

# LOGISTIEK IN EEN CIRCULAIRE ECONOMIE



LogiCE

## OVER LOGICE

---

DIT RAPPORT IS GESCHREVEN OP BASIS VAN ONDERZOEKSPROJECT LOGICE (COMMUNITY LOGISTIEK IN DE CIRCULAIRE ECONOMIE). HET PROJECT HEEFT ALS DOEL HET VERSNELD BEREIKEN VAN DE CIRCULAIRE ECONOMIE DOOR KENNIS VANUIT DE LOGISTIEK EN DE CIRCULAIRE ECONOMIE IN EEN ACTIEVE WISSELWERKING TUSSEN BEDRIJVEN, OVERHEDEN EN WETENSCHAPPERS TE ONTWIKKELEN EN TOE TE PASSEN. DIT DOEL WORDT BEREIKT DOOR HET ONTWIKKELEN VAN EEN COMMUNITY, HET INVENTARISEREN VAN RELEVANTE WETENSCHAPPELIJKE LITERATUUR, EN VOORAL OOK HET UITVOEREN EN ANALYSEREN VAN CASES. DEZE CASES WORDEN OP VERSCHILLENDE MANIEREN OPGEPAKT BINNEN HET PROJECT: ALS AFSTUDEEROPDRACHT VAN STUDENTEN, ALS THEMATISCHE WORKSHOPS, OF ALS GERICHTERE CO-CREATIE SESSIE MET EEN AANTAL KETEN-ACTOREN. GECOMBINEERD MET DE WETENSCHAPPELIJKE LITERATUUR VOEDEN DEZE CASES EEN KENNISAGENDA. DEZE COMBINATIE VAN THEORIE EN PRAKTIJK IS DE KERN VAN HET LOGICE PROJECT EN KOMT OOK DUIDELIJK TERUG IN DIT RAPPORT.

LOGICE IS EEN SAMENWERKING VAN WAGENINGEN UNIVERSITY, HET GROENE BREIN EN PURE BIRDS, MET MEDEWERKING VAN HOGESCHOOL VAN AMSTERDAM, PORT OF AMSTERDAM EN SADC. HET IS UITGEVOERD BINNEN TKI DINALOG EN GEFINANCIERD DOOR DE NEDERLANDSE ORGANISATIE VOOR WETENSCHAPPELIJK ONDERZOEK (NWO) EN HET AMSTERDAM INSTITUTE FOR ADVANCED METROPOLITAN SOLUTIONS (AMS).








# INHOUDSOPGAVE

# LOGISTIEK IN EEN CIRCULAIRE ECONOMIE

---

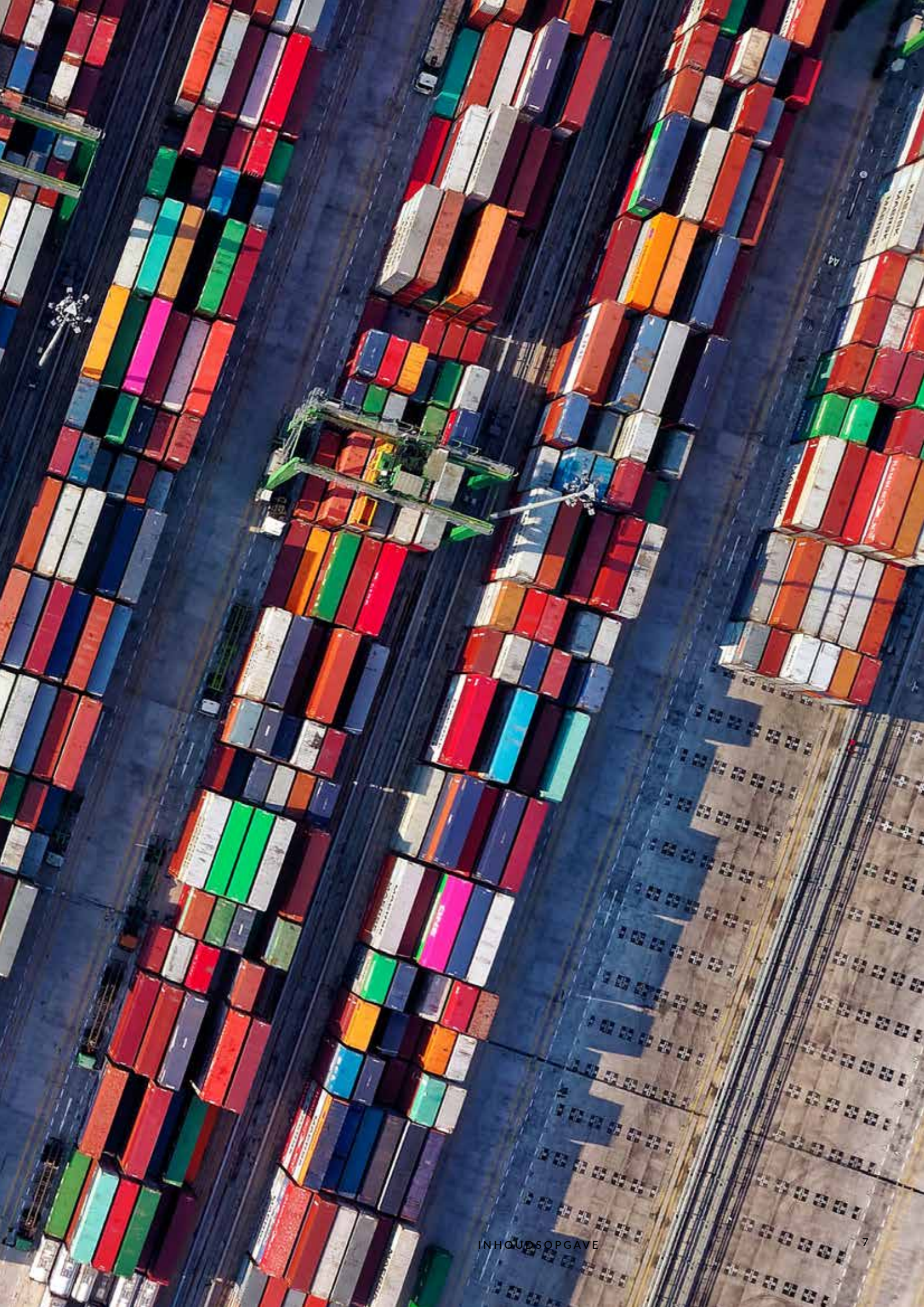
VOORWOORD	08
INTRODUCTIE	12
HOOFDSTUK EEN	
DE OVERGANG NAAR EEN CIRCULAIRE ECONOMIE	14
1.1   WAT IS DE CIRCULAIRE ECONOMIE?	
1.2   WAT HOUDT LOGISTIEK IN?	
1.3   HOE PAST LOGISTIEK BINNEN DE CIRCULAIRE ECONOMIE?	
HOOFDSTUK TWEE	
HET KOPPELEN VAN CIRCULAIR PRODUCT-ONTWERP EN HET ONTWERP VAN LOGISTIEKE NETWERKEN	18
2.1   CIRCULAIRE TOELEVERINGSKETENS	
HOOFDSTUK DRIE	
LOGISTIEKE AFWEGINGEN IN CIRCULAIRE WAARDEKETENS	22
3.1   DE BASIS	
3.2   BELANGRIJKE AFWEGINGEN	
AFWEGING 1   CENTRALE VERSUS DECENTRALE NETWERKEN	25
CASE 1   MEERLANDEN: LOCATIEANALYSE VERGISTINGSFABRIEK	24
CASE 2   VICOE: DE LOGISTIEK VAN ORGANISCH AFVAL	26
CASE 3   ENKI ENERGIE: LOGISTIEK VAN KLEINE RESTSTROMEN	28
AFWEGING 2   GECOORDINEERDE VERSUS GEZAMENLIJKE BESLUITVORMING	31
CASE 4   SPAAK: VERWAARDING BIOMASSA RESTSTROMEN	30
CASE 5   HAVEN VAN AMSTERDAM: HUB VOOR CIRCULAIR BOUWEN	32
CASE 6   GEMEENTE ROTTERDAM: DATA VOOR CIRCULAIR BOUWEN	34
CASE 7   PROTEUS: CIRCULAIRE SMART DISPLAY	36
AFWEGING 3   PRODUCTGERICHT VERSUS SERVICEGERICHT	39
CASE 8   KOELEMAN: DE CIRCULAIRE ORCHIDEE	38
CASE 9   CARINTHIA: VAN WINDMOLEN NAAR WASTAFEL	40
HOOFDSTUK VIER	
CONCLUSIES & AANBEVELINGEN	44
4.1   LOGISTIEK ALS KETENREGISSEUR	
4.2   AANBEVELINGEN	
DANKWOORD	50
LITERATUUR	52
CONTACT	56



An aerial photograph of a port terminal. The foreground and middle ground are filled with rows of colorful shipping containers in shades of red, blue, green, and white. To the left, there are several large buildings with bright blue roofs. The ground is paved and marked with white lines and labels like 'EA10' and 'EA11'. The background shows more of the port area and a glimpse of the sea on the left side.

