal in de voedselketen als verpakking en de afvalverwerking ervan. Het verkennen van welke ketens tussen sectoren grote economische en ecologische impact tot gevolg hebben vormt een startpunt om te prioriteren waar mogelijke interventies deze impact zouden kunnen reduceren. De vier gebruikte indicatoren uit het ‘circulair indicatoren framework’ zijn in het begin van dit hoofdstuk toegelicht. Voor de economische en ecologische impact en waardebehoud is een uitgebreide analyse uitgevoerd die honderden waardeketens en sectoren met elkaar koppelt. De tien ketens met de hoogste impact of het grootste potentieel zijn geselecteerd. Daarnaast zijn stakeholder interviews gebruikt om het transitiepotentieel te

beoordelen. De tien waardeketens zijn hieronder in de tabel weergegeven waarbij blauwtinten aangeven dat de impact of het potentieel hoog is. Van de tien ketens zijn er zes in de analyse meegenomen (daarmee alleen de metaal keten niet).

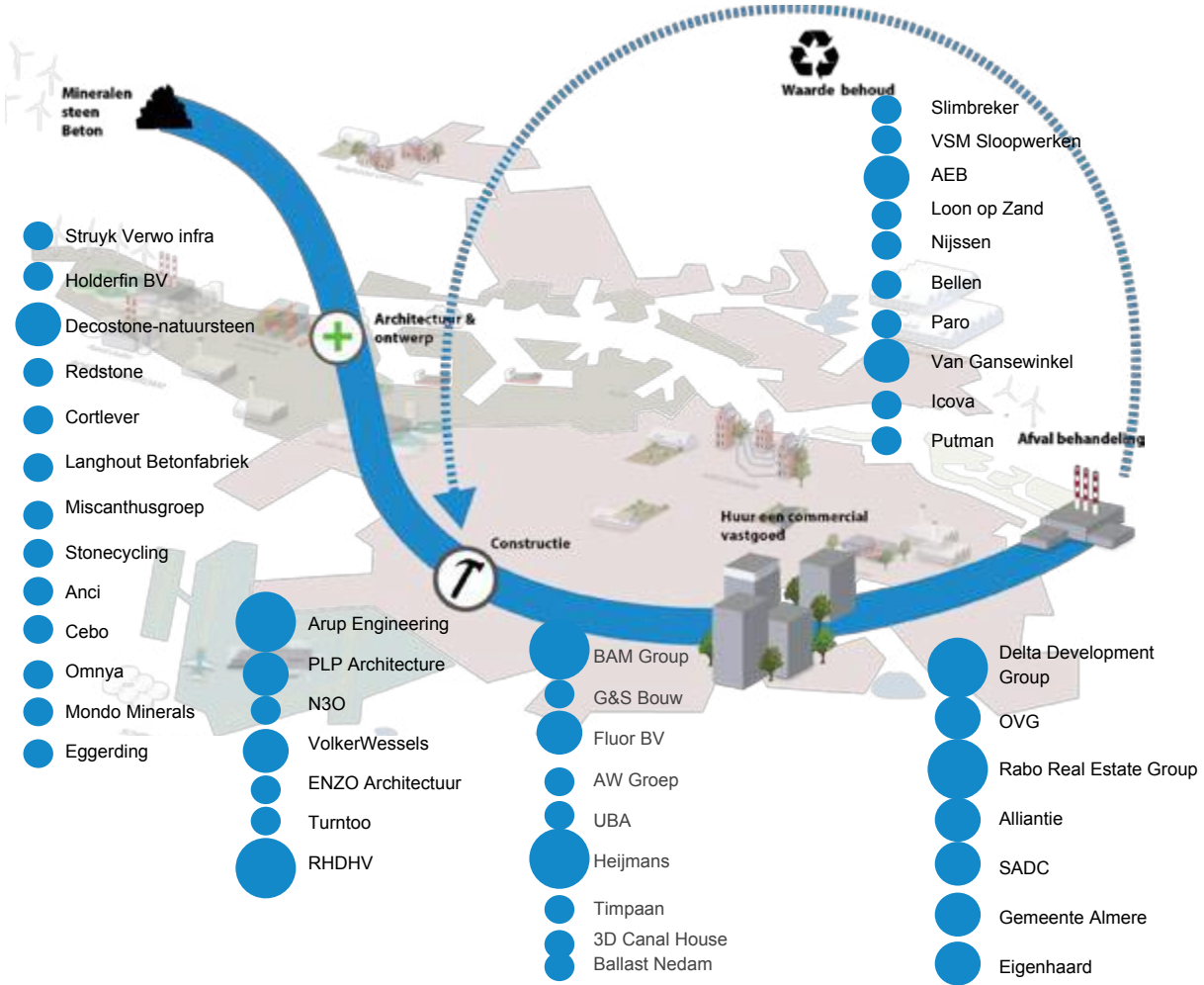
Na overleg met de gemeente en lokale stakeholders is besloten om te focussen op de bouwketen en op organische reststromen, aangezien deze de hoogste economische impact, ecologische impact, en het hoogste waardebehoud en transitiepotentieel hebben.

