



Planbureau voor de Leefomgeving

# CIRCULAIRE ECONOMIE, DE FYSIEKE OMGEVING EN OMGEVINGSBELEID

Een studie in het kader van de Nationale Omgevings-  
visie

## **Achtergrondstudie**

**Olaf Jonkeren**

**22 juni 2016**

PBL

## **Colofon**

### **Circulaire economie, de fysieke omgeving en omgevingsbeleid**

© PBL Planbureau voor de Leefomgeving

Den Haag, 2016

PBL-publicatienummer: 2445

## **Contact**

aldert.hanemaaijer@pbl.nl, otto.raspe@pbl.nl

## **Auteurs**

Olaf Jonkeren

## **Redactie figuren**

Beeldredactie PBL

## **Met dank aan**

Het PBL is dr. ir. Gijsbert Korevaar (Assistent Professor Industrial Symbiosis) van de TU Delft en dr. Ester van der Voet (Associate Professor Industrial Ecology) van de Universiteit Leiden bijzonder erkentelijk voor hun reviewwerk. Daarnaast worden tevens de beleidsklankbordgroep bestaande uit Mari van Dreumel, Jaap Stokking, Ellen Driessen, Joop Quist, Tiny van der Werff, Mattheüs van de Pol, Katinka Regtien, Peter Jorritsma, Maarten Piek en Gijsbert Borgman en de onderzoekers Aldert Hanemaaijer en Trudy Rood (sector Duurzame Ontwikkeling, PBL) en Rienk Kuiper (sector Ruimtelijke Ordening en Leefomgevingskwaliteit, PBL) hartelijk bedankt voor de commentaren en suggesties op tussentijdse conceptrapporten.

Delen uit deze publicatie mogen worden overgenomen op voorwaarde van bronvermelding: Jonkeren, Olaf (2016), *Circulaire economie, de fysieke omgeving en omgevingsbeleid*, Den Haag: PBL.

Het Planbureau voor de Leefomgeving (PBL) is het nationale instituut voor strategische beleidsanalyses op het gebied van milieu, natuur en ruimte. Het PBL draagt bij aan de kwaliteit van de politiek-bestuurlijke afweging door het verrichten van verkenningen, analyses en evaluaties waarbij een integrale benadering vooropstaat. Het PBL is voor alles beleidsgericht. Het verricht zijn onderzoek gevraagd en ongevraagd, onafhankelijk en wetenschappelijk gefundeerd.

# Inhoud

1	Introductie	4
2	Circulaire economie, de fysieke omgeving en omgevingsbeleid	7
2.1	Bedrijventerreinen	7
2.2	Stedelijk gebied	8
2.3	Landelijk gebied	10
2.4	Transport en logistiek	10
2.5	Omgevingsbeleid	12
3	Samenvatting en bevindingen	13
	Literatuur	16
	Appendix A: Aanpak literatuurstudie	18
	Appendix B: Overzicht relaties circulaire economie en fysieke omgeving	19

# 1 Introductie

Dit onderzoek gaat over de relatie tussen de circulaire economie (CE), de fysieke omgeving en omgevingsbeleid. De verandering van de traditionele lineaire economie (via een keten-economie met feedback loops (Min I&M, 2013)) naar een circulaire economie zal invloed hebben op de fysieke ruimte en omgekeerd. Een groep bedrijven kan bijvoorbeeld besluiten om bij elkaar te gaan zitten om zo lokaal een kringloop te sluiten met als gevolg andere vervoerspatronen en daardoor een verandering in het gebruik van bestaande infrastructuur. Andersom kan een goede transportinfrastructuur CE activiteiten ook aantrekken. Omgevingsbeleid is dan een instrument om ervoor te zorgen dat CE wordt gefaciliteerd en de gewenste effecten heeft.

Het verzoek voor dit onderzoek is afkomstig van het Ministerie van Infrastructuur en Milieu (I&M), DGRW en DGMI. De hoofdvraag luidt als volgt: "Wat kan de meerwaarde van omgevingsbeleid zijn voor het bereiken van een circulaire economie?"

Onderliggende deelvragen zijn:

- Wat is de invloed van een circulaire economie op de fysieke omgeving en vice versa?
- Via welke mechanismen verloopt de relatie?

In het volgende hoofdstuk zullen de deelvragen worden beantwoord door relaties tussen een circulaire economie en de fysieke omgeving, en de mechanismen via welke ze lopen, in kaart te brengen. Inzicht hierin is essentieel om de hoofdvraag te kunnen beantwoorden. Wat betreft de beantwoording van deze hoofdvraag kan, gezien de beschikbare tijd voor het uitvoeren van deze achtergrondstudie, hoogstens worden aangegeven welk type beleid een meerwaarde kan hebben. Hoe dit beleid moet worden vormgegeven is een vraag voor vervolgonderzoek. De gebruikte methode in deze studie is literatuuronderzoek.

De onderzoeksvragen zijn aan het PBL gesteld in het kader van het opstellen van de Nationale Omgevingsvisie (NOVI). De NOVI gaat over de inrichting van de fysieke omgeving in Nederland op de lange termijn: over een veilige en gezonde omgeving, over bereikbaarheid, over plekken waar de economie duurzaam kan groeien, over water, natuur, erfgoed en landschap.<sup>1</sup> Omdat een circulaire economie invloed zal hebben op, en beïnvloed zal worden door de fysieke omgeving kan CE een belangrijke pijler worden in de NOVI. De NOVI is één van de nieuwe instrumenten uit de Omgevingswet. Het huidige omgevingsbeleid is versnipperd. Er bestaan momenteel zo'n 26 wetten op het gebied van de fysieke leefomgeving (Omgevingswet, 2016). De oude wetten zijn veelal sectoraal opgebouwd. In samenhang gezien en toegepast sluiten deze wetten niet meer aan bij de behoefte van deze tijd. De Omgevingswet, die naar verwachting in 2018 in werking treedt, integreert de wetten op het gebied van de fysieke leefomgeving. De fysieke omgeving omvat in ieder geval de volgende 9 onderdelen (Art. 1.2 van de Omgevingswet): bouwwerken, infrastructuur, watersystemen, water, bodem, lucht, landschappen, natuur en cultureel erfgoed. Dit is een niet-limitatieve opsomming.

Omdat dit onderzoek een literatuurstudie betreft, volgt hieronder eerst een korte uiteenzetting van de literaire herkomst van het CE concept. Dit concept is voor het grootste deel gebaseerd op bestaande kennis, ideeën en concepten en vindt zijn kennisbasis in drie pijlers: 'Cleaner Production', 'Industrial Ecology' en 'Cradle-to-Cradle' (Christensen en Hauggaard-Nielsen, 2015). Cleaner Production betreft een integrale en preventieve strategie voor processen, producten en diensten welke economische, sociale, gezondheids, veiligheids- en milieuvoordelen najaagt (UNEP, 1998). Cleaner Production speelt vooral op het schaalniveau van het individuele bedrijf (Baas, 2008). Voorbeelden van Cleaner Production maatregelen zijn het verbeteren van de energie-efficiency, afval minimalisatie en de-materialization (zie bijvoorbeeld UNEP, 2000). De tweede pijler, Industrial Ecology (IE), is door Seager en Theis (2002) vrij breed gedefinieerd: het studieveld welke zich richt op de relaties tussen industriële systemen en hun omgeving. Een subveld binnen de IE pijler welke met name aansluit bij

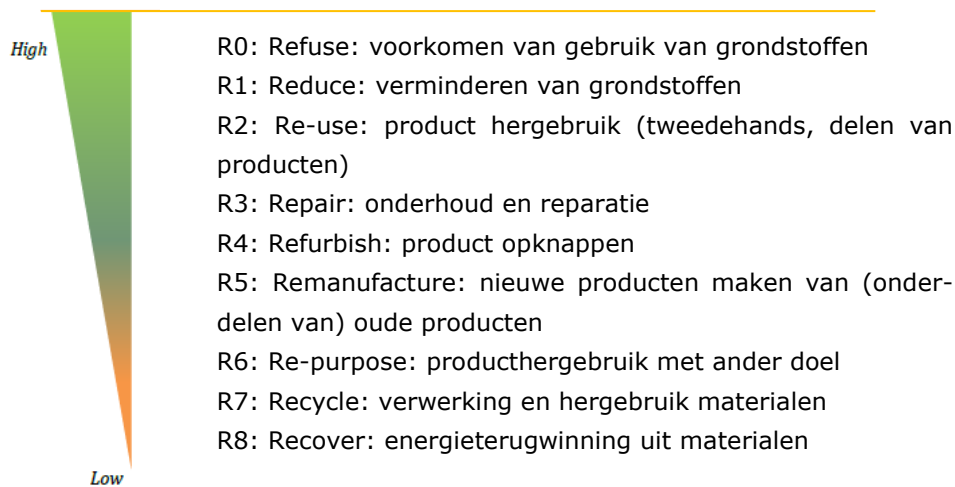
<sup>1</sup> De NOVI is een politiek-bestuurlijk document welke het beleid voor de fysieke leefomgeving op integrale wijze beschrijft (Omgevingswet, 2016). De fysieke leefomgeving is, zoals ook blijkt uit hoofdstuk 2, breder dan alleen de ruimtelijke aspecten: onder meer ontwikkelingen op het gebied van cultureel erfgoed, energie-infrastructuur, landbouw, landschap, milieu, natuur en water worden meegewogen en beschreven in de omgevingsvisie. Een omgevingsvisie bestrijkt daarmee in ieder geval de breedte van de fysieke leefomgeving zoals aangeduid in afdeling 1.2 van dit wetsvoorstel.