"DE EXPERTISE ROND KETENREGIE IN DE LOGISTIEKE SECTOR IS EEN ESSENTIEEL ONDERDEEL VAN DE TRANSITIE NAAR EEN CIRCULAIRE ECONOMIE DIE MET DUURZAME EN EFFICIËNTE LOGISTIEKE NETWERKEN AAN ELKAAR HANGT."









# VOORWOORD



## LOGISTIEK IN DE CIRCULAIRE ECONOMIE

---

De Nederlandse overheid heeft de ambitie uitgesproken om Nederland in 2050 volledig circulair te laten zijn. Daarnaast is er een grote uitdaging om de doelen van het Klimaatakkoord in 2030 en 2050 te behalen. Een circulaire economie kan hieraan een belangrijke bijdrage leveren. De logistieke sector zal in deze transitie mee moeten gaan. Tegelijkertijd heeft de sector zelf ook veel kennis en oplossingen te bieden in deze transitie.

De uitdaging is om volledig hergebruik van grondstoffen te realiseren. Een enorme logistieke uitdaging. De toegevoegde waarde van logistiek zit daarbij niet alleen in een optimaal retourproces, maar ook in een geavanceerde ketenregie. Veel van deze kennis is in de afgelopen decennia in Nederland ontwikkeld.

Er is ook, onder andere via TKI Dinalog, al veel onderzoek gedaan naar de bouwstenen van een circulaire economie. In de logistiek hebben we essentiële kennis en expertise opgebouwd die hard nodig zal zijn om de transitie mogelijk te maken. Denk aan onderwerpen als closed loop supply chains, retourlogistiek, ketenregie- en samenwerking, control towers en servicelogistiek. Op al deze thema's is kennis opgebouwd en zijn oplossingen in de markt toegepast voor de optimalisatie van logistieke ketens. Dit biedt een uitstekend uitgangspunt voor de sector om nieuwe businessmodellen in de circulaire economie te ontwikkelen.

Bij bedrijven zien we toenemende motivatie. Levensduurverlenging is bijvoorbeeld economisch voordelig zoals veel serviceketens laten zien. Daarnaast helpt het terughalen van producten en onderdelen om schaarste aan grondstoffen te voorkomen. Bovendien zien bedrijven dat producten en materialen ook na gebruik hun waarde behouden.


Ronald Koeleman van Koeleman | Growing in Style, Raymond Onink van Wecycle en Shirley Rijnsdorp-Schijvens van Schijvens Corporate Fashion lieten onlangs tijdens het congres van de topsector logistiek zien hoe zij binnen hun organisatie zelf concreet met circulaire concepten aan de slag zijn gegaan. In de bestaande lineaire ketens bleek veel ruimte voor het tegen gaan van verspilling, zowel tijdens het productieproces als tijdens en na de levensduur van het product. Door op een slimme manier producten en materialen terug te halen ontstonden kansen om waardeverlies in de keten tegen te gaan. Daarmee zijn deze bedrijven een mooi voorbeeld van een succesvolle transitie van een lineaire naar een circulaire keten. In deze eindrapportage van het project LogiCE leest u nog meer inspirerende voorbeelden.

Waar verdienen we in de logistiek in de toekomst ons geld mee? Die vraag wordt herhaaldelijk gesteld...en terecht. Eén van de antwoorden is wat mij betreft: met slimme oplossingen voor complexe circulaire ketens en netwerken. We moeten als logistieke sector niet stil zitten. Het is



Albert Veenstra, DINALOG



An aerial photograph of a multi-lane highway interchange with several cars and trucks. A white rectangular text box with a red border is centered over the highway. The background shows green trees and a parking lot with a blue-roofed structure.

"IN DE TOEKOMST VERDIENT  
DE LOGISTIEK ZIJN GELD MET  
SLIMME OPLOSSINGEN VOOR  
COMPLEXE CIRCULAIRE KETENS EN  
NETWERKEN."



belangrijk om goed in beeld te hebben waar de behoefte vanuit circulaire toepassingen ligt. Dat begint al bij het design van circulaire diensten en producten, waarin ook het ontwerp van de logistiek nadrukkelijker moet worden meegenomen. De logistieke sector heeft hierin veel te bieden, maar moet dat wel laten zien.

Ook in de kennisontwikkeling rond de logistiek in de circulaire economie is nog veel te doen. Hoe gaan we in de toekomst bijvoorbeeld om met materiaalstromen die retour komen, maar die in een andere keten worden ingebracht? Dit vergt een complexe logistieke planning en navenant complexe vormen van logistieke samenwerking. Het onderzoek zal meer en meer multidisciplinair van aard zijn en die samenwerking moeten we zelf nadrukkelijker opzoeken.

Het LogiCE project heeft een waardevolle community neergezet van bedrijven en onderzoeksinstituten die concrete logistieke vraagstukken in samenwerking op kan pakken. Daarbij is ook de connectie gemaakt naar het lectorenplatform logistiek (LOGITIMO) en het lectorenplatform circulaire economie. In deze rapportage vindt u concrete casussen die in LogiCE zijn opgepakt en ook aanbevelingen voor de verdere versterking van de logistiek in de circulaire economie.

**Albert Veenstra**

Scientific Director DINALOG; Dutch Institute for Advanced Logistics





# INTRODUCTIE

## KANSEN VOOR DE LOGISTIEK

---

In september 2016 heeft de Nederlandse overheid het programma 'Nederland Circulair in 2050' gepresenteerd. De kernboodschap is duidelijk: Afval is de nieuwe grondstof. Alle materialen en producten die we gebruiken, moeten op een duurzame en efficiënte manier hergebruikt worden. Naast besparing van grondstoffen, is het idee dat we daarmee ook emissies verminderen en innovatie bevorderen (Rijksoverheid, 2016).

De transitie naar een circulaire economie wordt gezien als een van de grote uitdagingen in de 21ste eeuw en ontwikkelingen zoals het Nederlandse programma zien we wereldwijd. Er wordt ook onderkend dat deze transitie mogelijk grote veranderingen meebrengt. Er zal bijvoorbeeld nieuwe technologie nodig zijn om materialen efficiënt en circulair te gebruiken. Maar ook traditionele, lineaire, businessmodellen voldoen waarschijnlijk niet meer.

De Nederlandse overheid heeft in het circulaire programma een aantal transitieagenda's op laten stellen met als doel de transitie concreet te maken voor een aantal thema's: consumptiegoederen, kunststoffen, bouw, maakindustrie en biomassa & voedsel. Naast technische uitdagingen gaat het hier vooral ook over uitdagingen op systeemniveau, waar de waardeketen met al zijn belanghebbenden (bedrijven, consumenten, overheden) centraal staat.

De transitie naar een circulaire economie met meer en andere retourstromen en focus op efficiënt gebruik van producten en materialen vraagt in de meeste gevallen om nieuwe waardeketens. Dit is ook vooral een logistieke uitdaging: het bij elkaar brengen van vraag en aanbod zal structureel anders worden. Logistieke uitdagingen rond transport, voorraadbeheer, ketenregie, service logistiek zullen er nog steeds zijn, maar de huidige oplossingen en systemen zullen herzien moeten worden.

Naast een uitdaging is de transitie naar een circulaire economie ook een grote kans voor de logistieke sector. Naast de vraag naar logistieke diensten die uit retourstromen voortkomt, biedt vooral ook de ketenregie rond het efficiënt gebruik en hergebruik van materialen mogelijkheden. De expertise rond ketenregie in de logistieke sector is dan ook een essentieel onderdeel van de transitie naar een circulaire economie, die met duurzame en efficiënte logistieke netwerken aan elkaar hangt!

In dit rapport bespreken we de rol van logistiek in de circulaire economie in meer detail. Na een uitgebreidere introductie van de kernthema's, bespreken we hoe logistieke netwerken er mogelijk uit gaan zien. Daarna identificeren we een aantal logistieke kern-afwegingen, die we door het rapport heen met praktijkcases illustreren.



IS EEN SAMENWERKING VAN:



H O O F D S T U K E E N

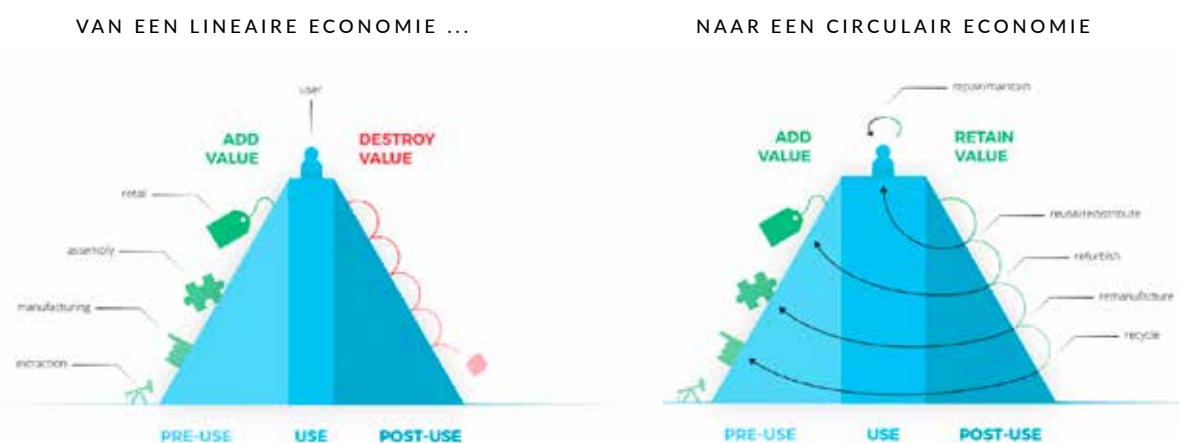


# DE OVERGANG NAAR EEN CIRCULAIRE ECONOMIE



## 1.1 | WAT IS DE CIRCULAIRE ECONOMIE?

De circulaire economie (CE) is een begrip waarmee het behoud van de natuurlijke omgeving wordt gepromoot, door het winnen van grondstoffen en genereren van afval zoveel mogelijk terug te dringen. Daarmee staat het tegenover wat de voorstanders ervan de 'lineaire economie' noemen. In tegenstelling tot het weggooien van producten aan het einde van hun gebruiksduur, is het de insteek van CE om de levensduur van producten en de daarin verwerkte materialen te verlengen. Producten die het einde van de gebruiksfase bereiken moeten zoveel mogelijk worden hergebruikt, geherfabriceerd en gerecycled om de uiteindelijke verbranding en storting zo lang mogelijk uit te stellen. Volgens de Ellen MacArthur-stichting (2015) heeft hergebruik een hogere prioriteit dan herfabricage, dat op zijn beurt een hogere prioriteit heeft dan recycling. Er bestaat dus een hiërarchie van end-of-life processen, die zijn gericht op het behoud van de inspanning die is verricht voor het oorspronkelijke product en van de energie die is gestoken in het produceren van de materialen in het oorspronkelijke product. In traditionele lineaire ketens wordt vaak geen rekening gehouden met de afhandeling en verwijdering van producten aan het einde van hun gebruiksfase. Een circulaire visie op producten biedt de mogelijkheid van waardeherstel van de gebruikte producten en de daarin verwerkte materialen. Deze circulaire benadering van productontwerp, de levensduur van producten en opties voor terugwinning aan het einde van de levensduur is het uitgangspunt van de zogenaamde Value Hill, zoals geïllustreerd in figuur 1, die beduidend anders is in een circulaire economie.



**Figuur 1** | De overgang van een lineaire naar een circulaire economie weergegeven in de Value Hill (gebaseerd op Achterberg et al., 2016)

## 1.2 | WAT HOUDT LOGISTIEK IN?

---

Een waardeketen bestaat uit alle partijen die direct of indirect zijn betrokken bij de stroom en transformatie van goederen en diensten van de oorsprong van het product tot aan de klant. Logistiek omvat de bedrijfsactiviteiten die nodig zijn om de levering van producten af te stemmen op de vraag van de consument naar producten. Deze activiteiten worden uitgevoerd in de gehele waardeketen van een product; van het winnen van grondstoffen tot de uiteindelijke aflevering van het product. Ook het verzamelen en verwerken van gebruikte producten en afval valt binnen de definitie van logistiek. Logistiek draait dus niet alleen om transport, maar ook om (i) het strategisch ontwerpen van een toeleveringsketen met betrekking tot de schaal en besluitvorming over locaties, (ii) het afstemmen van vraag en aanbod in de daardoor ontstane netwerken, en uiteindelijk (iii) het gedetailleerd plannen van de productenstroom door de toeleveringsketens. Met andere woorden, logistiek houdt zich bezig met het leveren van het juiste product op de juiste plaats, het juiste tijdstip, in de juiste hoeveelheden en met de juiste kwaliteit.

## 1.3 | HOE PAST LOGISTIEK BINNEN DE CIRCULAIRE ECONOMIE?

---

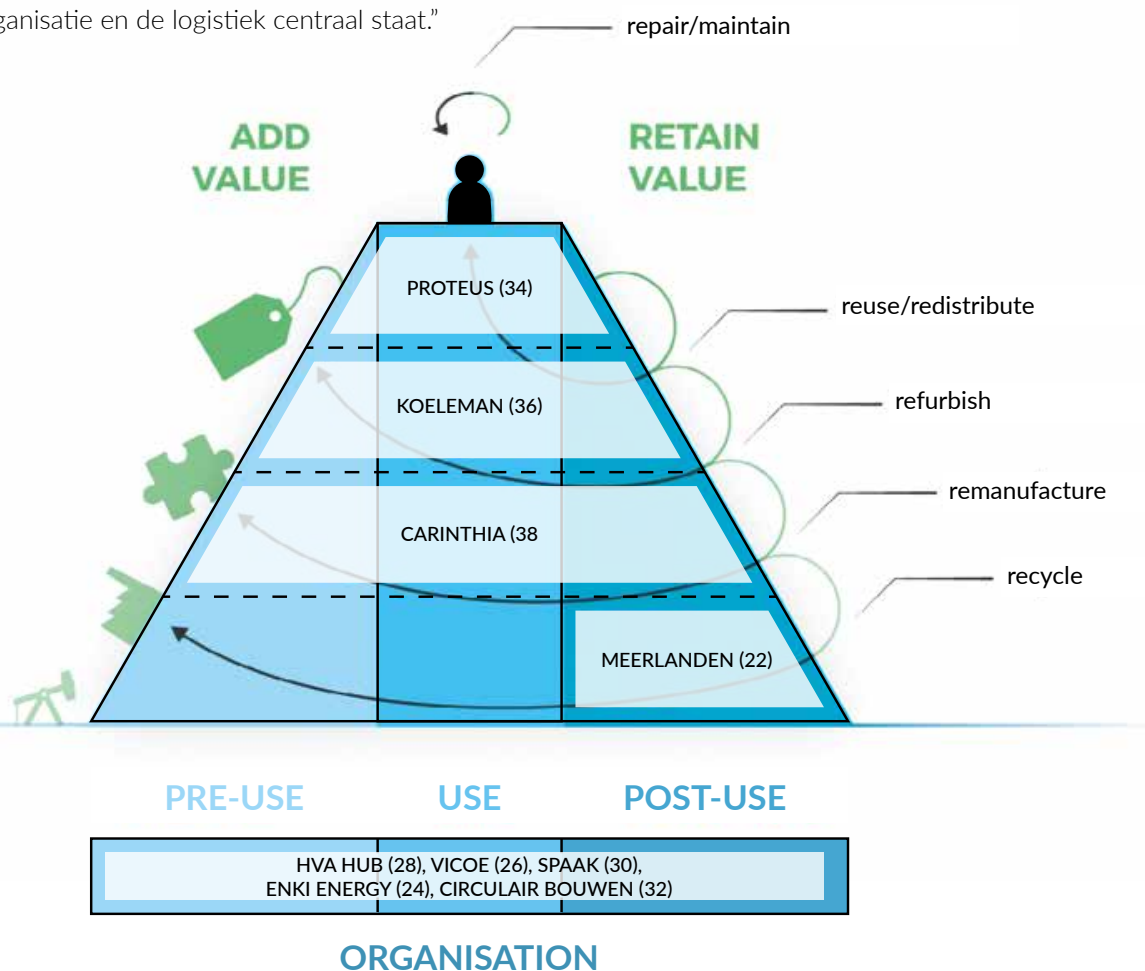
Circulaire producten en businessmodellen kunnen vanuit vier perspectieven worden benaderd, waarbij de eerste drie staan voor de verschillende stadia van de Value Hill: (1) circulair productontwerp, (2) levenscyclusbeheer en (3) verwijderings- en waardeherstelstrategieën. Het vierde perspectief omvat deze aspecten en heeft betrekking op logistiek: de noodzaak van het koppelen van productontwerp, gebruiksfase en verwijderingsstrategieën. In the Value Hill worden deze achtereenvolgens 'Pre-use', 'Use', 'Post-Use' en 'Organisation' genoemd.

De hiërarchie van end-of-life processen (hergebruiken, repareren, herfabriceren, recyclen, verbranden en storten) kan worden uitgelegd aan de hand van deze perspectieven. Ten eerste valt de mogelijkheid van een product om te worden hergebruikt, geherfabriceerd of gerecycled binnen het circulaire productontwerp, en is het belangrijk om in dit vroege stadium al rekening te houden met deze cirkel. Ten tweede ligt bij producten met een lange gebruiksfase de nadruk op het optimale gebruik van het product gedurende de levensduur en de mogelijke verlenging van die levensduur. Met onderhoud en reparatie kan de algehele vraag naar materialen dan worden verminderd. Ten derde zullen alle materialen in alle producten, ongeacht of ze zijn ontworpen voor een lange levensduur, herfabricage of recycling, uiteindelijk worden weggegooid. Het hergebruiken, herfabriceren en recyclen van producten is slechts een

buffer, die het moment uitstelt waarop materialen niet langer bruikbaar zijn. De verwijdering van materialen is altijd de verantwoordelijkheid van lokale overheden geweest, die het afval zelf afvoerden of het verzamelen en afvoeren van afval uitbesteedden aan afvalbedrijven. De uiteindelijke oplossingen voor de verwijdering bestonden uit dumpen, gecontroleerd storten en verbranden. Uit gecontroleerde stortplaatsen kan energie worden gewonnen in de vorm van biogassen. Het voorkeursalternatief voor storten is verbranden, omdat daarbij energie wordt herwonnen. Dit wordt ook wel 'waste-to-energy' genoemd. Ten slotte bepaalt de logistiek hoe de benodigde materialen voor het product samenkomen, hoe het product naar de consument wordt vervoerd en hoe gebruikte producten worden geretourneerd naar de fabrikant of worden verwijderd. Naarmate de maatschappij overgaat op een circulair systeem, met name voor producten die een lange levensduur hebben en kunnen worden hergebruikt, zullen gemeenten en afvalbedrijven minder activiteiten op het gebied van afvalbeheer hoeven uit te voeren.