De analyse van de waardeketens dient niet alleen om te komen tot een transparante selectie van belangrijke ketens waarop circulaire initiatieven gericht moeten zijn, maar biedt ook een overzicht van economische sectoren en actoren die met die bepaalde keten verbonden zijn. Deze actoren kunnen een bron van inspiratie zijn bij het ontwikkelen van concrete projecten met de actoren die feitelijk actief zijn in de metropoolregio Amsterdam. Hiernaast is een - niet uitputtende en selecte - groep actoren weergegeven voor de bouwketen en de organische restroom keten.

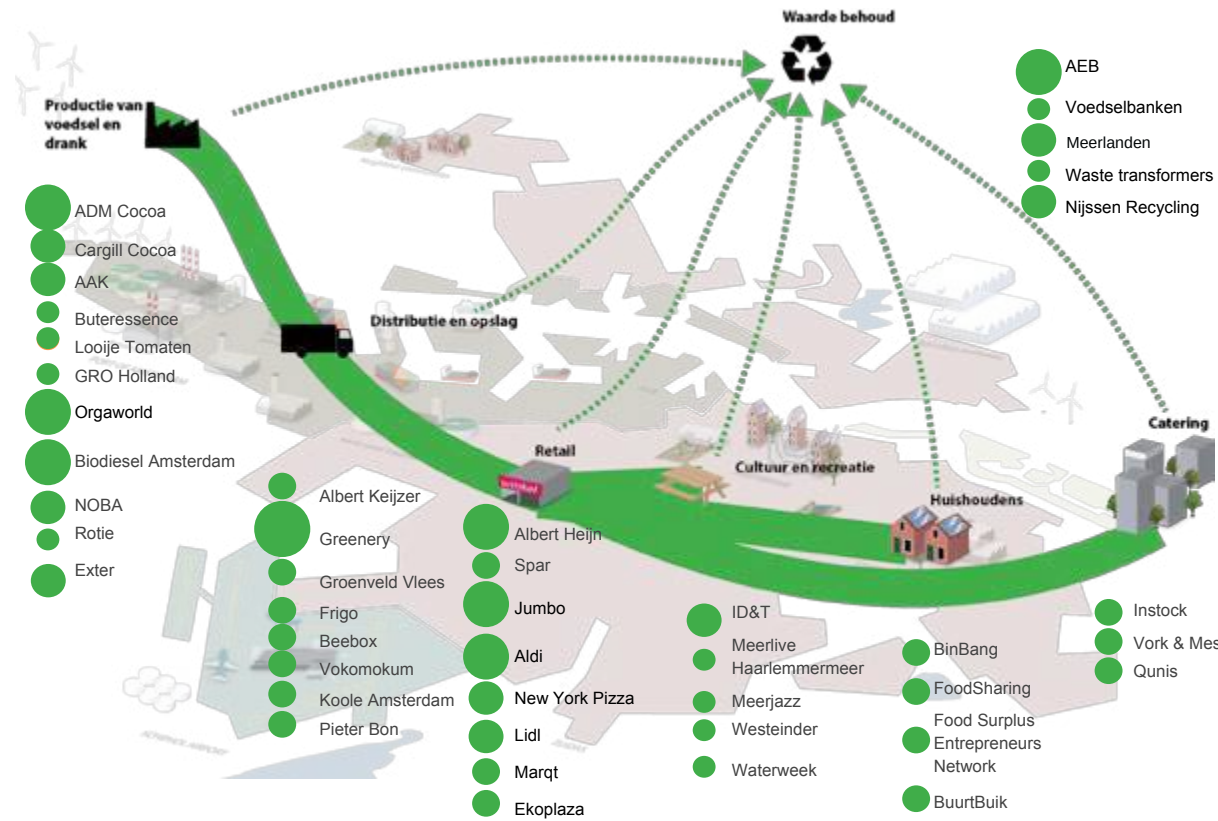
		ECONOMISCHE IMPACT	ECOLOGISCHE IMPACT	WAARBEHOUD POTENTIEEL	TRANSITIE POTENTIEEL
BOUW KETEN	BETON, STEEN, MINERAAL STROMEN DOOR DE CONSTRUCTIE SECTOR				
	ARCHITECTUUR, DESIGN SERVICES IN BOUWSECTOR				
	VASTGOEDONTWIKKELING EN HERBESTEMMING VAN GEBOUWEN				
VOEDSEL KETEN	VOEDSEL PRODUCTIE EN AFVAL VERWERKING				
	VERPAKKING IN VOEDSEL KETEN				
	INPUT IN LANDBOUW				
METAAL KETEN	METAALSTROMEN IN DE TRANSPORTSECTOR				
	LOGISTIEKE SERVICES IN VOEDSEL				
	ELEKTRONISCHE APPARATEN EN AFVALVERWERKING				
	SCHROOT METAALVERWERKING				



Overzicht van tien ketens in de MRA. In een analyse ontwikkeld door TNO en Circle Economy.