CE is Industrial Symbiosis, wat draait om het optimaliseren van het gebruik van bronnen door een groep bij elkaar gelegen bedrijven (Jacobsen, 2006). In dergelijke systemen worden lineaire processen herontworpen tot circulaire processen waarin afval, bijproducten en end-of-life producten worden gerecycled (Jacobsen, 2006; Altham en Van Berkel, 2004). Bijproducten van het ene bedrijf worden ook gebruikt als input voor een ander bedrijf (Chertow, 2007). Deze literatuur is voornamelijk gestoeld op case studies (Christensen en Hauggaard-Nielsen, 2015). Het CE concept vertoont echter de meeste overlap met de derde pijler, Cradle-to-Cradle (Christensen en Hauggaard-Nielsen, 2015). Beide concepten benadrukken de noodzaak van closed-loop productie en het radicaal herontwerpen van producten. Hier zit een duidelijk verschil met de andere twee pijlers die een meer stapsgewijze verbetering ten aanzien van processen en producten voorstaan. Cradle-to-cradle ontwerp focust sterk op recycling zodat end-of-life producten kunnen worden omgezet in ingrediënten voor nieuwe generaties van producten (McDonough en Braungart, 2002).

Waar het 'kringloopdenken' bij Cradle-to-Cradle duidelijk naar voren komt, is dit niet het geval bij Cleaner Production. Cleaner Production, en ook Industrial Symbiosis, leggen de nadruk juist weer op de hoeveelheid energie, grondstoffen, emissies en afval in (circulaire) processen. Het produceren en transporteren van meer afval omdat het een veel gevraagde input is kan resulteren in dikkere stofkringen (Cradle-to-Cradle), maar ook meer negatieve externe effecten (congestie, emissies) met zich meebrengen. Het is de vraag of dit wenselijk is omdat in een circulaire economie een duurzame productie (Cleaner Production) ook van belang is (Smits en Linderhof, 2015).

Nu de kennisbasis van CE kort is besproken is het belangrijk om op te merken dat er negen niveaus kunnen worden onderscheiden waarop CE zich kan laten gelden (Cramer, 2014a). Zie figuur 1 voor een presentatie van deze niveaus.

Figuur 1: Niveaus van circulariteit



Bron: Utrecht Sustainability Institute (2015) en Cramer (2014a).

Er wordt gesteld dat er een duidelijke hiërarchie zit in deze niveaus waarbij 'recover' het minst ambitieuze en 'refuse' het meest ambitieuze niveau is wat betreft het wezenlijk anders omgaan met grondstoffen (Utrecht Sustainability Institute, 2015).<sup>2</sup> Hierbij kunnen wel enkele nuances worden aangebracht. Het niveau R7: Recycle, zit bijvoorbeeld weliswaar bijna helemaal onderaan de hiërarchie, maar wanneer de hoeveelheid gerecycled materiaal in sterke mate toeneemt in de toekomst, kan dit niveau toch substantieel bijdragen aan de realisatie van een CE. Daarnaast kan men zich afvragen of R8: Recover wel op zijn plaats is als circulair niveau omdat grondstoffen na verbranding 'weg' zijn en de hieruit gewonnen energie maar eenmalig kan worden gebruikt. De indeling in circulaire niveaus is in deze studie gebruikt om af te bakenen wat wel en niet onder CE valt: als een bepaald circulair niveau

<sup>2</sup> Deze niveaus vormen ook een methode voor het meten van de effecten van circulair inkopen op de economie, welzijn en het milieu. Circulaire en standaardproducten kunnen bij het inkopen worden beoordeeld op hun fysieke presteren op de niveaus (zie Utrecht Sustainability Institute (2015) voor meer informatie).

in Figuur 1 van toepassing is op een economische activiteit, wordt deze activiteit onder de noemer 'Circulaire Economie' geschaard. Deze keuze is gemaakt omdat er veel discussie en onenigheid bestaat over wat een CE nu eigenlijk is, zowel in de academische als in de beleidswereld. Circulaire Economie is dan ook een veelomvattend begrip. Door het begrip ruim af te bakenen wordt tegemoet gekomen aan diegenen die een ruime definitie aanhangen, maar worden personen die een engere definitie prefereren ook bediend doordat zij zelf een selectie kunnen maken in de besproken relaties in deze studie.

Smits en Linderhof (2015) hanteren een dergelijke enge definitie: "Wanneer kringlopen worden gesloten en er geen materiaal verdwijnt als reststroom, is er sprake van een circulaire economie". Een voorbeeld van een ruime definitie is die van Europese Commissie (2015). Zij omschrijft een circulaire economie als een economie waarin de waarde van producten, materialen en hulpbronnen zo lang mogelijk kan worden behouden en de afvalproductie tot een minimum wordt beperkt. In RLI (2015) wordt een circulaire economie omschreven als "een economisch en industrieel systeem dat de herbruikbaarheid van producten en grondstoffen en het Herstellend Vermogen van natuurlijke hulpbronnen als uitgangspunt neemt, waardevernietiging in het totale systeem minimaliseert en waardecreatie in iedere schakel van het systeem nastreeft". De "Ren" zullen in de bespreking van de relaties nu en dan worden benoemd om zodoende duidelijk het circulaire niveau welke van toepassing is op een bepaalde relatie te duiden.

Verder kan CE plaatsvinden op en tussen verschillende ruimtelijke schalen en in alle fases in logistieke ketens. Ten aanzien van de schalen maken we onderscheid tussen micro (het object/bedrijf), meso (verzameling van objecten/bedrijven) en macro (stad, regio, land, internationaal) (Su e.a., 2013). Wat betreft de keten kan deze worden onderverdeeld in de fases van winning van grondstoffen, ontwerp, productie, distributie, consumptie en restafval (Min I&M, 2013; EEA, 2016). In een circulaire economie staan deze fasen niet los van elkaar. In de ontwerpfase moet al rekening worden gehouden met hoe (onderdelen van) oude producten makkelijk kunnen worden gebruikt in de productie van nieuwe producten (R5: remanufacture) bijvoorbeeld.

Een belangrijke observatie bij het bestuderen van artikelen over de CE transitie uit wetenschappelijke tijdschriften is dat de geografische focus op China ligt. Van de academische studies tussen 1991 en 2015 bestudeerd door Lieder en Rashid (2016)<sup>3</sup> heeft 54% betrekking op dit land. Om deze notitie zich niet te veel op China te laten focussen is daarom ook literatuur meegenomen uit andere bronnen dan wetenschappelijke tijdschriften. De sterke wetenschappelijke focus op China is het gevolg van de nationale CE strategie welke sinds 2009 in dat land van kracht is (Lieder en Rashid, 2016). Inspanningen van de nationale overheid die 'command and control' van aard zijn, zijn daar leidend voor de ontwikkeling van CE (een top-down benadering). Dit staat in contrast met nationaal CE beleid in Japan, de Verenigde Staten en in Europa welke sturend van aard is en uitgaat van marktwerking (Ghisellini e.a., 2016). CE activiteiten worden daar vooral ontplooid door burgerinitiatieven, milieuorganisaties, etc. en doordat ondernemers CE verdienmodellen ontdekken. Dit leidt er in deze landen echter ook toe dat (omgevings)beleid moet worden aangepast om zo belemmeringen voor een CE weg te nemen. Dit speelt in Nederland vooral op het gebied van afvalbeleid (Min I&M, 2014). Hierbij dient men de balans tussen ruimte voor innovatie enerzijds en bescherming van volksgezondheid en milieu anderzijds te bewaken. In de context van een CE, kan het waardevol zijn om bij het vormgeven van Nederlands omgevingsbeleid het CE beleid van China tegen het licht te houden om te kijken of daarvan geleerd kan worden. Daar waar in de literatuur de rol van omgevingsbeleid voor CE en voor de relatie tussen CE en de fysieke omgeving is geadresseerd, is dit meegenomen in deze studie.

Er is gekozen voor een pragmatische onderzoeksbenadering (zie Appendix A voor een uitleg van deze benadering). Door middel van een korte inventarisatie van bestaande kennis zijn de onderzoeksvragen beantwoord. Het werk is in de eindfase inhoudelijk getoetst door twee experts uit de academische wereld. Daar waar de literatuur, vaak door middel van voorbeelden, spreekt over de relatie tussen CE, de fysieke leefomgeving en (omgevings)beleid is dit opgenomen in dit onderzoek. De relaties zijn beschreven in het volgende hoofdstuk en overzichtelijk in tabelvorm weergegeven in Appendix B. Deze tabel is zodanig vormgegeven dat de aspecten uit de hoofd- en deelvragen goed naar voren komen. Gezien de beperkt be-

---

<sup>3</sup> Zij namen 136 studies mee in hun review.

schikbare tijd voor het produceren van deze notitie pretenderen we niet dat het overzicht van relaties tussen CE en de fysieke omgeving volledig is.<sup>4</sup>

## 2 Circulaire economie, de fysieke omgeving en omgevingsbeleid

We benadrukken dat geen enkele studie is gevonden die specifiek de relatie tussen CE en de fysieke omgeving behandelt. De hieronder beschreven relaties zijn gefilterd uit rapporten, notities en wetenschappelijke artikelen welke primair andere aspecten van CE behandelen.

Het concept CE laat zich niet makkelijk classificeren in duidelijk af te bakenen, elkaar uitsluitende domeinen. Echter, in de literatuur waarin relaties tussen CE en de fysieke omgeving aan bod komen valt op dat die relaties vaak binnen een bepaalde ruimtelijke context worden besproken. Hoewel niet 100% uitputtend en soms overlappend kunnen de gevonden relaties tussen CE en de fysieke omgeving worden ingedeeld in een van de volgende contexten: 'bedrijventerreinen', 'stedelijk gebied', 'landelijk gebied' en 'transport en logistiek'. De rest van dit hoofdstuk is rondom deze ruimtelijke contexten opgebouwd.<sup>5</sup> Omdat omgevingsbeleid soms overkoepelend is over de vier contexten heen, is er nog een context, genaamd 'beleid', gecreëerd. In iedere context komen de deelvragen (voor zover geadresseerd in de literatuur) aan bod.