In Figuur 2 wordt nogmaals de Value Hill uit Figuur 1 weergegeven. In deze figuur zijn een aantal van de LogiCE cases genoemd die in de rest van het rapport ter illustratie gebruikt worden. Zoals in de figuur te zien is worden alle end-of-life processen in de hiërarchie afgedekt, en gaat het in vele cases over het vierde circulaire businessmodel waarin vooral de netwerkorganisatie en de logistiek centraal staat.”

**Figuur 2** | Overzicht van LogiCE cases op de verschillende plaatsen binnen de Value Hill. Het nummer achter elke cases verwijst naar de pagina waar u de factsheet van de case kan vinden.







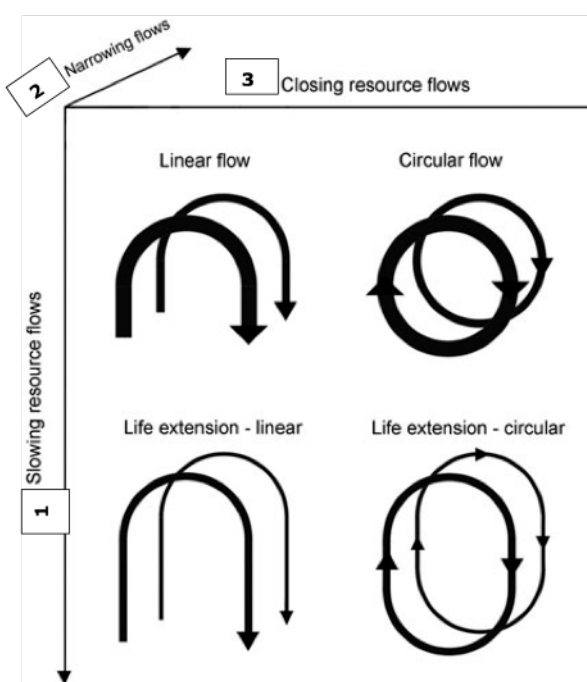
# HET KOPPELEN VAN CIRCULAIR PRODUCT- ONTWERP EN HET ONTWERP VAN LOGISTIEKE NETWERKEN

## 2.1 | CIRCULAIRE TOELEVERINGSKETENS

De transitie naar een circulaire economie gaat natuurlijk over circulair productontwerp en hergebruik van materialen. Maar zoals de Value Hill in het vorige hoofdstuk al laat zien is het meer dan dat: de verschillende delen van de Value Hill komen in waardeketens bij elkaar. In dit hoofdstuk bespreken we daarom een aantal belangrijke ontwerpprincipes voor het efficiënt gebruik van materialen in waardeketens. Deze principes leggen de basis voor een discussie over logistiek in een circulaire economie.

Conventionele ketens kunnen als 'open-loop' ketens gezien worden, met vooral materiaal- en uiteindelijke productstromen van de producent naar de klant. De keten is 'open' omdat het product de keten verlaat zodra het de klant bereikt. Aan het einde van de gebruiksfase wordt het product verzameld en hergebruikt, geherfabriceerd, gerecycled of verwijderd via een andere keten dan de keten via welke het product oorspronkelijk is geleverd. Als de keten ook de inzameling van gebruikte producten omvat, wordt deze een 'closed-loop' keten genoemd. (Govindan et al., 2015; 2017).

Vanuit het perspectief van de logistiek kan de circulaire economie worden gezien als het geïntegreerde beheer van voorwaartse en achterwaartse productstromen in een keten. In de managementliteratuur over het ontwerpen en aansturen van ketens is al veel kennis aanwezig over het plannen van closed-loop ketens. In de literatuur over de circulaire economie, veelal publicaties op het gebied van



**Figuur 3** | Principes voor het ontwerp van een waardeketen waarbij het gebruik van grondstoffen wordt verminderd: Het vertragen, versmallen en sluiten van materiaalstromen (Bocken et al., 2016).

industriële ecologie, worden principes voorgeschreven die voornamelijk zijn gericht op het ontwerp en de materiaalsamenstelling van producten. Er wordt minder aandacht besteed aan het ontwerp van waardeketens. Bocken et al. (2016) beschrijven drie ontwerpprincipes die ten grondslag zouden kunnen liggen aan het ontwerp van een waardeketen voor circulaire producten: (1) vertragende, (2) versmallende en (3) sluitende (materiaal) bewegingen. In figuur 3 worden deze principes geïllustreerd.

## VERTRAGEN

Het vertragen van materiaalstromen houdt in dat de levenscyclus van producten wordt verlengd. Ontwerpers moeten dus producten ontwerpen die duurzamer zijn, langer meegaan en die kunnen worden onderhouden, gerepareerd en geherfabriceerd. Ook servicelogistiek en het optimaal gebruiken van producten speelt hier dus een rol: levensduurverlengende activiteiten vertragen ook de materiaalstromen. Als producten langer meegaan, is er minder noodzaak om producten te vervangen.

Vanuit het perspectief van de logistiek betekent dit aan de ene kant dat er minder nieuwe producten hoeven te worden vervoerd. Aan de andere moet de behoefte aan het transport van nieuwe producten worden vervangen door de logistiek van omgekeerde stromen van producten die moeten worden onderhouden, gerepareerd of geherfabriceerd. Een langere levensduur van producten (inclusief verpakking) leidt ook tot minder inzameling en verwerking van afval.

## VERSMALLEN


Ook het versmallen van materiaalstromen begint bij de productontwerper, die producten zodanig moet ontwerpen dat ze het minimum aan materialen vereisen. Dit kan betekenen dat er minder materialen worden gebruikt bij de fabricage van het product en er minder energie nodig is voor het gebruik van het product na fabricage.

Even belangrijk hierbij is de mogelijke minimalisering van de afstand waarover de grondstoffen die de ontwerper heeft gekozen voor het product, moeten worden vervoerd. De principes van een circulaire economie omvatten meestal ook het verminderen van de afhankelijkheid van import (Geissdoerfer et al., 2018; Lazarevic en Valve, 2017), omdat die afhankelijkheden ook een bepaalde onzekerheid inhouden. Stahel (2013) stelt bovendien dat de stromen voor reparatie, herfabricage en recycling klein en plaatselijk moeten zijn, om te voorkomen dat producten heen en weer worden vervoerd over lange afstanden.

## SLUITEN

Het sluiten van materiaalstromen begint met het overschakelen van

storten en verbranden van restafval naar het scheiden van afvalstromen en recycling. Uiteindelijk moet recycling worden vervangen door retourlogistiek en moeten producten eigendom blijven van de fabrikanten, die ze bijvoorbeeld leasen aan hun klanten. Met andere woorden, eigendom van producten wordt vervangen door 'product-as-a-service' modellen. Deze ontwikkeling wordt ook wel 'servitization' genoemd en is een stimulans voor het ontwerpen van producten die langer meegaan, en het efficiënt onderhouden van producten door de producteigenaar (de fabrikant). Daarvoor moet elke fabrikant van producten wel over een closed-loop productsysteem beschikken. Het sluiten van de stroom kan in principe worden uitgebreid naar verschillende waardeketens, waarin het product niet noodzakelijkerwijs wordt geretourneerd naar de fabrikant maar naar een andere belanghebbende die gebruik kan maken van het materiaal. Wie deze keten beheert en hoe mogelijke samenwerking wordt opgezet zijn vaak lastige vragen.



"EFFICIËNT GEBRUIK VAN  
MATERIALEN EN PRODUCTEN  
KAN DOOR HET VERTRAGEN,  
VERSMALLEN EN SLUITEN VAN  
MATERIAALSTROMEN."



H O O F D S T U K D R I E



# LOGISTIEKE AFWEGINGEN IN CIRCULAIRE WAARDEKETENS

## 3.1 | DE BASIS

---

Het vertragen, versmallen en sluiten van materiaalstromen zijn belangrijke principes in circulaire waardeketens. Maar nog niet voldoende om deze waardeketens ook daadwerkelijk te kunnen ontwerpen. Hier komen een aantal meer en minder traditionele logistieke afwegingen bij kijken, die in dit hoofdstuk verder uitgewerkt worden.

De basis van een circulaire waardeketen is vergelijkbaar met die van gewone waardeketens. Het leggen van de basis voor een toeleveringsketen vereist het nemen van beslissingen in elk van de volgende vier categorieën (Chopra en Meindl, 2016): rol van de faciliteit, locatie van de faciliteit, toegewezen capaciteit en toegewezen vraag en aanbod.

De faciliteit is waar producten worden geproduceerd of waar materialen worden opgeslagen of overgedragen. Voor elke faciliteit in de keten moet de rol worden bepaald. Voor circulaire producten kan dit ook faciliteiten zoals inzamellocaties en reparatie- en demontagefaciliteiten omvatten.