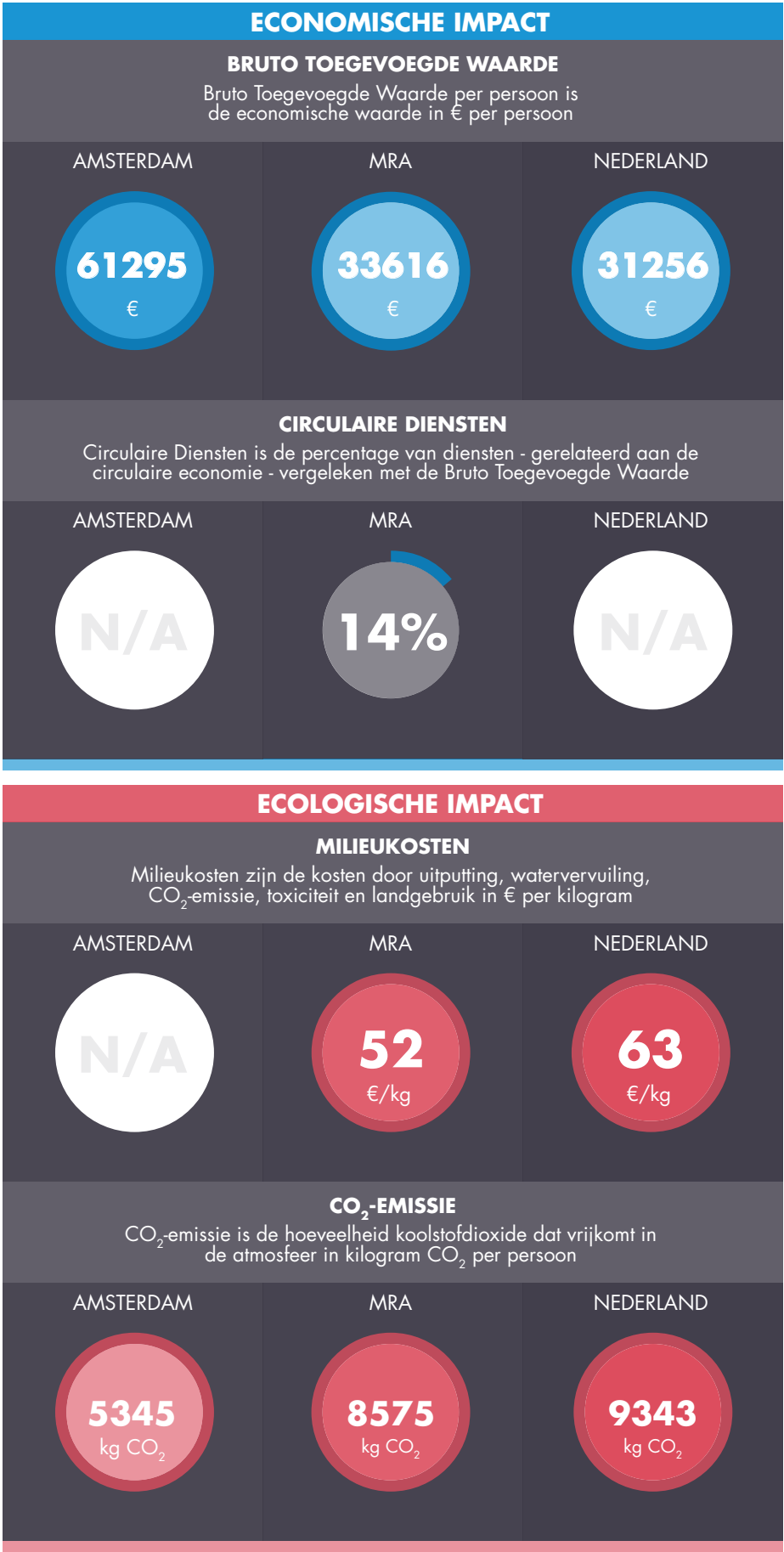
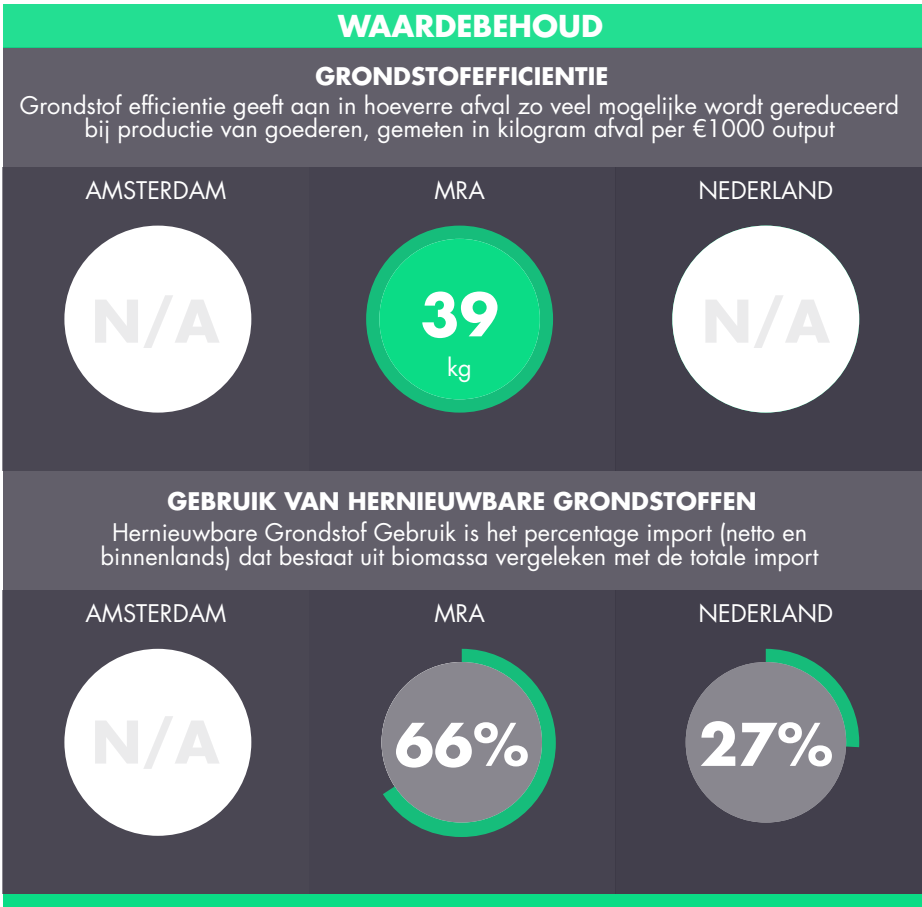
Overzicht van een selectie en niet-uitputtende groep stakeholders in de constructieketen. De grootte van de cirkel geeft het belang van de organisatie weer. (Inzichten uit interviews, literatuur en inschatting van het onderzoeksteam).