### 2.1 Bedrijventerreinen

Op verschillende plekken in de wereld wordt CE toegepast op bedrijventerreinen. Dergelijke bedrijventerreinen worden ook wel eco-industrial parks (EIP) genoemd. In een EIP delen bedrijven een gemeenschappelijke infrastructuur en diensten en verhandelen ze industriële bijproducten zoals energie, warmte, afvalwater en productieafval (Su e.a., 2013). Hiermee wordt binnen een bedrijventercluster gestreefd naar kringlopen en industriële symbiose. EIP's bestaan o.a. in de EU, waarbij de Kalundborg case in Denemarken (Ghisellini e.a., 2016) wel de meest bekende is. Geïnspireerd door het Kalundborg voorbeeld begon de ontwikkeling van industriële symbiose en EIP's in Nederland in midden jaren 90 met initiatieven in het Rotterdamse haven- en industriegebied (Baas en Korevaar, 2010). Om deze initiatieven levensvatbaar te maken is op programmabasis samengewerkt tussen bedrijven, overheden, milieuorganisaties en een universiteit. Duidelijk werd dat samenwerking en coördinatie op dit systeemniveau<sup>6</sup> noodzakelijk was omdat op individueel bedrijfsniveau kansen niet werden gezien. Desondanks kwamen sommige initiatieven niet van de grond door een gebrek aan economische levensvatbaarheid. Baas en Korevaar (2010) hebben de succesvolle en mislukte initiatieven gedetailleerd beschreven. Belangrijk om hier te vermelden is dat in de uitgewerkte symbiose-programma's voor het Rotterdamse havengebied enkele thema's centraal stonden die direct aan de fysieke omgeving raken: water, CO<sub>2</sub>/energie, delen van voorzieningen (infrastructuur) en bodems. Zo werden schattingen gemaakt van te behalen CO<sub>2</sub> emissiereducties, werd de haalbaarheid van een pijpleidingnetwerk voor transport van stoom (warmte) onderzocht met als doel hergebruik in plaats van lozing op het oppervlaktewater, en werd gestreefd naar een efficiënter landgebruik.

Kansen voor EIP's liggen er niet alleen op belangrijke economische knooppunten als de Rotterdamse haven. Ook in Dinteloord, op een kleinschalig bedrijventerrein als 'Nieuw Prinsensland' wordt gestreefd naar het sluiten van kringlopen door de fabriek van de Suiker Unie, de

<sup>4</sup> CE onderwerpen welke onderbelicht zijn gebleven en mogelijk in relatie staan met de fysieke omgeving zijn waste management, material flow analysis en stock dynamics.

<sup>5</sup> Andere contexten zouden ook houvast kunnen bieden voor een onderverdeling van CE. Gedacht kan worden aan soorten stofstromen (metalen, biobased, etc.) bijvoorbeeld.

<sup>6</sup> Dit zou je 'parkmanagement' kunnen noemen: regie op het niveau van het bedrijventerrein, met lijnen naar overheden, milieuorganisaties, etc.

glastuinbouw en andere bedrijven op het terrein met elkaar te verbinden op het gebied van energie, biogas en CO<sub>2</sub> (Brabant Kennis, 2016). Het kan nuttig zijn om de randvoorwaarden en succesfactoren waaronder EIP's zijn ontstaan in Nederland in kaart te brengen. Was er bij eerdere successen wel of niet sprake van coördinatie op systeemniveau door een bepaalde partij? Lukt het vaker bij het ene specifieke type bedrijvigheid dan bij het andere? Antwoorden op dit soort vragen zou het opzetten en succesvol maken van nieuwe EIP's kunnen bevorderen. Voor meer voorbeelden van EIP's kan Matthews en Tan (2010) worden geraadpleegd. Zij beschrijven verschillende EIP's in de wereld in detail.<sup>7</sup>

Wat betreft de rol van beleid voor EIP's stimuleert in China het Ministerie van Milieubeschermt (Ministry of Environmental Protection) sinds 2002 projecten voor de ontwikkeling van EIP's (Geng e.a. 2012; Su e.a., 2013). Daarnaast worden in China bedrijven door middel van stedelijke planning verplaatst vanuit de stad naar locaties buiten de stad. Ze worden daarbij dan vaak samengebracht in EIP's (Geng e.a., 2009). Hierdoor kunnen ze makkelijker samenwerken op een relatief klein landoppervlak wat leidt tot een efficiënter landgebruik. Tegelijkertijd wordt hiermee ruimte teruggegeven aan de stad. De voormalige locaties van de industrieën in de stad worden weer gebruikt voor residentiële en ecologische doeleinden (R6: re-purpose van land). Verder levert dit een afname van de vervuiling in de stad op. Tenslotte zijn grondprijzen buiten de stad lager dan in de stad. De hierdoor hogere bedrijfswinsten worden gestoken in meer geavanceerde fabrieken met schonere technologieën die minder verbruiken en minder afval genereren (Geng e.a. 2009). Wat betreft de fysieke omgeving nemen EIP's een plek in, in het landschap, gaan ze zuiniger om met water en energie (R1: reduce), brengen ze lagere emissies voor lucht, bodem en oppervlaktewater met zich mee en behoort aanleg en gebruik van een gezamenlijke infrastructuur ook tot de mogelijkheden.

## 2.2 Stedelijk gebied

Nederlandse steden en stedelijke regio's hebben bepaalde kwaliteiten welke kunnen worden gebruikt voor het verzilveren van (circulair) economische kansen (RLI, 2015). Circulaire bedrijvigheid is wellicht gevoelig voor specifieke (fysieke) vestigingsplaatsfactoren. Denk hierbij aan bijvoorbeeld een goede infrastructuur. Door uit te zoeken welke factoren dat zijn kan nationaal ruimtelijk beleid of regionaal en lokaal beleid bijdragen aan een CE. Regionale en stedelijke kwaliteiten kunnen zo mede bepalen in welke vorm CE ruimtelijk neerslaat. Een groot biobased bedrijvencluster zit bijvoorbeeld niet voor niets in de Rotterdamse haven, wat een ideale locatie is voor de aanvoer van biomassa.<sup>8</sup> Een zeehaven biedt immers de mogelijkheid om grote hoeveelheden biomassa aan te leveren per zeeschip. De chemiesector verwacht dat rond 2030 circa 15 tot 20 procent van de grondstoffen biobased is (Deloitte, 2012). Vanwege verschillen in agrarische grondprijzen kan biomassateelt veel rendabeler plaatsvinden in landen als Frankrijk en Oekraïne. Deze grondstoffen moeten daarom vooral van buiten Nederland komen. Het kan dan van strategisch belang zijn om de Nederlandse zeehavens te ontwikkelen tot circulaire en biobased hub van Noordwest-Europa (PBL, 2016). Mogelijke investeringen als bijvoorbeeld een Seine-Scheldeverbindingen kunnen vanuit dat oogpunt voor Nederland van groot belang zijn (PBL, 2013).<sup>9</sup>

Naast het (direct) aantrekken van CE activiteiten kunnen regionale kwaliteiten ook op een indirecte manier bijdragen. Met name in steden kunnen dichte en efficiënte infrastructuur-netwerken ervoor zorgen dat mensen elkaar snel kunnen ontmoeten op centrale plekken. Op deze plekken kunnen vervolgens deeleconomieën worden gecreëerd. De relatie speelt hier via een mechanisme: fysieke omgeving – nabijheid door dichtheid en massa (waardoor kennisoverdracht en een grote markt) - CE. De stad Seoul is hier een voorbeeld van (RLI, 2015). De lokale overheid heeft zichzelf daar (net zoals andere steden in de wereld overigens) ge-

<sup>7</sup> Relaties met de fysieke omgeving komen in dit artikel echter niet aan bod.

<sup>8</sup> Afhankelijk van het soort biomassa en hoe het gebruikt wordt, is al dan niet sprake van CE. Indien het een rest- of afvalproduct is en wordt verwerkt in nieuwe (chemische) producten (R5: Remanufacture), kan worden gesteld dat sprake is van CE. Indien het gaat om oliën uit de landbouw (palmolie, raapzaadolie), wat geen rest- of afvalproducten zijn, is dit niet het geval. Wanneer sprake is van het opwekken van energie uit biomassa reststromen (R8: Recover) kan men zich afvragen of dit CE betreft, gezien de eerder aangebrachte nuancering bij dit circulaire niveau.