Voor elk type faciliteit moet de locatie worden bepaald. Het transport van materialen en de uiteindelijke producten is een belangrijke kostenpost, dus de afstand tussen locaties moet zo klein mogelijk zijn, ongeacht of het een circulair product betreft of niet. Er moet echter wel een afweging worden gemaakt met betrekking tot schaalvoordelen die mogelijk vereist voor efficiënte van de faciliteit.

Voor elke faciliteit en locatie moet de capaciteit worden bepaald. De capaciteit van elke faciliteit is mede afhankelijk van hoeveel faciliteiten de complete toeleveringsketen omvat en mogelijke schaaffecten.

Bij het ontwerpen van de toeleveringsketen moet ook worden bepaald welk deel van de markt door welke faciliteit wordt bediend. Winkelketens moeten bijvoorbeeld inzicht hebben in de omvang van het handelsgebied dat door elk van de winkels wordt bediend. Dit bepaalt op zijn beurt de capaciteit van de stroomopwaartse locaties. Dit heeft ook gevolgen voor de aanbodkant, met name wanneer de productie is gebaseerd op herbruikbare of recyclebare materialen. In dit geval wordt de omvang van het handelsgebied bepaald door het materiaalaanbod.

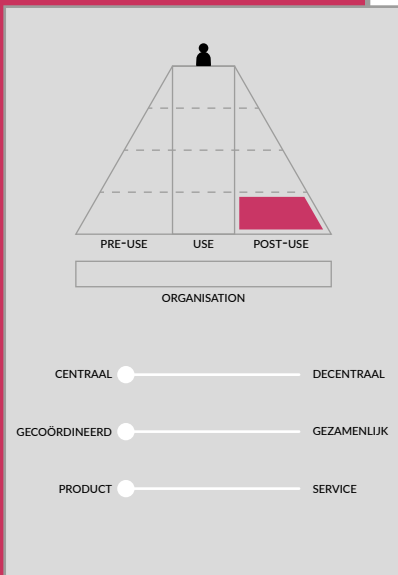
## 3.2 | BELANGRIJKE AFWEGINGEN

---

Voor circulaire producten moeten afwegingen worden gemaakt in meer categorieën dan de hierboven genoemde. De optimale configuratie van een waardeketen voor circulaire producten vereist een optimale positie in de volgende drie spectra die hierna verder worden uitgewerkt:

- 1 | Centrale versus gedecentraliseerde netwerken
- 2 | Gecoördineerde versus gezamenlijke besluitvorming
- 3 | Productgericht versus servicegericht

## LOCATIEANALYSE VERGISTINGSFABRIEK



**Aanleiding** | Greenport Aalsmeer, Meerlanden, LTO Glaskracht, Wagro en Flora Holland willen als consortium een vergistingsinstallatie voor organisch afval (GFT) opzetten voor de productie van biogas, warmte, CO<sub>2</sub> en water afkomstig uit GFT van huishoudens en bedrijven in de Metropoolregio Amsterdam (MRA). Het consortium is van plan om een fabriek te bouwen die vergelijkbaar is met de bestaande fabriek van Meerlanden (in gebruik sinds 2011). De GFT wordt daarbij per vrachtwagen vervoerd naar de bestaande en nieuwe biogasinstallaties.

Voor de realisatie van de biogasinstallatie moet als eerste een geschikte locatie worden geïdentificeerd in een van de drie Gemeenten Aalsmeer, Amstelveen of Uithoorn. Daarbij is het van belang dat de verdeling van de bestaande grondstofbronnen tussen zowel de oude als de nieuwe biogasinstallatie, en met behoud van de optimale mengconfiguratie van verschillende afvaltypen en -fracties blijft bestaan. De logistieke uitdaging ligt daarbij in 1) het in evenwicht brengen van de jaarlijkse transportkosten van het verzamelen van de GFT en de investeringskosten in pijpleidingen naar de afnemers (zowel de kosten voor de pijpleiding als de transportkosten zijn afhankelijk van de locatiekeuze) en 2) Het verdelen van de grondstof of GFT tussen de twee fabrieken met behoud van de gewenste mengconfiguratie. Dit resulteerde in de volgende onderzoeksvraag:

*"Op welke locatie moet een tweede biogasinstallatie gebouwd worden zodat de transportkosten van de verschillende leveranciers worden geminimaliseerd, deze dichtbij genoeg is voor de afnemers en deze de omwonenden niet hindert?"*

**Aanpak** | Samen met een WUR ORL student en Meerlanden hebben is er tweetraps locatietoewijzingsmodel ontwikkeld dat eerst de meest geschikte locaties heeft bepaald met behulp van geografische informatiesystemen en vervolgens de grondstof toewijzingsoefening uitvoert, waardoor transport- en pijplijnkosten geminimaliseerd worden. Bloc Consultants organiseerde vijf bijeenkomsten met de relevante gemeenten en belanghebbenden.

**Resultaat** | De modelleringsoefening bepaalde de twee meest geschikte locaties voor een potentiële biogasinstallatie en berekende de investeringskosten en operationele kosten voor elk. De lessen die uit de case study zijn getrokken, zullen worden gecombineerd met andere casestudies waarbij deze methode is gebruikt ter voorbereiding op een mogelijke wetenschappelijke publicatie.

**Meer informatie?** | De masterscriptie van de masterstudent is op te vragen via Renzo Akkerman.

**Betrokkenen** | Renzo Akkerman en Alistair Beames vanuit Wageningen University



# CENTRALE VS. DECENTRALE NETWERKEN

De gecentraliseerde productie of verwerking van materialen, ongeacht of dat nu is voor voorwaartse logistiek (de levering van nieuwe producten aan klanten) of retourlogistiek (het verzamelen van gebruikte producten) is over het algemeen efficiënter dan kleinere, decentrale faciliteiten. Een grotere faciliteit die meer producten verwerkt heeft, afhankelijk van het soort verwerkingstechnologie, lagere opstartkosten of vaste kosten dan meerdere installaties die dezelfde hoeveelheid producten leveren. De efficiëntie die wordt bereikt met grotere faciliteiten kan worden omschreven als schaalconomie of economie van massaproductie. Grotere faciliteiten met een grotere doorvoer zorgen voor winst in economische efficiëntie door de gemiddelde totale kosten per geproduceerde eenheid te verlagen. De efficiëntieverbeteringen zijn vaak te danken aan lagere investeringskosten en betere benutte activa. Daarnaast spelen ook een grotere specialisatie in arbeid en management een rol. Grootschalige productie maakt ook de bulkinkoop van input mogelijk, waardoor de gemiddelde totale kosten per eenheid worden verlaagd en meer stabiliteit in de aanlevering verkregen wordt (in kwantiteit en kwaliteit).

Een van de LogiCE-casestudy's betreft de inzameling van organisch afval voor biogas en warmteproductie bij het bedrijf **Meerlanden** in de Metropoolregio Amsterdam (MRA). Biomassa, en in dit geval organisch afval, is een duidelijk voorbeeld van hoe productie op grotere schaal zorgt voor meer flexibiliteit en buffering van de variatie in kwantiteit en kwaliteit van biomassa. Een specifiek mengsel van verschillende soorten organisch afval (voedselresten van huishoudens, bedrijven en landbouw) zorgt voor de grootste opbrengst aan biogas uit de vergister. Er is een zekere mate van variatie in wat er in de loop van de tijd wordt ingezameld. Hoe groter de toevoer, hoe gemakkelijker Meerlanden de optimale mengconfiguratie kan handhaven, om daarmee de biomassa zo goed mogelijk te valoriseren. Meerlanden en andere bedrijven in hun omgeving maken gebruik van feitelijke fysieke buffers om het verschil tussen vraag en aanbod van waardenstromen te verminderen. Meerlanden levert bijvoorbeeld CO<sub>2</sub> aan het OCAP CO<sub>2</sub>-netwerk. Dit netwerk heeft voldoende producenten en afnemers, waardoor vraag en aanbod in balans zijn.

Er moet echter wel een afweging worden gemaakt met betrekking tot operationele efficiëntie en transport. Als er in plaats van één

[Meer lezen over de casus van Meerlanden? Lees de factsheet op de linker pagina.](#)

## VICOE

### DE LOGISTIEK VAN ORGANISCH AFVAL



**Aanleiding** | Binnen een Circulaire Economie wordt afval als een waardevol materiaal beschouwt, hergebruik bevordert en de impact op het milieu te verlaagt. In Nederland lopen meerdere programma's vanuit afvalbeheer waarbij vooral het voorkomen van verbranden of storten van afval centraal staat. Eén van deze initiatieven is VICOE (Vitale Circulaire Organische Economie), waarbinnen de organische afvalstromen (zoals maaisel, GFT afval, mest en snoeiafval) in de gemeente Zundert worden verzameld en verwerkt tot bijvoorbeeld compost. Er zijn legio initiatieven die organische afvalstromen verwerken tot nieuwe producten, maar het verzamelen van deze 'nieuwe grondstoffen' is vaak een grote logistieke uitdaging.