Overzicht van een selectie en niet-uitputtende groep stakeholders in de organische reststromen keten. De grootte van de cirkel geeft het belang van de organisatie weer. (Inzichten uit interviews, literatuur en inschatting van het onderzoeksteam).

INDICATOREN CIRCULAIRE ECONOMIE

Op deze pagina is gepresenteerd hoe de stad Amsterdam, de metropoolregio en Nederland scoren op drie indicatoren: waardebehoud, economische impact en ecologische impact. tezamen geven deze drie indicatoren een eerste idee van hoe op het niveau van de stad circulariteit zou kunnen worden gemeten. De drie indicatoren zijn ontwikkeld in het kader van het programma RACE (Realisation of Acceleration towards a Circular Economy) een programma mede geïntieerd door het ministerie van Infrastructuur en Milieu. Een samenvatting van de indicatoren is gepresenteerd op pagina 76. Eerder berekende TNO en Circle Economy deze indicatoren op nationaal niveau. Het waardebehoud wordt ingescht op basis van de grondstoffenefficiëntie: de hoeveelheid afval die wordt geproduceerd om 1000 euro toegevoegde waarde te genereren. De economische impact is gemeten als de toegevoegde waarde per persoon en het percentage circulaire diensten in de economie: het aandeel van de toegevoegde waarde in een economie die wordt gegenereerd door diensten gericht op productontwerp, verhuur, reparatie en recycling. De ecologische impact wordt gemeten door de indicatoren milieukosten en CO₂- emissies.



5. AANBEVELINGEN & VERVOLGSTAPPEN

De routekaart en actieagenda gepresenteerd in deze Quick Scan bieden een vertrekpunt om de ambities, visie en agenda op het thema circulaire economie richting en concreetheid te geven. Dit rapport presenteert voor twee specifieke waardeketens – bouw en organische reststromen – een routekaart en actieagenda. Vervolgstappen voor de gemeente kunnen zich richten op het verder detailleren van deze plannen. Ook zal bij stakeholders zowel binnen de overheid als in de markt moeten worden gezocht naar steun om op de voorgestelde richtingen daadwerkelijk tot actie te komen. Hieronder worden een aantal vervolgstappen voor de gemeente geadviseerd.