<sup>9</sup> Zo kan ook de fysieke omgeving (in het voorbeeld: een vaarweg) buiten Nederland van invloed zijn op CE in Nederland.



bombardeerd tot 'deelstad'. Centraal hierin staat een zogenaamde Share Hub, een online platform die gebruikers verbindt met, en informeert en onderwijst over deelactiviteiten in de stad. Ook worden belemmeringen in de vorm van wetten en regels herzien en aangepakt door een daarvoor aangestelde commissie. Een selectie van enkele deelinitiatieven<sup>10</sup> in Seoul zijn het delen van (overbodige) ruimten in openbare en overheidsgebouwen<sup>11</sup> en een programma voor het delen van kinderkleding (De Groene Zaak, 2015). Naast economische- en milieubaten zijn er ook sociale baten: voorheen geïsoleerde mensen vinden aansluiting in buurten door meer interactie (De Groene Zaak, 2016). Een sprekend deelinitiatief in Nederland is elektrische deelauto's in Amsterdam (Jorritsma e.a. 2015). Aanleiding tot het succes van dit initiatief was de aanwezigheid van de nodige massa (van consumenten) en negatieve externaliteiten van de gebouwde omgeving in de uitgangssituatie. Deze externaliteiten waren bijvoorbeeld luchtvervuiling en tijdverlies door congestie en doordat een vrije parkeerplaats moeilijk te vinden was. Implementatie van het project had vervolgens weer invloed op de fysieke omgeving in de vorm van een schonere lucht. Tenslotte vindt men repair-café's (voor mobiele telefoons bijvoorbeeld) ook veelal in steden, en minder daarbuiten, vanwege de grotere omvang van de markt aldaar. Zo is het compact houden van het stedelijk gebied al decennia lang een leidend principe in het Nederlandse verstedelijkingsbeleid (PBL, 2011). Dit kan bijdragen aan CE in stedelijke gebieden in de vorm van deeleconomieën. De vraag is echter of dit ook zo is voor andere vormen van CE. Als blijkt dat voor het sluiten van stofkringlopen in steden extra ruimte nodig is bijvoorbeeld, kan de compactheid gaan wringen met de verdere ontwikkeling van CE in steden.

Waar de ene stad zich probeert te profileren als 'Sharing City', doet de ander dat als 'Circle City'. In Nederland is Rotterdam daar een voorbeeld van doordat daar een woningcorporatie, sloopbedrijf, cementproducent en de gemeente de handen ineen hebben geslagen om de kringloop van bouwmaterialen te sluiten (Cramer, 2014b). Op deze manier wordt sloopmateriaal gebruikt voor de bouw van nieuwe gebouwen. Een analyse van de vraag naar nieuwe gebouwen in Nederland over de komende decennia kan inzicht verschaffen in de mate waarin deze kringloop in de bouwsector kan worden opgeschaald.<sup>12</sup> In Hu e.a. (2010) is een dergelijke analyse door middel van een simulatiemodel uitgevoerd voor staal in de bouwsector in China. Dit brengt ons bij het begrip 'urban mining'. Door de afgelopen decennia heen hebben zich meer en meer metalen (ijzer, koper) opgehoopt in gebouwen en infrastructuur in de gebouwde omgeving. Delen van deze gebouwde omgeving zijn inmiddels verouderd en buiten gebruik maar bevatten wel een aanzienlijke hoeveelheid natuurlijk kapitaal. Deze kapitaalreserves kunnen een welkome aanvulling zijn op de metalen die zijn verkregen door middel van traditionele winning, door ze terug te brengen in de metalenkringloop (is R6: repurpose). Krook en Baas (2013) definiëren urban mining als het onttrekken van secundaire metalen uit verouderde, in onbruik geraakte (en daardoor bruikbare) reserves in steden. Merk op dat de relatie tussen CE en de fysieke omgeving in het geval van urban mining en meer specifiek in de bouwsector erg close is: de gebouwde omgeving wordt gebruikt als input in een circulair proces en is tevens output van dat proces.

Een plek waar de relatie tussen het onderdeel water van de fysieke omgeving en CE in stedelijk gebied sterk naar voren komt is Singapore. Deze stad is in het verleden meerdere malen geteisterd door watertekorten. Sinds 2002 beschikt men over een water terugwinsysteem (NEWater) wat Singapore in staat stelde om haar water kringloop te sluiten (Goh, 2015, p. 58). Waterkringlopen spelen echter niet alleen op stadsniveau. Op een hoger schaalniveau maakt water in steden ook onderdeel uit van een groter hydrologisch systeem (Tjallingii, 2012). Het in kaart brengen en begrijpen van deze kringlopen vormen de basis voor een duurzame stedelijke ontwikkeling en stedelijk water management. In Nederland zijn waterschappen zich de laatste jaren steeds meer gaan bezighouden met het terugwinnen van nutriënten en grondstoffen uit afvalwater. Waar de schaalgrootte van deze installaties tot dusverre werd geoptimaliseerd vanuit het oogpunt van een efficiënte waterzuivering, begint nu de vraag op te komen wat een optimale schaalgrootte is vanuit het oogpunt van terugwinnen van grondstoffen en warmte (PBL, 2016). Is dat misschien de individuele woning, of de stad als geheel? Ook doet zich de vraag voor hoe vanuit dat oogpunt woonwijken het beste kunnen worden opgezet.

<sup>10</sup> Deeleconomieën worden tot de CE gerekend omdat ze bijdragen aan re-use (circulair niveau R2).

<sup>11</sup> Gebouwen worden vaak gebruikt voor maar 1 doeleinde. Om te wonen, voor winkels, voor bedrijven; ook bestemmingsplannen kennen die orde. Maar dat kan flexibeler. Bovendien kan een gebouw meerdere rollen hebben, esthetisch in de publieke omgeving, maar ook als opslagplek voor energie of voor het opwekken van energie of de daken als oplossing voor hevige neerslag (van Twist e.a, 2015).

<sup>12</sup> En dan niet alleen in Rotterdam, maar ook elders in Nederland.

## 2.3 Landelijk gebied

In het landelijk gebied vindt CE verschillende toepassingen in de landbouw. De onderdelen natuur, bodem, water en lucht van de fysieke omgeving komen dan met name op de voorgrond. Er is een directe relatie tussen ontwikkelingen in de landbouw en behoud van natuur en biodiversiteit via grondgebruik en via emissies (Smits en Linderhof, 2015)<sup>13</sup>. In de literatuur over circulaire economie in de landbouw is vooral aandacht voor het gebruik van biomassa als reststroom voor de productie van materialen (R5: remanufacture), energie (R8: recover) of compost (R7: recycle). In TNO (2013), welke stelt dat vooral in de landbouwsector kansen voor een CE in Nederland liggen, staan dergelijke reststroom toepassingen van biomassa beschreven. Dit betreft met name voorbeelden van zogenaamde externe kringlopen: reststromen worden extern nuttig ingezet, waardoor een afhankelijkheid tussen twee verschillende bedrijven gecreëerd wordt. Vanuit economisch perspectief zijn deze kringlopen interessant maar vanuit ecologisch perspectief (qua druk op de fysieke omgeving) zijn interne kringlopen hoopgevender. Interne kringlopen vinden hun toepassing in het hergebruiken van reststromen binnen landbouwbedrijven<sup>14</sup> zodat wat voorheen afgevoerd werd als afval of werd beschouwd als emissie (kooldioxide, stikstof en fosfaat met name), nu intern wordt gebruikt met een minimalisatie van benodigde inputs en emissies tot gevolg. Dit speelt vooral in de veehouderij. Dit is een economisch belangrijke sector voor Nederland, die tegelijkertijd veel problemen heeft met emissies naar lucht, water en bodem. De kern van de interne kringloop in de landbouw is het combineren van plant-plant, plant-dier of dier-dier productie waarbij reststromen uit productie van de een gebruikt worden als input voor de productie van de ander. Een voorbeeld van een plant-plant combinatie zijn paddenstoelen die CO<sub>2</sub> en warmte produceren wat nuttig is voor andere gewassen. In het geval van plant-dier gaan reststromen van het dier (mest) naar de plant en gaat (een deel van) de plant naar het dier als veevoer. Voorbeelden van interne kringlopen in de landbouw zijn polydome, aquaponics, ecoferm en kringloopboeren (zie Smits en Linderhof, 2015).

Een andere toepassing van CE in landelijk gebied is landfill mining.<sup>15</sup> Dit betreft het proces van het terugwinnen van materialen en energiebronnen uit afval in stortplaatsen. In Jones e.a. (2013) wordt het potentieel van landfill mining voor de EU-27<sup>16</sup>, gekwantificeerd op 5% van de jaarlijkse binnenlandse materiaalconsumptie van deze 27 landen gedurende 25 jaren. Het is waarschijnlijk dat dit potentieel voor Nederland kleiner is omdat Nederland in tegenstelling tot andere EU-landen al langere tijd een stortverbod voor brandbaar of recyclebaar afval kent en omdat sommige afgesloten stortplaatsen inmiddels een bepaalde bestemming hebben gekregen (een golfterrein of park bijvoorbeeld). De opbrengst van landfill mining ligt in de sfeer van het schoner worden van bodems. Het ligt voor de hand dat afvalbeleid en wetgeving betreffende bodembescherming hierbij betrokken is.

Een mogelijk andere interessante sector voor CE toepassingen in het landelijk gebied is recreatie. Wat zijn mogelijkheden voor campings en vakantieparken om kringlopen op hun terrein te sluiten? Dergelijke vakantieconcepten kunnen in trek zijn bij bepaalde groepen consumenten.

## 2.4 Transport en logistiek

In de vorige paragrafen zijn CE activiteiten in verschillende omgevingen aan bod gekomen. Echter, in een CE zijn ook verbindingen op verschillende schaalniveaus tussen bedrijven(terreinen), stedelijk gebied en landelijk gebied nodig omdat kringlopen deze omgevingen overstijgen. De algemene verwachting is dat CE een forse verandering in vervoerpatronen en- omvang zal betekenen (RLI, 2015). CE zal netwerken en ketens veranderen en transport en logistiek moeten hierop anticiperen. Met een CE initiatief als nearsourcing bijvoorbeeld

<sup>13</sup> Het deel over CE in de landbouw is voor het grootste gedeelte gebaseerd op Smits en Linderhof (2015). Dit gezegd hebbende zal deze referentie niet constant worden aangehaald.