*“Waar moeten afvalstromen verwerkt worden tot compost, en wat betekent dit voor de logistiek van het verzamelen?”*

**Aanpak** | Een MSc student uit het 'Urban Environmental Management' programma van de Wageningen University heeft een multi-criteria analyse gedaan waarin de financiële en milieutechnische aspecten centraal staan. Drie verschillende logistieke scenario's zijn bestudeerd: een gecentraliseerd logistiek netwerk, een deels-gecentraliseerd logistiek netwerk, en een gedecentraliseerd logistiek netwerk.

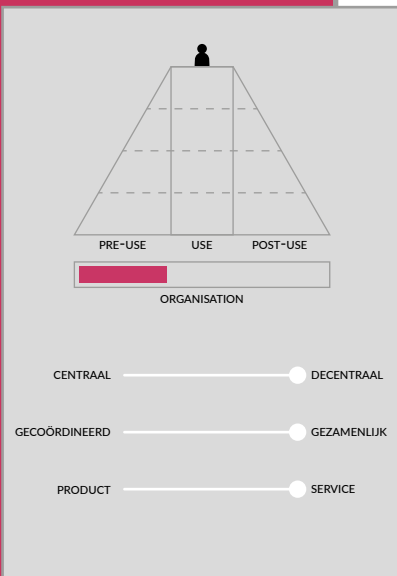
**Resultaat** | Het gedecentraliseerde logistiek netwerk bleek de beste financiële en milieutechnische resultaten op te leveren, al moet hier wel bij worden opgemerkt dat dit resultaat gebaseerd is op een aantal aannames door gebrek aan data. Vooral de praktische uitdagingen en mogelijk inefficiënties bij het op kleine schaal lokaal composteren zouden een verschuiving naar een meer gecentraliseerd netwerk tot gevolg kunnen hebben.

**Meer weten?** | De resultaten zijn beschreven in de afstudeerscriptie van Dieuwertje Roelofsen. Voor meer informatie kan contact opgenomen met afstudeerbegeleider Renzo Akkerman.

#### Betrokkenen

VICOE - Hans Hofland

Wageningen University - Renzo Akkerman & Alistair Beames



centrale locatie meerdere locaties zijn van waaruit producten worden gedistribueerd naar bijvoorbeeld winkels in een stad, zijn de afstanden die worden afgelegd tussen de locaties en de winkels kleiner. Dit principe geldt ook voor faciliteiten waar de retourstroom van producten wordt verwerkt.

Een enkele biogasinstallatie vereist stevast een grotere transportafstand dan een meer gedistribueerd of gedecentraliseerd netwerk van kleinere vergisters. Het ontwerpen van een optimaal netwerk vraagt om een balans tussen de vaste kosten van elke faciliteit en de variabele kosten van het transport van en naar elke faciliteit.

Een andere belangrijke overweging, die met name relevant is voor end-of-life processen (hergebruik, herfabricage, recycling, verbranding en storting), is de waarde van het gebruikte product. Hoe meer waarde het gebruikte product behoudt, des te verder het kan worden vervoerd. Gebruikte edelmetalen behouden bijvoorbeeld hun waarde, waardoor de transportkosten naar verhouding lager zijn dan voor bijvoorbeeld mest, dat weinig waarde heeft. Oftewel, de waarde van het gebruikte product moet de transportkosten dekken; als deze marge erg klein is, geniet een meer gedecentraliseerd netwerk de voorkeur. Chen et al. (2012) evalueerden 88 recyclingprojecten in 23 Japanse steden op de optimale schaal van productie voor verschillende productstromen. Ze concludeerden dat materialen zoals olie, metalen, kunststoffen, papier en afgedankte elektrische en elektronische apparatuur (AEEA) kunnen worden verwerkt in een verspreid regionaal netwerk van recycling- en opwerkingsfaciliteiten, omdat de marktwaarde van de materialen de transportkosten dekt. Organisch afval, gemengd gemeentelijk vast afval en sloopafval hebben echter relatief weinig waarde per massa-eenheid en daarom kan alleen een meer lokaal, gedecentraliseerd netwerk van recycling en verwerking de transportkosten dekken. Bij deze resultaten dient natuurlijk opgemerkt te worden dat dit de typische situatie is op basis van huidige technologische en logistieke mogelijkheden.

Binnen de casus van **VICOE** wordt getoond hoe een gedecentraliseerd netwerk van organische rest- en meststoffen gerealiseerd kan worden. De waarde van de reststroom, kan worden opgehoogd door er lokale vraag naar te creëren door kringlopen te sluiten en er waardevolle producten van te maken.

Binnen de casus van **ENKI Energy** wordt afgewogen binnen welke randvoorwaarden het duurzaam, efficiënte en haalbaar is om een vergister te plaatsen in een gebied met organische reststromen. ENKI Energie bouwt lokale vergisters van organisch materiaal om biogas op te wekken, en is hierin afhankelijk van een lokaal en stabiel netwerk van toeleveranciers van de juiste reststromen. Pas wanneer er zekerheid bestaat over dit decentrale netwerk heeft een nieuwe installatie kans van slagen.

Ten slotte kan ook de productkwaliteit van invloed zijn op de mate

[Meer lezen over de casus van VICOE? Lees de factsheet op de linker pagina.](#)

[Meer lezen over de casus van Enki Energy? Lees de factsheet op de volgende pagina.](#)

ENKI ENERGIE

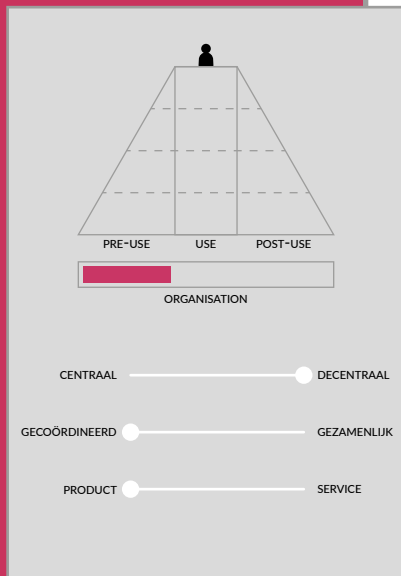
## LOGISTIEK VAN KLEINE RESTSTROMEN



**Aanleiding** | Enki Energy is een specialist op het gebied van kleinschalige vergisting. De compacte systemen van Enki Energy bieden de mogelijkheid om kleine tot middelgrote afvalstromen te verwerken. De kern van Enki Energy's activiteit ligt in compacte, decentrale, biologische omzetting van biomassa naar biogas.

Veel van de mogelijke leveranciers van dit type reststroom zitten in stedelijke gebieden waar de reststromen van bijvoorbeeld restaurants en cafés komen. De logistieke uitdaging zit in de kleinschaligheid van de reststromen en de beperkte opslagmogelijkheden. De kleinschalige biogas-productie in zo'n logistiek netwerk kan ook op verschillende locaties plaatsvinden, die elk voor- en nadelen kennen.

*"Welke (meer en minder decentrale) scenario's voor productie en logistiek zijn mogelijk voor kleinschalige biogasproductie op basis van biomassa restromen uit stedelijk gebied."*



**Aanpak** | Een WU-studente heeft haar thesis onderzoek i.s.m. Enki Energy opgezet. De kernvragen van het onderzoek waren (i) het identificeren van de logistieke ontwerpvariabelen, (ii) het ontwikkelen van een wiskundig model voor het ontwerp van biomassa-verwerkende logistieke netwerken, en (iii) het identificeren van meer en minder decentrale logistieke scenario's en deze vergelijken m.b.v. het ontwikkelde model.

**Resultaat** | De scenario-analyse die de student heeft uitgevoerd gaven weer welke voor- en nadelen decentrale en meer centrale oplossingen voor biomassa verwerking hebben, en kwantificeerde dit deels. Daarnaast legt het wiskundige model dat is gebruikt ook de basis voor een breder toepasbaar model voor soortgelijke vraagstukken.

**Meer weten?** | Voor meer informatie over het studentenonderzoek kan contact worden opgenomen met Renzo Akkerman van Wageningen Universiteit. Voor meer informatie over Enki Energy bekijk je de website: [www.enki-energy.com](http://www.enki-energy.com)


### Betrokkenen

Wageningen University - Hanne Coppens, begeleid door Renzo Akkerman  
Enki Energy - Stefan Blankenburg



van centralisatie. In het geval van biologische materialen kan de tijd waarbinnen de materialen moeten worden verwerkt beperkt zijn, om te voorkomen dat de waarde daalt en het product alleen nog maar geschikt is om te worden verbrand.

De mogelijkheid voor de logistieke sector ligt in het ontwerpen van netwerken waarin een balans bestaat in het continuüm tussen gecentraliseerde productie met schaalvoordelen aan de ene kant en gedecentraliseerde productie en transportkostminimalisatie aan de andere kant.

An aerial photograph of a large-scale construction site, possibly a dam or a major infrastructure project. The image shows a deep, wide excavation with a concrete structure under construction. The ground is a mix of dark earth and lighter-colored soil. A large, white, semi-transparent text box with a red border is overlaid on the center of the image, containing a quote in Dutch.