- Verdere **ontwikkeling en selectie van indicatoren** die de essentie van de circulariteit van de stad Amsterdam inzichtelijk maken. Deze (basis set van) indicatoren kunnen onder andere gebruikt worden voor het meten van voortgang. Het in deze studie (in hoofdstuk 4) toegepaste 'circulaire indicatoren framework' kan richting geven aan de vervolgstappen.
- De indicatoren kunnen worden toegepast in een interactief **circularity dashboard waarop de voortgang op de belangrijkste indicatoren wordt weergegeven**. Het dashboard kan intern worden gebruikt, maar kan ook inwoners van de stad nadrukkelijker betrekken bij het onderwerp circulaire economie. Daarnaast kan Amsterdam zich (in de toekomst) benchmarken met andere steden op het gebied van hun circulaire prestaties.

- De actieagenda en routekaart beschrijven concrete acties waar de gemeente vanuit haar handelingsperspectief richting aan kan geven. Om te komen tot een **gedetailleerde haalbaarheid van de voorgestelde acties** is nadere analyse nodig. Deze analyse kan zich bijvoorbeeld richten op een verdere uitgewerkte (maatschappelijke) kosten- en baten inschatting voor de verschillende partijen die nodig zijn om tot implementatie te komen. Vervolgstappen in het onderzoek van kansen voor de stad en regio zijn onder andere gewaarborgd in het programma Urban Pulse geleid door Amsterdam Metropolitan Solutions (AMS) en Circulaire Stad.
- De behoefte aan grotere transparantie en meer inzicht in de vraag en het aanbod van (secundaire) grondstofstromen in de regio en daarbuiten wordt door veel stakeholders genoemd als een voorwaarde voor een circulaire economie en optimale uitwisseling tussen en hoogwaardige verwerking van stromen. **Verdere ontwikkeling van (geografische expliciete) digitale grondstofplatforms** zouden hierin een cruciale rol kunnen spelen. Deze verbinden vraag en aanbod van reststromen en materialen met elkaar.
- Gekoppeld aan het voorgaande punt is er ook behoefte aan nadrukkelijker en **actieve coördinatie op het matchen van vraag en aanbod**. De gemeente zou kunnen verkennen wat de mogelijkheid is om ketenregisseurs aan te stellen die verantwoordelijk zouden zijn voor actieve matchmaking.

PROJECT TEAM

Circle Economy

Klaske Kruk, Project Manager

Marc De Wit, Project Manager

Shyaam Ramkumar, Circular Developer

Jurn de Winter, Circular Developer

Merve Güvendik, Circular Developer

Kay van 't Hof, Visual Designer

TNO

Ton Bastein, Program Manager Resource Efficiency and Circular Economy

Jacco Verstraeten-Jochensen, Project Manager, Sustainable Cities

Elmer Rietveld, Researcher

Mara Hauck, Scientist Specialist on life-cycle assessment, Climate, Air and Sustainability.

FABRIC

Eric Frijters, Medeoprichter

Olv Klijn, Medeoprichter

Bas Driessen, Projectleider

GERAADPLEEGDE EXPERTS

Hierbij spreken we onze dank uit aan de volgende experts die kennis en specifieke gegevens over de verschillende stromen in Amsterdam met ons deelden:

Sietse Agema, Strategic Advisor, Amsterdam Energie Bedrijf

Olaf Blauw, Director, Delta Development

Martijn Bovee, Manager Strategic Accounts, Orgaworld

Bart Brink, Director Business Unit, RHDHV

Marc Brito, Senior Relationship Manager Public Sector, Rabobank Amsterdam

Jeremy Croes, Programmacoördinator Grondstoffen & Reststromen, Schiphol Airport

Pieter Goudwaard, MVO adviseur, Sustainable business development, Jumbo

Raymond Groot Lipman, Senior

Accountmanager Grootbedrijf, Rabobank Almere

Peter van Heerde, Accountmanager MKB, Rabobank Schiphol

Angeline Kierkels, Directeur Publieke Sector, Meerlanden

Fokke Kroesen, Environmental Manager, KLM

Jeroen Lubbers, Adjunct hoofd Economische Zaken Gemeente Almere

Kees van der Lugt, Strategisch adviseur & Innovatiemanager, Waternet

Ward Massa, Co-owner, Stonecycling

Dominique van Ratingen, Programmamanager Duurzaamheid, Amsterdam Economic Board

Jan Willem Reuchlin, Consultant Strategy & Innovation, Port of Amsterdam

Rene van Schaijk, Senior Accountmanager Grootzakelijk, Rabobank Amstel en Vecht

Wouter Schrier, Advisor on mobility and electric mobility

Jeroen Slot, Hoofd Onderzoek, Dienst Onderzoek en Statistiek, Gemeente Amsterdam

Marc Spiller, waste water treatment, Advanced Metropolitan Solutions

Sven Stremke, Principal Investigator for Energy, Advanced Metropolitan Solutions

Sabrine Strijbos, Sector Specialist Economic Sustainability and Fashion, Gemeente Almere

Andre Struker, Strategic Advisor, Waternet

Philippe Vorst, Founder & Director, New York Pizza

Ad van Vught, Strategic Purchasing Manager, Exter

Bart de Wit, Manager MKB, Bedrijven, Rabobank Zaanstreek

Circle Economy is een coöperatie die zich ten doel stelt om wereldwijd de praktische implementatie van circulaire economie te versnellen. Om de transitie richting een wereldwijde circulaire economie te versnellen, gebruiken we twee belangrijke hefboomen:

1) Praktische actie, gericht op de ontwikkeling van praktische oplossingen;

2) Campagnes, communicatie en engagement, gericht op het verspreiden van onze boodschap. We richten ons op projecten en activiteiten die zowel praktisch als schaalbaar zijn.