<sup>14</sup> Maar het is ook mogelijk om bijvoorbeeld regiogrenzen of coöperaties van boeren als het schaalniveau van interne kringlopen af te bakenen.

<sup>15</sup> Dit is zeg maar de landelijke evenknie van urban mining.

<sup>16</sup> Er zijn tussen de 150.000 en 500.000 stortplaatsen gelegen in de EU-27 (Jones e.a., 2013).

plaatst een bedrijf zich strategisch dicht bij de locatie waar de eindproducten worden verkocht (RLI, 2015). Dit zal invloed hebben op vervoerpatronen van inputs, half- en eindproducten. Voor bedrijven die actief zijn op wereldmarkten en schaalgrootte van productie belangrijk is speelt dit echter weer minder. Naast nearsourcing zal het minimaliseren van Nederlands restafval in verbrandingsinstallaties en het tegelijkertijd importeren van buitenlands afval om de ontstane (over)capaciteit te benutten<sup>17</sup> vervoersstromen van afval veranderen (Min I&M, 2014). Daarnaast speelt de ontwikkeling van sustainable supply chain networks (SSCN) als een methode om closed-loop productiesystemen te ontwerpen (Winkler, 2011). Een SSCN is een groep van bedrijven die samenwerken om een duurzame kringloop te realiseren die het potentieel van afvalreductie en vermijding beschouwt vanaf de ontwikkeling tot de end-of-life fase van de life cycle van een product. De nadruk ligt hierbij op het holistische productie systeemniveau in plaats van het individuele bedrijfsniveau. Op die manier kunnen zowel omgevings- als bedrijfseconomische voordelen worden behaald. Opmerkelijk is dat Winkler (2011) stelt dat supply chain processen die grote hoeveelheden afval produceren aantrekkelijker kunnen zijn dan processen die weinig afval produceren omdat het grote hoeveelheden inputs oplevert voor andere productieprocessen. Met een dergelijke denkwijze wordt echter voorbij gegaan aan het feit dat dit leidt tot een toename van transportstromen met bijbehorende emissies. Naast SSCN's verlangt een circulaire economie met daarin een toename van meer servicegerichte activiteiten (door R3: repair en R5: refurbish) een toename van servicelogistiek, en het online winkelen voor een toename van retourlogistiek (RLI, 2013). De infrastructuur in bijvoorbeeld woonwijken is mogelijk echter niet berekend op extra vervoersstromen met relatief grote vervoermiddelen (bestelbusjes en kleine vrachtauto's). Tenslotte is Nederland van oudsher een doorvoerland en bedienen de mainports een fors achterland in Europa. De vraag is hoe die doorvoerfunctie zich ontwikkelt in een CE waarin minder primaire grondstoffen gebruikt gaan worden. Wat genoemde ontwikkelingen voor gevolgen gaan hebben voor vervoersbewegingen en de mainports in Nederland is nog onduidelijk en behoeft nader onderzoek (RLI, 2015). Mogelijkerwijs raken bepaalde typen infrastructuur, verbindingen en knooppunten onderbenut of juist overbelast. In dit kader is modellerwerk uitgevoerd door Accorsi e.a. (2015). Voor de case die ze analyseren (een closed-loop meubelindustrie in Italië) vinden ze dat de beschikbaarheid van een intermodale transportinfrastructuur een cruciale factor is voor het minimaliseren van zowel netwerkkosten (kosten van opslag, transport en overslag, en van het opzetten van recycling en verzamel centra), als milieukosten. Dit komt waarschijnlijk doordat in het algemeen voor de langere transporttrajecten, een combinatie van modaliteiten lagere transportkosten en een lagere milieudruk met zich meebrengt dan wanneer voor een enkele modaliteit moet worden gekozen. Intermodaal transport kan zo bijdragen aan de ontwikkeling van CE in deze sector in Italië.

Ellen McArthur Foundation (2014) stelt dat op basis van wat recent wordt geobserveerd ruwe materialen op een globaal schaalniveau kunnen worden gerecycled of ten minste worden verkocht op markten die in toenemende mate liquide zijn.<sup>18</sup> De grote uitdaging bij het creëren van globale supply chain loops is hoe extra transport zo veel mogelijk kan worden beperkt. Het benutten van de onbalans in globale handelsstromen kan hier zeker aan tegemoet komen. Als gevolg van deze onbalans leggen vervoermiddelen (aanzienlijke) afstanden 'leeg' af (Jonkeren e.a., 2011). Dit lege vervoer vindt logischerwijs plaats in die richting waarin de vraag naar transport voor gereede producten relatief laag is. Dit is dezelfde richting waarin de vraag voor transport van recyclebaar en herbruikbaar goed hoog zal zijn in een CE. Indien de lege vervoermiddelen op deze manier kunnen worden benut, zal dit maar in beperkte mate tot extra emissies leiden<sup>19</sup>.

In tegenstelling tot ruwe materialen meent Ellen McArthur Foundation (2014) dat demontage van componenten van producten en het opknappen van producten (R4: refurbishment) het beste lokaal of regionaal kan worden georganiseerd, om zo logistieke kosten te drukken. In het verlengde hiervan verwacht RLI (2015) dan ook dat op regionaal en lokaal niveau, zonder slimme logistieke oplossingen, het aantal goederenbewegingen zal toenemen door de eerder vermeldde toename van service- en retourlogistiek en nearsourcing (RLI, 2013). Inzicht hebben in welke stromen een regio in en uit gaan, in welke omvang, waar voorraad-

<sup>17</sup> Omdat veel Europese landen afval storten of verbranden zonder energierugwinning zijn de Nederlandse verbrandingsinstallaties (die wel terugwinnen) een hoogwaardiger alternatief (Min I&M, 2014)

<sup>18</sup> Een liquide markt is een markt van een dusdanig grote omvang dat een individuele transactie geen (grote) invloed zal hebben op de prijzen in die markt.

<sup>19</sup> Emissies kunnen toenemen, bijvoorbeeld doordat zee- en binnenvaartschepen een grotere diepgang hebben als ze beladen zijn.

vorming plaatsvindt, en in wat al gerecycled of hergebruikt wordt (regionaal metabolisme) (Brabant Kennis, 2016) kan bijdragen aan het inschatten van wat er gaat veranderen qua vervoersomvang- en patronen. Dit geldt overigens niet alleen voor regio's, maar ook op het schaalniveau van Nederland, gezien de eerder genoemde doorvoerfunctie.

Uit bovenstaande blijkt dat de relatie tussen CE en de fysieke omgeving via transport en logistiek divers is. Qua onderdelen van de fysieke omgeving spelen met name de gebouwde omgeving (mainports, overslagpunten), infrastructuur (voor de verschillende modaliteiten) en lucht (via emissies) een rol. Wat betreft omgevingsbeleid bieden ruimtelijk beleid en mobiliteitsbeleid handvaten om deze relaties in goede banen te leiden.

Daarnaast stelde PBL (2016) al dat er meer informatie nodig is over stof(transport)stromen. In de context van de fysieke omgeving kan dit bijvoorbeeld helpen inzichtelijk maken waar (in de toekomst) behoefte is aan extra infrastructurele capaciteit. De Tweede Kamer heeft voorgesteld een kennisbank op te richten voor de registratie van grondstofstromen in Nederland. Medio 2016 zou er al een kennisbank beschikbaar komen (Staatssecretaris I&M en Minister EZ, 2015). Zeker in een open economie als de Nederlandse houdt een circulaire economie niet op bij de grenzen en veel productieketens zijn internationaal georganiseerd. Een dergelijke kennisbank kan dus niet bij de grens ophouden.

## 2.5 Omgevingsbeleid

In voorgaande paragrafen is hier en daar omgevingsbeleid al aan bod gekomen in de specifieke context van het bedrijventerrein, stedelijk gebied, landelijk gebied of transport en logistiek. In de literatuur worden echter ook vormen van omgevingsbeleid besproken welke deze contexten overstijgen. Die zijn hieronder uiteengezet.

In Geng e.a. (2012) wordt het nationale CE indicatorsysteem in China besproken. Dit systeem is opgezet om effecten van CE implementatie (R1: reduce en R2: re-use van afval en afvalwater, R7: recycle van materialen) te kunnen meten op zowel het niveau van de (stedelijke) regio als het bedrijventerrein. Veel indicatoren van dit systeem hebben betrekking op de fysieke omgeving. In Min I&M (2014) over de CE transitie, wordt gesteld dat Nederland een koploper is op het gebied van methodieken en indicatoren om de voortgang van duurzaamheid in beeld te brengen. Nu zijn een duurzame productie en duurzaam gebruik kenmerken van een CE, echter moet worden opgepast dat met een CE indicatorsysteem inderdaad effecten van CE, en niet effecten van bijvoorbeeld milieubeleid worden gemeten. Hiermee dient wel rekening te worden gehouden bij het vereenvoudigen van methodieken en indicatoren, als zijnde een van de beleidsdoelstellingen van de VANG (zie Min I&M, 2013). Wat dus nodig is, is een meetsysteem welke specifiek is voor CE. De baten van CE indicatoren liggen vervolgens in (1) het bevorderen van toepassingen van CE, (2) het beoordelen van de prestaties van CE (biedt transparantie) en daarmee het mogelijk maken van benchmarking, (3) het ondersteunen van en meten van de effectiviteit van CE beleid en (4) betere investeringsbeslissingen in de private sector (Geng e.a., 2012; Min I&M, 2014; EEA, 2016). Dit kan weer positief uitwerken op de fysieke omgeving d.m.v. schonere lucht, en een efficiënt en duurzaam gebruik van water en energie (zie de indicatoren in Geng e.a. 2012). Dezelfde auteurs concluderen echter ook dat de indicatoren zich vaak beperken tot het meten van vermindering, hergebruik en recycling op het gebied van ecologie (water- en energie efficiëntie en afvalwater (Geng e.a., 2012)). Het verdient daarom de aanbeveling om ook indicatoren te ontwikkelen op andere gebieden (sociale en bedrijfseconomische indicatoren) en t.a.v. andere circulaire niveaus zoals refuse, repair, etc. (Europese Commissie, 2015; Geng e.a. 2012).