"IN HET ONTWERPEN VAN  
CIRCULAIRE WAARDEKETENS  
BESTAAT EEN BALANS TUSSEN  
GECENTRALISEERDE PRODUCTIE  
MET SCHAALVOORDELEN  
AAN DE ENE KANT, EN  
GEDECENTRALISEERDE PRODUCTIE  
EN TRANSPORTKOSTMINIMALISATIE  
AAN DE ANDERE KANT."

SPAAK

## FIJNMAZIGE BIOMASSA RESTSTROMEN



**Aanleiding** | In een transitie naar een betere verwaarding van biomassa-reststromen, heeft Spaak i.s.m. afvalenergiecentrale ARN in Nijmegen het CARE-programma ontwikkeld. CARE staat voor een Circular Approach for Recovering Extracts. Het doel hiervan is een optimaal gebruik van materialen, schone technologie en een haalbare business case.

In deze case van biomassa reststromen speelt de logistiek rond inzameling van verschillende fracties reststromen een belangrijke rol: Veel fracties zijn namelijk relatief kleine hoeveelheden die bijvoorbeeld uit restaurants en kantines moeten komen. Hoe en wanneer moet dit opgehaald worden? Door wie? En moet er nog rekening gehouden worden met de bederfelijkheid van de biomassa in relatie tot de beoogde verwaarding? Veel logistieke vragen die aandacht verdienen. De onderzoeksvraag van deze case luidde daarom ook:

*"Het analyseren en optimaliseren van mogelijke fijnmazige logistieke netwerkstructuren voor het verzamelen van verschillende (bederfelijke) biomassa stromen"*

**Aanpak** | Een WU student van het masterprogramma Food Quality heeft haar thesis onderzoek i.s.m. Spaak opgezet. De link met kennis rond voedingsmiddelenkwaliteit is interessant vanwege de bederfelijkheid van de in te zamelen biomassa.

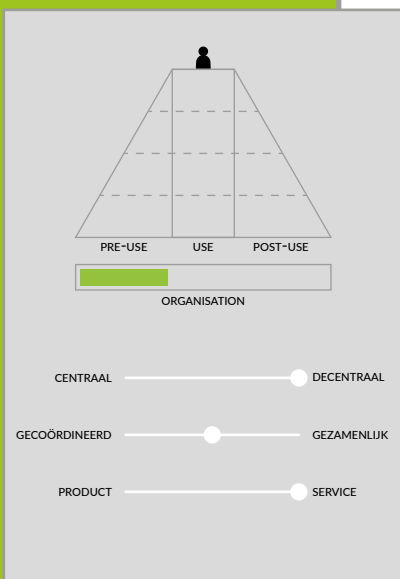
Daarnaast is er vanuit LogiCE ook bijgedragen aan een cocreatiesessie met verschillende ketenpartners, en is een workshop georganiseerd met studenten in een MBA-programma waarin de ketenuitdagingen onder de loep genomen zijn.

**Resultaat** | Het onderzoek heeft zich in eerste instantie vooral gericht op de inventarisatie van de logistieke mogelijkheden en randvoorwaarden voor een aantal specifieke productstromen, op basis waarvan een economische en milieutechnische beoordeling van verschillende logistieke scenario's voor het verzamelen is uitgevoerd. In deze analyse spelen ook de kwaliteitsaspecten van de biomassa-reststromen een belangrijke rol, omdat dit bijvoorbeeld de inzamelfrequentie beïnvloed.

**Meer weten?** | Meer informatie over Spaak vind je op: [www.spaakcs.nl](http://www.spaakcs.nl). Het studentenonderzoek is op te vragen via Renzo Akkerman.

### Betrokkenen

Wageningen University - Nadia de Vries, begeleid door Renzo Akkerman  
Spaak - Martijn Savenije & Josephine Nijstad



# GECOÖRDINEERDE VS. GEZAMENLIJKE BESLUITVORMING

Een ander aspect waarin circulaire waardeketens kunnen verschillen is de mate van centrale coördinatie; in meer gezamenlijke waardeketens werken meerdere belanghebbenden samen aan het ontwikkelen van circulaire oplossingen. Mogelijke samenwerking kan plaatsvinden in het gezamenlijk ontwikkelen van circulaire logistieke concepten (cocreatie) en/of in het gezamenlijk uitvoeren van de logistieke concepten.

Binnen de Casus van **Spaak** worden meerdere toeleveranciers van sinaasappelschillen of koffiedrab gevraagd om samen te werken om een verwerkingsfabriek van deze stromen op te zetten. Dit proces van voorwaartse integratie wordt gecoördineerd door Spaak.

Gezamenlijke logistiek houdt in dat de bestaande netwerkinfrastructuur voor de toelevering en distributie wordt gebruikt door meerdere bedrijven, om daarmee de logistieke kosten te drukken. Gezamenlijke of coöperatieve logistiek is relevant voor zowel internationaal als binnenlands vrachtvervoer, en kan verticaal of horizontaal zijn. Bij verticale samenwerking handelen verschillende bedrijven de verschillende stadia in dezelfde keten af. Bij horizontale samenwerking gebruiken verschillende bedrijven (veelal concurrenten) elkaars logistieke infrastructuur om kosten te verlagen. Gezamenlijke logistiek kan er ook uit bestaan dat de logistieke activiteiten worden uitbesteed aan een onafhankelijke partij. Deze beschermt de vertrouwelijke informatie van de betrokken partijen en zorgt voor het optimaal presteren van het deel van de keten waarvoor de partij verantwoordelijk is. Als een externe partij dergelijke operationele activiteiten managet, kan dat ook wel coördinatie worden genoemd. Naast het verlagen van kosten kan het aaneenschakelen van bedrijven die een bestaand netwerk delen mogelijk ook de milieuprestaties van hun producten verbeteren; bijvoorbeeld door het verminderen van het aantal afgelegde kilometers en daarmee de aan het product gekoppelde uitstoot.

Binnen de casus rond een **Hub voor Circulair Bouwen** in de Haven van Amsterdam (HvA) werd de rol van een onafhankelijke ketenregisseur, die de keten coördineert, uitgewerkt door een beslismodel in kaart te brengen voor deze rol. Daarnaast is gekeken naar partijen in de haven die mogelijk meer konden samenwerken in de (circulaire) bouwlogistiek tussen de haven en stad Amsterdam.

Circulaire producten kunnen in het spectrum worden geplaatst tussen

[Meer lezen over de casus van Spaak? Lees de factsheet op de linker pagina.](#)

[Meer lezen over de casus van de HvA? Lees de factsheet op de volgende pagina.](#)



## HUB VOOR CIRCULAIR BOUWEN



**Aanleiding** | De Gemeente van Amsterdam werkt al enige tijd aan het stimuleren van circulair bouwen in de regio. Circulair bouwen betekent een toename in logistieke bewegingen: verschillende reststromen krijgen verschillende bestemmingen na de sloop, en verschillende bouwmaterialen komen vanuit verschillende locaties. Om het aantal logistieke bewegingen te optimaliseren en om de verwachte bouwopgave van de komende jaren circulair te kunnen realiseren, is de ambitie uitgesproken om een Circulaire Hub te starten in het havengebied van Amsterdam. Door goed inzicht te hebben in zowel de bouwopgave als de sloopopgave en dus het vrijkomen van bepaalde materiaalstromen per periode, kan circulair bouwen gestimuleerd worden.

*“Hoe kan het Havenbedrijf van Amsterdam een hub voor circulair bouwen slim organiseren?”*

**Aanpak** | Bij het project is een sessie geweest met wetenschappers van Het Groene Brein waarbij ruim tien wetenschappers op meerdere momenten hebben meegedacht. Twee studenten van de Hogeschool van Amsterdam zijn vervolgens meerdere maanden aan de slag gegaan met de uitkomsten van de sessie om de richtingen verder uit te werken.

**Resultaat** | Om te komen tot een Hub voor Circulair Bouwen in de Haven van Amsterdam waar materialen die vrijkomen bij sloop worden opgeslagen en worden benut bij de bouw, is het essentieel dat er een ketenregisseur wordt aangesteld. Deze heeft zicht op vraag en aanbod van materialen en brengt de verschillende ketens bij elkaar. Om te leren van bestaande hubs zijn de mensen van de Haven Amsterdam op werkbezoek geweest bij de Circulaire BouwHub in Utrecht. De Haven van Amsterdam is voornemens om, mede op basis van deze uitkomsten, de Hub te gaan creëren.