TNO is een non-profitorganisatie die grondige wetenschappelijke principes toepast op een breed scala aan disciplines. TNO is actief binnen vijf belangrijke duurzaamheidsthema's: industrie, gezond leven, energie, milieu en defensie en veiligheid. TNO is een van de meest internationaal georiënteerde onderzoeks- en technologieorganisaties in Europa en beschikt over een ongeëvenaarde kennisbank vol informatie over innovatie, duurzaamheid en beleidsvorming. Het handhaven en verbeteren van deze kennisbank heeft hoge prioriteit naarmate we ons verder ontwikkelen binnen internationale kennisnetwerken.

FABRIC is een kennisintensief ontwerp bureau onder leiding van Eric Frijters en Olv Klijn. De betrokkenheid van de beide oprichters bij architectuur, stedenbouw en onderzoek leidde tot de oprichting van FABRICations. Ons motto is: „Denken terwijl je doet.” Het motto drukt de grondige aanpak uit die FABRIC kenmerkt. Onze innovatieve oplossingen zijn geworteld in een enorme technische, historische en culturele kennis. We investeren bij elk project in onderzoek om de beschikbare kennis nóg verder te vergroten en om de kwaliteit van onze voorstellen verder te verbeteren. Wij willen de beste kennis bieden en de meest innovatieve oplossingen bedenken. Daarom vormen we vaak samenwerkingsverbanden met andere soortgelijke kennisintensieve ondernemingen.