Daarnaast laat Min I&M (2014) weten dat bij het richten van bestaand afvalbeleid<sup>20</sup> op CE, de wet- en regelgeving moet worden doorgelicht om zodoende belemmerende wetten en regels voor de CE transitie weg te nemen. Zo kunnen bestaande afspraken tussen gemeenten en afvalinzamelaars nieuwe businessmodellen in de weg staan. Als TNT bijvoorbeeld het bezorgen van pakketjes wil combineren met het mee terugnemen van een doos met afgedankt textiel of kleine elektronica, kan dit niet omdat het gaat om waardevolle afvalcompo-

---

<sup>20</sup> Omdat afvalbeleid als doel heeft het beschermen van de volksgezondheid en milieu (lucht, water, bodems) is dit stukje omgevingsbeleid relevant voor de fysieke omgeving.

nenten waarvoor bestaande afspraken gelden met afvalverwerkers (PBL, 2014). Ook kijkt Nederland naar de evaluatie en mogelijke aanpassingen van EU-wetgeving op het gebied van afval.

Tenslotte wil het Rijk een aanjagende rol spelen in ketens (1) met een relatief hoge milieudruk en (2) waar maatschappelijke wil is om de betreffende keten te sluiten (Min I&M, 2014). Een voorbeeld is het 'Ketenakkoord Fosfaatkringloop'. Aanjagen kan gebeuren door als overheid de regie te voeren en mee te kijken naar hoe nieuwe productieprocessen en veranderende eigendomsverhoudingen helpen om ketens te sluiten. Het bieden van experimenteerruimte (RLI, 2015) kan ook worden gezien als een manier van aanjagen. Dit experimenteren kan betrekking hebben op zowel de effecten van CE op de fysieke omgeving als op implicaties voor, en de effectiviteit van, omgevingsbeleid. In China heeft men hier ervaring mee. Daar zijn 3 regio's en 7 steden aangewezen als zogenaamde 'CE demonstratie regio's' (Geng en Doberstein, 2008). Op deze ruimtelijke schalen is getest op het gebied van indicatoren, regionaal CE beleid en de ontwikkeling van CE prikkels (voor de private sector).

### 3 Samenvatting en bevindingen

Deze achtergrondstudie gaat over de relatie tussen de circulaire economie (CE), de fysieke omgeving en omgevingsbeleid. Het begrip Circulaire Economie is veelomvattend. In de literatuur bestaan meerdere omschrijvingen en definities van CE. Dit geeft aan dat er veel discussie is over wat er wel en niet onder valt. Uit de meeste definities komt wel naar voren dat CE gaat over het optimaal inzetten van grondstoffen. De fysieke omgeving kan worden onderverdeeld in bouwwerken, infrastructuur, watersystemen, water, bodem, lucht, landschappen, natuur en cultureel erfgoed. Deze opsomming is echter niet uitputtend. Omgevingsbeleid omvat weer meerdere beleidsvelden, zoals ruimtelijk beleid, milieubeleid en afvalbeleid.

De hoofdvraag van dit onderzoek is: wat kan de meerwaarde van omgevingsbeleid zijn voor het bereiken van een circulaire economie en vice versa?

De deelvragen zijn:

- Wat is de invloed van een circulaire economie op de fysieke omgeving en vice versa?
- Via welke mechanismen verloopt de relatie?

Op de hoofdvraag wordt teruggekomen in de laatste paragraaf van dit hoofdstuk. Een antwoord op de deelvragen is niet één volzin te geven. Uit de literatuur blijkt namelijk dat CE de fysieke omgeving op vele manieren beïnvloedt, via even zoveel mechanismen. Wat de invloed van een CE op de fysieke omgeving is hangt af van de ruimtelijke context en de vorm waarin CE zich uit.<sup>21</sup> Tevens hangt het af van welke onderdelen van de fysieke omgeving erbij betrokken zijn. In deze studie zijn veel relaties opgenomen en is door middel van de tabel in Appendix B structuur aangebracht in de veelheid van relaties. Dit hoofdstuk is, net als het vorige, rondom de ruimtelijke contexten georganiseerd.

#### Bedrijventerreinen

Op bedrijventerreinen of Eco-Industrial Parks (EIP's) wordt CE gekenmerkt door symbiose en het lokaal sluiten van kringlopen. Hier zijn de meeste onderdelen van de fysieke omgeving bij betrokken: CE op bedrijventerreinen vergt mogelijk aanpassingen aan infrastructuur, landschappen en watersystemen, en kan lagere emissies genereren naar bodem, oppervlaktewater en lucht. Om dit te bewerkstelligen is coördinatie op systeemniveau (van een deel of het gehele EIP) nodig. Inzicht in andere randvoorwaarden en succesfactoren zou het opzetten van nieuwe EIP's kunnen bevorderen. Overheden kunnen dit oppakken door een regierol op zich te nemen om zodoende partijen te verbinden en experimenteerruimte te bieden. Milieubeleid, afvalbeleid en stedelijke planning zijn hier relevante beleidsvelden. De praktijk wijst uit dat kansen voor EIP's niet alleen op grote, maar ook op kleinschalige bedrijventerreinen liggen.

---

<sup>21</sup> Voorbeelden van vorm en context: symbiose op een bedrijventerrein, deelauto's in de stad of het sluiten van een dier-plant kringloop in de landbouw.

### Stedelijk gebied

In stedelijke gebieden uit de relatie tussen CE en de fysieke omgeving zich op meerdere manieren. Ten eerste bezitten stedelijke gebieden vaak fysieke kwaliteiten (een goede infrastructuur bijvoorbeeld) die circulair economische activiteiten aantrekken doordat ze de productiviteit van deze activiteiten verhogen. De locatiekeuze van een recyclingbedrijf bijvoorbeeld, zal mede worden bepaald door de mate waarin aan-en afvoer efficiënt kan plaatsvinden. Ten tweede ontstaan CE activiteiten in stedelijke gebieden door de relatief hoge dichtheid en massa (compactheid) van mensen en voorzieningen. De positieve (kennisoverdracht, een grote markt) en negatieve externaliteiten (congestie, vervuiling) in de stedelijke gebouwde omgeving kunnen zo deeleconomieën en servicegerichte (repair, refurbish) activiteiten stimuleren die niet zouden zijn ontstaan zonder die dichtheid en massa. Tevens biedt een stedelijke omgeving mogelijkheden voor urban mining (voor metalen) en het sluiten van andere specifieke kringlopen, zoals die voor bouw materiaal en (afval)water. Met name bouwwerken en infrastructuur zijn de onderdelen van de fysieke omgeving die bij CE in stedelijke gebieden betrokken zijn. Een belangrijke kwestie is of een verdere ontwikkeling van CE in Nederlandse steden niet zal leiden tot een grotere ruimtevraag. Als dit het geval is, dan zou dit kunnen gaan wringen met de compactheid van steden (ten opzichte van gebieden daarbuiten). Naast milieubeleid, afvalbeleid en stedelijke planning kan ook ruimtelijk beleid (voor het verbeteren van de fysieke kwaliteiten) of meer specifiek, parkeerbeleid (voor deelauto's) bijdragen aan een CE in stedelijke gebieden.

### Landelijk gebied

In landelijke gebieden heeft CE vooral relaties met de fysieke omgeving via externe (tussen bedrijven) en interne kringlopen (binnen bedrijven) in de landbouwsector<sup>22</sup>. Deze sector heeft veel invloed op de onderdelen lucht, water, bodem en natuur via emissies. De circulaire activiteiten in deze gebieden zijn met name gericht op het reduceren van emissies naar, en het verminderen van de onttrekking van grondstoffen vanuit deze onderdelen van de fysieke omgeving. Traditioneel zijn milieubeleid en landbouwbeleid in deze sector belangrijke pijlers van omgevingsbeleid. Ten aanzien van een CE kan specifiek worden gekeken naar het wegemen van belemmerende regels en het bieden van experimenteerterruimte voor agrarische bedrijven. Daarnaast bestaat er in Europa een potentieel voor landfill mining (het terugwinnen van materialen en energiebronnen uit afval in stortplaatsen). Dit potentieel is geschat op 5% van de jaarlijkse materiaalconsumptie in de EU-27 gedurende 25 jaren. Voor Nederland ligt dit percentage waarschijnlijk lager. Landfill mining kan ten goede komen aan bodems. Afvalbeleid en wetgeving betreffende bodembescherming vormen hier relevant omgevingsbeleid.

### Transport en logistiek

Voor transport en logistiek is de algemene verwachting dat CE een verandering in vervoerpatronen en- omvang in Nederland zal betekenen. Dit zal worden veroorzaakt door ontwikkelingen als nearsourcing, veranderende afvalstromen (waaronder een toename van de afvalimport), een afname van de doorvoer van primaire grondstoffen, het toenemende belang van service- en retourlogistiek en sustainable supply chain networks op verschillende schaalniveaus (van nationaal tot globaal). De vraag is wat de gevolgen zijn van deze ontwikkelingen. Leiden ze tot onder-of overbelasting van mainports en overslagpunten? En wat betekent het voor specifieke links in infrastructuurnetwerken? Dit kan vervolgens weer aanpassingen in de gebouwde omgeving en infrastructuur vereisen. Het in kaart brengen van toekomstige stromen die een gebied<sup>23</sup> in en uit gaan, in welke omvang, waar voorraadvorming plaatsvindt, het verschuiven van productielocaties, etc., kan bijdragen aan het inschatten van wat er gaat veranderen qua vervoersomvang- en patronen. Intermodaal transport en het benutten van de bestaande onbalans in vervoerstromen (lees: leeg transport) bieden wellicht mogelijkheden om deze verandering op te vangen. Met name ruimtelijk beleid en mobiliteitsbeleid zouden hier een rol kunnen spelen.