REFERENTIES

- Acceleratio (2015). Barriers & Drivers towards a Circular Economy. Unpublished.
- Accenture (2014). Circular Advantage Innovative Business Models and Technologies to Create Value in a World without Limits to Growth
- AEB (2015). Circle Economy communicatie.
- AKEF (2015). Amsterdams Kimaat & Energie fonds. <http://www.akef.nl/en/>
- Algemene Rekenkamer (2013). Contractmanagement bij DBFMO-projecten. Tweede Kamer, vergaderjaar 2012-2013, 33 639, nrs. 1-2.
- Amsterdam Connecting Trade (2015). Brandput Logistieke Westas. <http://www.amsterdamconnectingtrade.nl/gb/publicaties?cms%5Bcm1115%5D%5Bdownload%5D=27>
- Amsterdam Logistics Board (2015). De westas daar draait het om. <http://www.binnenlandsbestuur.nl/Uploads/2015/3/Westas-manifest.pdf>
- Amsterdam Smart City (2015). Buiksloterham: living lab voor circulaire gebiedsontwikkeling. <http://amsterdamsmartcity.com/news/detail/id/448/slug/buiksloterham-lab-for-circular-area-development?lang=nl>
- Barkkume, A. (2008). Deconstruction and Design for Disassembly. http://www.academia.edu/178424/Deconstruction_and_Design_for_Disassembly
- Biobased Economy (2015). Bioraffinage. http://www.biobasedeconomy.nl/wat-is-biobased-economy/themas/bioraffinage_v2/
- Buildings (2009). The Challenges and Benefits of Mixed-Use Facilities. <http://www.buildings.com/article-details/articleid/9004/title/the-challenges-and-benefits-of-mixed-use-facilities.aspx>
- CBS (2013). Leegstand in Nederland. <http://www.cbs.nl/NR/ronlyres/E5CDDD84-6EDD-40B5-8B43-B87C2DA86EFB/0/leegstandinnederland2013.pdf>
- CBS (2014). Biomassa stromen in Nederland. <http://statline.cbs.nl/StatWeb/publication/?VW=T&DM=SLNL&PA=82004NED&LA=NL>
- CBS (2015a). Gemeentelijke statistieken afval verzameling. <http://statline.cbs.nl/StatWeb/publication/?VW=T&DM=SLNL&PA=7467&LA=NL>
- CBS (2015b). Analyse van TNO en Circle Economy team
- CBS (2015c). Gemeentelijke stoffen afvalhoeveelheden. <http://statline.cbs.nl/StatWeb/publication/?VW=T&DM=SLNL&PA=7467&LA=NL>
- Chini, A. & Schultmann, F. (2002). Design for Deconstruction and Materials Reuse. http://www.iip.kit.edu/downloads/CIB_Publication_272.pdf
- Circle Economy (2014a). Circle Scan: Current state and future vision Agri & Food Sector. https://www.rabobank.com/en/images/03-07_CE_Rabobank_AgriFood_Circle_Scan.pdf
- Circle Economy (2014b). Circulair Bouwen. <https://insights.abnamro.nl/circulair-bouwen-het-fundament-onder-een-vernieuwde-sector>
- Circle Economy and OVG (2015). Circular Opportunity Scan for OVG Link Project. Unpublished
- Cirkelstad (2014). Praktijkboek duurzame wijkontwikkeling op Heijplaat. http://www.cirkelstad.nl/wordpress/wp-content/uploads/2014/12/Praktijkboek-Heijplaat_LR_res.pdf
- Cirkelstad (2015). Cirkelstat Geen Afval Geen Uitval. <http://www.cirkelstad.nl/het-concept/>
- Consonni, S. & Viganò, F. (2010). Material and energy recovery in integrated waste management systems: The potential for energy recovery. http://www.hia21.eu/dwnld/20131229_Material%20and%20energy%20recovery%20in%20integrated%20waste%20management%20systems.pdf
- Croes, J., Schiphol Airport (2015). Circle Economy communicatie.
- Cushman & Wakefield (2013). Office space across the world. <http://www.cushmanwakefield.com/~media/global-reports/Office%20Space%20Around%20the%20World%202013.pdf>
- Drift (2014). Van afval af, Transitie-Agenda voor Gemeentelijk Afvalbeheer. <http://www.drift.eur.nl/wp-content/uploads/2014/04/Transitie-agenda-Van-afval-af.pdf>
- DTZ (2015). Regionale kantorenmarkten. <https://www.dtz.nl/nl/marktinformatie/feiten-en-cijfers/regionale-kantorenmarkten-januari-2015/>
- DUS (2015). <http://3dprintedcanalhouse.com>
- Ecorys (2014). Resource efficiency in the building sector. <http://ec.europa.eu/environment/eussd/pdf/Resource%20efficiency%20in%20the%20building%20sector.pdf>
- EMF (2015a). Delivering the circular economy, a toolkit for policymakers. <http://www.ellenmacarthurfoundation.org/blog/new-tools-for-policymakers-facilitate-transition-to-the-circular-economy>
- EMF (2015b). Growth Within: A Circular Economy Vision for a Competitive Europe.
- Geet van, C. (2014). Circular Economy + Green Procurement = Circular Procurement. http://ec.europa.eu/environment/gpp/pdf/25_03_2014/First_Experiences_with_Circular_Public_Procurement.pdf
- Gemeente Almere (2015). Recyclingperrons. <https://www.almere.nl/wonen/afval/recyclingperrons/>
- Gemeente Amsterdam (2011). Structuurvisie Amsterdam 2040
- Gemeente Amsterdam (2014a). Towards the Amsterdam Circular Economy. <https://www.amsterdam.nl/gemeente/organisatie/ruimte-economie/ruimte-duurzaamheid/ruimte-duurzaamheid/making-amsterdam/publications/sustainability-0/towards-the/>
- Gemeente Amsterdam (2014b). Dromen over Centruemland. https://www.amsterdam.nl/publish/pages/614699/dromen_over_centruemland_korte_versie.pdf
- Gemeente Amsterdam (2014c). De circulaire metropool Amsterdam 2014-2018. <https://www.amsterdam.nl/wonen-leefomgeving/energie/publicaties/circulairemetropool/>

Gemeente Amsterdam (2015a). Agenda Duurzaamheid 'Duurzaam Amsterdam.' <https://www.amsterdam.nl/gemeente/volg-beleid/agenda-duurzaamheid/>

Gemeente Amsterdam (2015b). Een duurzaamheidspilot voor westpoort in Sloterdijk III: Living Lab. http://amsterdamsmartcity.com/data/file/brochure_living_lab_v4_druk_def.pdf

Gemeente Amsterdam (2015c). Bewoners appartementen T-buurt scheiden hun afval. <https://www.amsterdam.nl/reigersbos/afvalproef/>

Gemeente Amsterdam (2015d). Afvalketen in beeld Grondstoffen uit Amsterdam

Groene Grondstoffen (2010). Bioraffinage. <http://www.groenegrondstoffen.nl/downloads/Boekjes/10Bioraffinage.pdf>

Groothuis, F. (2014). New Era New Plan. http://www.ex-tax.com/files/4314/1693/7138/The_Extax_Project_New_Era_New_Plan_report.pdf

Hutchinson, T. (2012). Retrofitting is expensive – let's demolish and start again. <http://www.theguardian.com/housing-network/2012/apr/03/retrofit-expensive-demolish-unfit-homes>

Jansma et al. (2015). Urban agriculture and local food production: feeding our cities future. https://www.wageningenur.nl/upload_mm/3/0/d/bd72e939-609f-4cb3-afa9-c8c4c61aa26e_UrbanAgriculture_small.pdf

Keuning, Wouter (2014). Investeerders rekenen op groei bij aanbieders maaltijdboxen. <http://fd.nl/frontpage/ondernemen/1083936/investeerders-rekenen-op-groei-bij-aanbieders-maaltijdboxen>

Lacy, P. (2015). Using digital tech to spin the circular economy. https://www.accenture.com/t20150521T071945__w__/nl-en/_acnmedia/Accenture/Conversion-Assets/Outlook/Documents/2/Accenture-Outlook-Using-Digital-Tech-Spin-Circular-Economy.pdf

Langeveld, K. (2015). The role and opportunities of fertilizer production for phosphate recycling. <http://www.meststoffennederland.nl/Meststoffennederland/media/Media/Documenten/Presentatie-Kees-Langeveld-ICL-Phosphate-recycling-Startbijeenkomst-Meststoffen-Nederland-20150409.pdf>

Loftus, S. (2013). One Man's Trash is Another Man's Algae Food. <http://blogs.nicholas.duke.edu/fuelforthought/one-mans-trash-is-another-mans-algae-food/>

Lokaal alle Lichten op Groen (2013). Gemeente vol Energie. <http://www.lokaalallelichtenopgroen.nl/wp-content/uploads/2013/09/GemeentevolEnergie.pdf>

Ministerie van Infrastructuur en Milieu (2015). Economisch belang van de mainport Schiphol, Analyse van directe en indirecte economische relatie

Overheid (2015). Wet milieubeheer. http://wetten.overheid.nl/BWBR0003245/geldigheidsdatum_22-09-2015

PBL (2013). De Macht van het Menu. http://www.pbl.nl/sites/default/files/cms/publicaties/PBL_2013_De_macht_van_het_menu_792.pdf

Phys (2015). Bio-based insulation materials may be the construction industry's best kept secret. <http://phys.org/news/2015-05-bio-based-insulation-materials-industry-secret.html#jCp>

Port of Amsterdam (2013). Statistics 2013

Port of Amsterdam (2015). Circle Economy communicatie

Raad voor de Leefomgeving (RLI) (2015). Circulaire economie: van wens naar uitvoering. <http://www.rli.nl/publicaties/2015/advies/circulaire-economie-van-wens-naar-uitvoering>

Remodeling (2008). The Economics of Deconstruction. <http://www.remodeling.hw.net/business/construction/the-economics-of-deconstruction?o=2>

Rijksoverheid (2011). Praktijkboek Bouwbesluit 2012. <https://www.rijksoverheid.nl/documenten/richtlijnen/2011/10/05/praktijkboek-bouwbesluit-2012>

Schoenborn, J. (2012). A Case Study Approach to Identifying the Constraints and Barriers to Design Innovation for Modular Construction. http://scholar.lib.vt.edu/theses/available/etd-05082012-010848/unrestricted/Schoenborn_JM_T_2012.pdf

Sinopoli, J. (2010). Smart Buildings Systems for Architects, Owners and Builders.

Sloover, I. & Klootwijk, K. (2014). Juridische handreiking Duurzame Energie en Grondstoffen Waterschappen. http://www.uvw.nl/wp-content/uploads/2014/11/LR_Rapport-Juridische-Handreiking-Duurzame-E_en-G.pdf

Startup in Residence (2015). What is Startup in Residence? <http://www.startupinresidence.com/what-is-startup-in-residence/>

Stichting Klimaatvriendelijk Aanbesteden en Ondernemen (2015). Handboek CO2 presentatieladder 3.0. http://www.skao.nl/images/cms/Handboek_CO_2_Prestatieladder_3_0.pdf

Stryuk Verwo (2015). High performance recycling. [http://www.struykverwoinfra.nl/bedrijf-recycling-\(C4C\).html](http://www.struykverwoinfra.nl/bedrijf-recycling-(C4C).html)

Tempohousing (2015). Partner Program 2011. http://www.tempohousing.com/pdf/brochures/partner_program.pdf

Top, J. (2015). Big Data. <http://www.wageningenur.nl/nl/Dossiers/dossier/Big-Data.htm>

United Nations University (2014). The Global E-Waste Monitor. <http://i.unu.edu/media/unu.edu/news/52624/UNU-1stGlobal-E-Waste-Monitor-2014-small.pdf>

Urgenda & Metabolic (2015). Circulair Fryslan. http://www.urgenda.nl/documents/CirculairFryslanReport_Urgenda_Metabolic_12_6_2015.pdf

Welink, J. H. (2015). Meer waarde uit de reststromen: Toekomstverkenning van mogelijkheden recycling reststromen uit voedings- en genotmiddelen industrie. <http://www.noord-holland.nl/web/file?uuid=44d9a2f1-8169-4fed-bf3e-066ea4e29bd0&owner=0a8e799c-59a4-4eea-9f73-98b34ee227a8>

Zhu, X. (2014). GIS and urban mining. <http://www.mdpi.com/2079-9276/3/1/235/pdf>

*De gebruikte foto's in dit rapport zijn verkregen via Shutterstock.