### Omgevingsbeleid

Mogelijkheden voor omgevingsbeleid welke de vier besproken contexten overstijgen liggen ten eerste op het vlak van indicatorsystemen. Veel indicatoren meten vorderingen op het gebied duurzaamheid. Nu zijn een duurzame productie en duurzaam gebruik kenmerken van

---

<sup>22</sup> Over CE en recreatie in landelijk gebied is geen literatuur gevonden. Echter kunnen op bijvoorbeeld campings en vakantieparken wel degelijk kansen voor CE, en daarmee relaties tussen CE en de fysieke omgeving, bestaan.

<sup>23</sup> Zo'n gebied kan een regio zijn. Maar juist ook voor heel Nederland is het belangrijk dit te doen gezien het grote aandeel van doorvoer in het totale transport in Nederland.

een CE, echter moet worden opgepast dat met een CE indicatorsysteem inderdaad effecten van CE, en niet effecten van bijvoorbeeld milieubeleid worden gemeten. Ten tweede is het doorlichten van omgevingsbeleid een belangrijk speerpunt. Vooral voor wat betreft het huidige afvalbeleid kan dit belemmeringen op weg naar een CE wegnemen. Ten derde kan het Rijk een aanjagende rol op zich nemen door verschillende partijen uit ketens bij elkaar te brengen en ze procesafspraken met elkaar te laten maken, over gebruik van elkaars reststromen bijvoorbeeld.

#### Overzicht

Beschouwen we het overzicht in Appendix B als geheel, dan valt op dat er in de literatuur geen relaties tussen CE en cultureel erfgoed zijn gevonden en nauwelijks met landschappen en natuur. Door de gebiedsgewijze indeling van de relaties wordt inzichtelijk op welke ruimtelijke schalen de relaties zoal spelen. Algemeen kan worden gesteld dat aanpassingen aan onderdelen van de fysieke omgeving zoals bouwwerken, infrastructuur en landschappen<sup>24</sup> om CE te faciliteren op een laag (lokaal en regionaal) schaalniveau spelen en dat de (positieve) invloed van CE op de fysieke omgeving (minder emissies naar lucht en water) zowel lokaal als nationaal en globaal uitwerkt. Immers, een lokaal schoner wordende lucht boven een stad of stedelijke regio als gevolg van CE activiteiten aldaar, zal zich verspreiden tot buiten de grenzen van die stad en regio. Het effect zal lokaal waarschijnlijk wel het sterkst zijn. Voor bodems is het effect in eerste instantie ook lokaal, maar kan via grondwaterstromingen en emissies naar oppervlaktewater ook regionaal uitwerken. Het effect van een andere baat van CE, een lagere grondstofonttrekking, speelt ook op een meer lokale schaal. Via mondiale productieketens kan dit effect wel ergens anders dan in Nederland optreden.

#### Vervolgonderzoek

Deze studie is een eerste aanzet tot het in kaart brengen van relaties tussen CE en de fysieke omgeving. Er is veel wat we nog niet weten. Wat betreft vervolgonderzoek zouden ten eerste de door gebrek aan tijd onderbelichte gedeeltes in de CE literatuur (waste management, material flow analysis en stock dynamics) kunnen worden onderworpen aan een identificatie van relaties met de fysieke omgeving. Ten tweede zou de meerwaarde van omgevingsbeleid kunnen worden onderzocht, waarmee ook de hoofdvraag vollediger kan worden beantwoord. Nu zijn in de tekst en in het overzicht in Appendix B verschillende omgevingsbelevingsvelden genoemd die relevant zijn voor de besproken relaties. In een volgende stap kan worden nagedacht hoe omgevingsbeleid moet worden vormgegeven zodat het een positieve uitwerking heeft op de relaties. Aandacht moet dan ook uitgaan naar de (optimale) ruimtelijke schaal van dit beleid. Ten derde kan nog worden onderzocht wat de meest geschikte gebieden zijn in Nederland voor welke CE strategie, waarbij rekening moet worden gehouden met de specifieke eigenschappen van die gebieden. Welke stromen gaan erdoor? Is een bepaald type bedrijvigheid oververtegenwoordigd? Is er regionale regelgeving die belemmerend of juist stimulerend uitwerkt? Antwoorden op dergelijke vragen kan ruimtelijke verschillen in kansen voor CE aan het licht brengen.

---

<sup>24</sup> Een deel van een landschap reserveren voor de ontwikkeling van een EIP bijvoorbeeld.

# Literatuur

- Accorsi R, Manzini R, Pini C, Penazzi S. (2015) On the design of closed-loop networks for product life cycle management: Economic, environmental and geography considerations, *Journal of Transport Geography*, 48, 121-134.
- Altham J. van Berkel R. (2004) *Industrial Symbiosis for Regional Sustainability: An Update on Australian Initiatives*, 11th International Sustainable Development Research Conference, 2004.
- Baas, L (2008) Cleaner Production and Industrial Ecology: A Dire Need for 21st Century Manufacturing. In Misra KB. (Ed.). *Handbook of Performability Engineering*, Springer-Verlag London Limited.
- Baas LW, Korevaar G. (2010) Eco-Industrial Parks in the Netherlands: The Rotterdam Harbor and Industry Complex. In Harmsen J, Powell JB. (Eds.). *Sustainable Development in the Process Industries: Cases and Impact*, John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey.
- Brabant Kennis (2016) *Hoe maken we de cirkel rond?*©Brabant Kennis2015-2016, <http://brabankennis.nl/hoe-maken-we-de-cirkel-rond/>, accessed 29/03/2016.
- Chertow MR. (2007) "Uncovering" Industrial Symbiosis, *Journal of Industrial Ecology*, 11, 1, 11-30.
- Christensen TB, Hauggaard-Nielsen H. (2015) *Circular Economy – A Review of the Concept and Examples of Emerging Practices*, paper for the Global Cleaner Production and Sustainable Consumption Conference, Sitges, Spain, 2015.
- Cramer J. (2014a) *Milieu*. Elementaire Deeltjes: 16. Amsterdam: Amsterdam University Press B.V.
- Cramer J. (2014b) The Transition towards Sustainable Cities: the Dutch Experiences. In Hofmeister W, Rueppel P, Fook LL. (Eds.). *Eco-Cities; sharing European and Asian Best Practices and Experiences*, EU-ASIA dialogue, Konrad Adenauer Stiftung, East Asian Institute and European Union, Singapore and Brussels, Belgium.
- De Groene Zaak (2016) <http://www.govsgocircular.com/>, accessed 04/05/2016.
- De Groene Zaak (2015) *Governments Going Circulair*, De Groene Zaak, februari 2015.
- Deloitte (2012), *The chemical industry in the Netherlands: World leading today and in 2030-2050*.
- EEA (2016) *Circular economy in Europe – Developing the knowledge base*, European Environment Agency, report no. 2/2016. Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2016.
- Ellen McArthur Foundation (2014) *Towards the circular economy; Accelerating the scale-up across global supply chains*, report 3.
- Europese Commissie (2015) *Maak de cirkel rond – Een EU-actieplan voor de circulaire economie*, Brussel 02/12/2015 COM(2015) 614 final.
- Geng Y, Doberstein B. (2008) Developing the circular economy in China: Challenges and opportunities for achieving 'leapfrog development', *International Journal of Sustainable Development & World Ecology*, 15, 231-239.
- Geng Y, Zhy Q, Doberstein B, Fujita T. (2009) Implementing China's circular economy concept at regional level: A review of progress in Dalian, China, *Waste Management*, 29, 996-1002.
- Geng Y, Fu J, Sarkis J, Xue B. (2012) Towards a national circular economy indicator system in China: an evaluation and critical analysis, *Journal of Cleaner Production (SI: Government Initiatives)*, 23, 216-224.
- Ghisellini P, Cialani C, Ulgiati S. (2016) A review on circular economy: the expected transition to a balanced interplay of environmental and economic systems, *Journal of Cleaner Production*, 114, 11-32.
- Goh J. (2015) Singapore, an Eco-city. In Hofmeister W, Rueppel P, Fook LL. (Eds.). *Eco-Cities; sharing European and Asian Best Practices and Experiences*, EU-ASIA dialogue, Konrad Adenauer Stiftung, east Asian Institute and European Union, Singapore and Brussels, Belgium.
- Hu M, Pauliuk S, Wang T, Huppel G, van der Voet E, Muller D. (2010) Iron and steel in Chinese residential buildings: A dynamic analysis, *Resources, Conservation and Recycling*, 54, 591-600.
- Jacobsen NB. (2006) Industrial Symbiosis in Kalundborg, Denmark – A Quantitative Assessment of Economic and Environmental Aspects, *Journal of Industrial Ecology*, 10, 1-2, 239-255.



- Jones PT, Geysen D, Tielemans Y, Van Passel S, Pontikes Y, Blanpain B, Quaghebeur M, Hoekstra N. (2013) Enhanced Landfill Mining in view of multiple resource recovery: a critical review, *Journal of Cleaner Production*, 55, 45-55.
- Jonkeren O, Demirel E, Van Ommeren J, Rietveld P. (2011) Endogenous Transport Prices and Trade Imbalances, *Journal Of Economic Geography*, 11, 509-527.
- Jorritsma P, Harms L, Berveling J. (2015) *Mijn auto, jouw auto, onze auto*, Kennisinstituut voor mobiliteitsbeleid (KiM), Den Haag.
- Krook J, Baas L. (2011) Getting serious about mining the technosphere: a review of recent landfill mining and urban mining research, *Journal of Cleaner Production*, 55, 1-9.
- Lieder M, Rashid A. (2016) Towards circular economy implementation: a comprehensive review in context of manufacturing industry, *Journal of Cleaner Production*, 115, 36-51.
- Mathews JA, and Tan H. (2010) Progress toward a Circular Economy in China, *Journal of Industrial Ecology*, 15, 3, 435-457.
- McDonough W, en Braungart M. (2002) *Cradle-to-Cradle – Remaking the Way We Make Things*, North Point Press: New York, first edition 2002.
- Min I&M (2013) *Van afval naar grondstof*, Den Haag.
- Min I&M (2014) *Van afval naar grondstof; Bijlage 1 bij de kamerbrief Invulling programma Van Afval Naar Grondstof*, Den Haag.
- Omgevingswet (2016) Wetsvoorstel Omgevingswet, artikel 3.2 (inhoud omgevingsvisie), [http://www.omgevingswet.nl/index.php/wetsvoorstel\\_deel/afdeling-3-1-omgevingsvisies/](http://www.omgevingswet.nl/index.php/wetsvoorstel_deel/afdeling-3-1-omgevingsvisies/), accessed 22/03/2016.
- PBL (2011) *Verdichting, verleden en toekomst*, presentatie Maarten Hajer 19 januari 2011, Planbureau voor de Leefomgeving.
- PBL (2013) *Samenhang in de Zuidwestelijke Delta. Naar een vitale, veerkrachtige en veilige Delta*, PBL publicatienummer 1029, Den Haag.
- PBL (2014) *Reflectie op Van Afval Naar Grondstof (VANG)*, PBL Publicatienummer 1522, Den Haag.
- PBL (2016) Verkenning Omgevingsopgaven voor de Nationale Omgevingsvisie, PBL publicatienummer 2268, Den Haag.
- RLI (2013) *Nederlandse logistiek 2040: designed to last*, Advies 03, Den Haag.
- RLI (2015) *Circulaire Economie: van wens naar uitvoering*, Raad voor de Leefomgeving en Infrastructuur, Den Haag.
- Seager TP, Theis TL. (2002) A uniform definition and quantitative basis for industrial ecology, *Journal of Cleaner Production*, 10, 225-235.
- Smits M-J, Linderhof V. (2015) *Circulaire economie in de landbouw; een overzicht van concrete voorbeelden in Nederland*, LEI Wageningen UR.
- Staatssecretaris I&M en Minister EZ (2015) *Uitwerking moties circulaire economie dd 11/12/2015*, IenM/BSK 2015/242945.
- Su B, Heshmati A, Geng Y, Yu X. (2013) A review of the circular economy in China: moving from rhetoric to implementation, *Journal of Cleaner Production*, 42, 215-227.
- Tjallingii S. (2012) Water flows and Urban Planning. In van Bueren e.a. (Eds.). *Sustainable Urban Environments: An Ecosystem Approach*, Springer Science + Business Media B.V.
- TNO (2013) *Kansen voor een circulaire economie in Nederland*, TNO rapport R10864.
- UNEP (2000) *Cleaner Production Assessment in Dairy Processing*. Prepared by COWI Consulting Engineers and Planners AS, Denmark for United Nations Environment Programme; Division of Technology, Industry and Economic; April 2000, Paris France
- UNEP (1998) *International Declaration on Cleaner Production*, UNEP Division of Technology, Industry and Economics, Paris, France
- Utrecht Sustainability Institute (2015) *Circulaire Economie: van visie naar realisatie*, juni 2015.
- Van Twist M, Chin-A-Fat N, Scherpenisse J, van der Steen M. (2015) *In cirkels sturen? Reflecties over de transitie van een lineaire naar een circulaire economie*, Nederlandse School voor Openbaar Bestuur, Den Haag.
- Winkler, H. (2011) Closed-loop production systems – A sustainable supply chain approach, *CIRP Journal of Manufacturing Science and Technology*, 4, 243-246.

## Appendix A: Aanpak literatuurstudie

Dit onderzoek is gebaseerd op artikelen uit wetenschappelijke tijdschriften en andere (beleidsnotities, rapporten van kennisinstellingen etc.) literatuur. In de zoektocht naar bruikbare literatuur zijn steekwoorden gebruikt. Wat betreft de wetenschappelijke artikelen zijn in een digitale zoekopdracht op Google Scholar de woorden 'circular' en 'economy' *in de titel* van documenten gebruikt. Dit levert 2110 hits<sup>25</sup> op. Vanwege dit grote aantal is besloten om de zoekopdracht verder uit te breiden met het woord 'review' waardoor de zoekopdracht zich beperkt tot wetenschappelijke overzichtsartikelen. Het aantal hits wordt dan drastisch gereduceerd tot 17. Uit deze selectie is vervolgens relevante kennis gefilterd en samengebracht. Vanuit de bruikbare artikelen uit wetenschappelijke tijdschriften zijn vervolgens weer andere artikelen gevonden. De zoektocht naar literatuur uit andere bronnen verliep minder gestructureerd. Door verschillende beleidsexperts uit de klankbordgroep zijn rapporten, notities en studies aangereikt. Van daaruit en d.m.v. additionele google-search opdrachten is dit literatuurbestand aangevuld. Uiteindelijk zijn voor deze studie 49 bronnen gebruikt.

---

<sup>25</sup> Exclusief citaten.

## Appendix B: Overzicht relaties circulaire economie en fysieke omgeving

Context	Relaties	Mechanisme	(Omgevings)- beleid	Onderdelen Fysieke Omgeving (Art. 1.2 Omgevingswet)								
				Bouw- werken	Infra- struc- tuur	Bodem	Water- sys- temen	Water	Lucht	Land- schap- pen	Na- tuur	Cultu- reel erfgoed
Bedrijven- terreinen	Door symbiose en het lokaal sluiten van kringlopen: delen van infrastructuur, minder druk op lucht, water, bodems. EIP's nemen plek in, in het landschap.	Coördinatie op systeemniveau: parkmanagement in geval van het gehele bedrijventerrein.	Milieubeleid  Stedelijk beleid t.a.v. landgebruik.		X	X	X	X	X	X		
Stedelijk gebied	Fysieke vestigingsplaatsfactoren trekken CE aan	Stedelijke/ regionale kwaliteiten verhogen productiviteit van CE activiteiten.	Ruimtelijk economisch beleid.	X	X							
	In de gebouwde omgeving ontstaan CE initiatieven.	Massa en dichtheid faciliteren, en negatieve externaliteiten stimuleren deel-economieën en servicegerichte activiteiten.	Stedelijk beleid, meer specifiek: o.a. parkeerbeleid, regels voor deelruimten.	X	X				X			
	Circle-cities en urban mining: kringlopen van bouwmaterialen (metalen in het geval van urban mining) en (afval)water.	Afval en secundaire materialen van bouwwerken en infrastructuur omvormen tot grondstof.	Afvalbeleid  Milieubeleid	X			X	X				

Context	Relaties	Mechanisme	(Omgevings)- beleid	Onderdelen Fysieke Omgeving (Art. 1.2 Omgevingswet)								
				Bouw- werken	Infra- struc- tuur	Bodem	Water- sys- temen	Water	Lucht	Land- schap- pen	Na- tuur	Cultu- reel erfgoed
Landelijk gebied	Interne en externe kringlopen in de landbouw. Externe kringlopen ook tussen landbouwbedrijven en bedrijven in andere sectoren.	Combinaties van plant-plant, plant-dier en dier-dier processen (intern). Creëren afhankelijkheid tussen bedrijven binnen en buiten de landbouwsector (extern).	Landbouwbeleid  Milieubeleid  Voedselveiligheidsbeleid			X		X	X		X	
	Landfill mining	Afval en secundaire materialen omvormen tot grondstof.	Afvalbeleid			X						
Transport en logistiek	Nearsourcing, reductie van hoeveelheid binnenlands afval en import van afval, SSCN, sluiten van global supply chains, service logistiek, retourlogistiek.	Veranderingen in vervoerpatronen en dikte van voorwaartse en retourstromen. Verandering van ruimtelijke productiepatronen.	Mobiliteitsbeleid: aanleg infrastructuur, belasten, subsidiëren, wetten regelgeving (Verkeerswet).  Kennisbank.  Ruimtelijk beleid (voor op- en overslagplekken).	X	X				X			
Alle contexten	Bevorderen van toepassingen, benchmarking, meten van effectiviteit en ondersteunen investeringsbeslissingen in CE.	Informatie en transparantie.	Indicatorsystemen die specifiek effecten van CE meten op gebied van ecologie en economie.	Niet specifiek voor een of enkele onderdelen van de fysieke omgeving. Betreft een relatie tussen CE en omgevingsbeleid.								
	Wegnemen belemmeringen	Afvalbeleid doorlichten.	Afvalbeleid: wetten en regels aanpassen.	Niet specifiek voor een of enkele onderdelen van de fysieke omgeving. Betreft een relatie tussen CE en omgevingsbeleid.								
	Regie voeren	Via stimulering en systeem coördinatie.	Ketenbeleid en ruimtelijk beleid (experimenteer-ruimte).	Niet specifiek voor een of enkele onderdelen van de fysieke omgeving. Betreft een relatie tussen CE en omgevingsbeleid.								