**Meer weten?** | Neem contact op met Jan Egbertsen van de HvA.

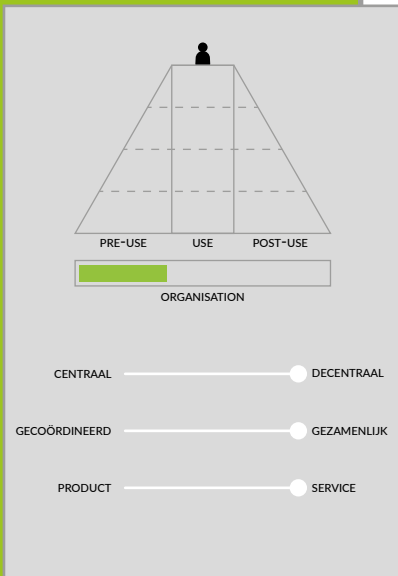
### Betrokkenen

De Haven van Amsterdam – Jan Egbertsen

Het Groene Brein – Antoine Heideveld

Pure Birds – Coen Faber

Hogeschool van Amsterdam - Studenten Pieter Witteveen en Martijn Stalenburg





verschillende bedrijven die samenwerken, opeenvolgend of in dezelfde fase van de keten, en een volledig gecoördineerde keten. Industriële symbiose, oftewel het gebruik van de afvalstroom van een ander bedrijf als grondstof, is verticale gezamenlijke logistiek (Herczeg et al., 2018). In de context van een circulaire economie kunnen traditionele fabrikanten overwegen om over te stappen van een open-loop keten naar een closed-loop keten. In dat geval wordt het product door de klant geretourneerd naar de oorspronkelijke producent wanneer het product niet langer nodig is of het einde van de levensduur heeft bereikt. Het uitbreiden van de keten om ook het terugnemen van het product te omvatten, kan worden beschreven als integratie.

## KERNBEGRIIP: INTEGRATIE

Integratie kan verticaal of horizontaal zijn. Met verticale integratie wordt een enkel bedrijf in de keten bedoeld dat stappen en activiteiten toevoegt aan een enkele keten. Verticale integratie kan zowel voorwaarts als achterwaarts zijn. Het toevoegen van stroomopwaartse processen, zoals wanneer een fabrikant zijn activiteiten uitbreidt met het inkopen van grondstoffen, is een voorbeeld van achterwaartse integratie. Het toevoegen van stroomafwaartse processen, zoals het overschakelen van een open-loop naar een closed-loop keten, is een voorbeeld van voorwaartse integratie. Bij horizontale integratie neemt een bedrijf in de keten andere bedrijven over die actief zijn in dezelfde fase van de keten, en die normaal gesproken concurrenten zouden zijn. Integratie is een belangrijk begrip omdat het de transitie beschrijft van bedrijven die overgaan van een open-loop keten naar een closed-loop keten. Maar integratie betekent niet altijd meer samenwerking.

Kortmann en Piller (2016) beschrijven twee manieren waarop bedrijven zich aanpassen aan de behoeften van consumenten en belanghebbenden aan een duurzame en open bedrijfsvoering. Met open bedrijfsvoering bedoelen ze dat bedrijven transparant zijn over de zakelijke besluitvorming en belanghebbenden en klanten een rol laten spelen bij de totstandkoming van het businessmodel. De verschuiving in de richting van meer duurzaamheid is te zien in het feit dat bedrijven hun activiteiten uitbreiden en producten terugnemen van consumenten.

Binnen de casus **Data voor Circulair Bouwen** werd de rol van data onderzocht voor de beslissingen van opdrachtgevers. De gemeente Rotterdam zocht naar manieren om goed geïnformeerd, d.w.z. op de hoogte van beschikbare bouwmaterialen uit de sloop, opdrachten te verstrekken voor circulaire bouwprojecten waarin deze materialen opnieuw werden gebruikt. Steeds meer partijen bieden databases met informatie over materialen in de bestaande bouw aan, waardoor de opdrachtgever steeds beter rekening kan houden met de mogelijkheden voor circulair bouwen van de uiteindelijke opdrachtnemers. Op deze manier wordt kennis uit de keten gebruikt om processen te optimaliseren.

[Meer lezen over de casus van de Gemeente Rotterdam? Lees de factsheet op de volgende pagina.](#)

## DATA VOOR CIRCULAIR BOUWEN



**Aanleiding** | De Gemeente Rotterdam werkt al enkele jaren aan hun ambities op het vlak van Circulair bouwen. Zo was al in enkele slooprojecten een eerste verkenning gemaakt naar materiaalstromen die daarbij vrijkomen, en wat dit aan hergebruiksmogelijkheden biedt. Om een goed vervolg te geven bleek dat er nog veel verschillende definities en verschillende gegevens worden gehanteerd in de bouw waardoor er geen eenduidigheid is bij opdrachtgevers en marktpartijen. Een goede informatievoorziening is echter noodzakelijk om de juiste keuzes te maken in het bouwproces en hoogwaardiger hergebruik van gebruikte materialen te stimuleren. Binnen het traject van circulair bouwen zijn twee projecten opgepakt waarbij de volgende vraag centraal stond:

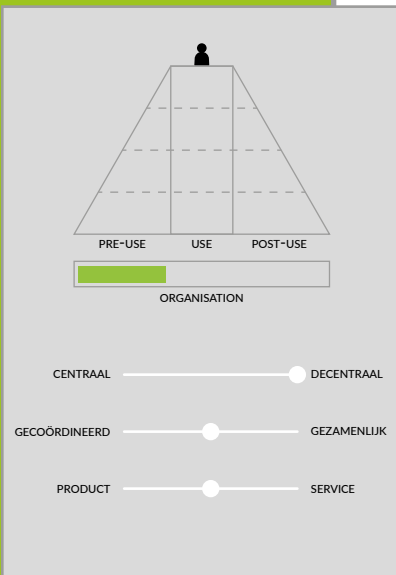
*Hoe kan efficiënte (bouw) logistiek een katalysator zijn voor een circulaire bouwconomie?*

**Aanpak** | In het eerste project ging het er om meer overzicht en inzicht te krijgen in welke informatie nodig is in verschillende fases in het bouwproces om goed geïnformeerde beslissingen te nemen. Middels een sessie van het Groene Brein met experts uit de bouwketen is een overzicht gemaakt van bestaande gegevensbronnen gerelateerd aan de Value Hill. Het tweede project richtte zich op een verkenning van hoe de toepassing van kunststofrecycalaat te vergroten is in de infrasector; specifiek in riolering en waterbouw. Hiertoe zijn een tweetal ketensessies georganiseerd van publieke opdrachtgevers met marktpartijen in de GWW-sector in riolering en oeverbeschoeiing. Voor beide producten ging het in de ketensessie over de mogelijke toepassing van kunststofrecycalaat en over de ontwikkeling van aanbesteding- en inkoopkaders daarvoor.

**Resultaat** | Vanuit het eerste project is een Bouwwaardemodel ontwikkeld op basis van de Value Hill voor de circulaire economie. Het model geeft een perspectief om optimaal circulair te handelen binnen de rol en reikwijdte van een gemeente of bouwketen. Vanuit het tweede project is inzicht verkregen in de mogelijkheden van gerecyclede kunststoffen in deze tweetal GWW producten, en verkenning naar verdere mogelijkheden van kunststof toepassingen in GWW producten. Verder is er een aanzet gedaan naar verdere uitwerking van inkoopbeleid en een daarbij horende aanpak in projecten. Hieruit blijkt dat ieder bouwproduct zijn eigen circulaire en bouwlogistiek aanpak heeft.

**Meer weten?** | Bekijk het artikel 'Bouwwaardemodel voorkomt waardevernietiging' in Tijdschrift Milieu, April 2019. Of lees het rapport 'Transitie Kunststoffen, ontwerpen met kunststoffen, inclusief recycalaat, riolering en oeverbeschoeiing' uitgegeven door de Gemeente Rotterdam. Ook kunt u contact opnemen met Cor Luijten van de Gemeente Rotterdam.

**Betrokkenen** | Gemeente Rotterdam, Groene Brein, AMROR, Pure Birds, en NRK Recycling.



Kortmann en Piller leggen businessmodellen langs twee assen. De eerste, horizontale as is het spectrum van de productlevenscyclus, van de conventionele voorwaartse waardeketen in het lineaire businessmodel tot de closed-loop waardeketen van circulaire businessmodellen. Het spectrum is verder verdeeld in productie, service en circulatie, oftewel een steeds grotere voorwaartse integratie. De tweede, verticale as heeft te maken met de besluitvorming en de mate van samenwerking in netwerken, van de conventionele bedrijven die op zichzelf werken tot volledige samenwerking, oftewel een steeds grotere horizontale integratie. Het spectrum is verdeeld in bedrijven, allianties en platformen.

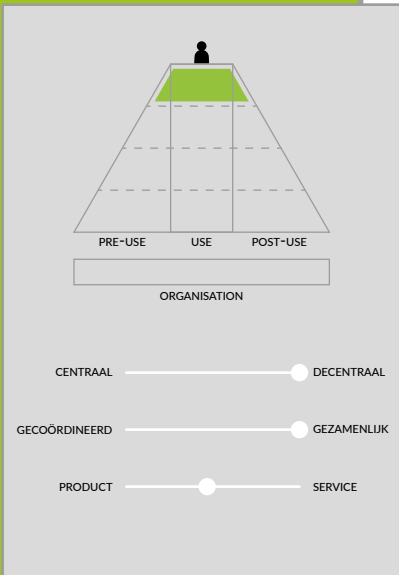
Vanuit het perspectief van de logistiek is de traditionele enkele speler een open-loop toeleveringsketen. Helemaal aan het einde van beide spectra is de beheerder van een circulatieplatform, oftewel een externe partij die verantwoordelijk is voor de coördinatie van meerdere circulaire ketens. Kortmann en Piller (2016) stellen dat bedrijven tegemoet moeten komen aan de behoefte van consumenten aan meer duurzaamheid, in de vorm van circulatie en meer netwerkgerichte organisatie. Deze netwerkfunctie biedt echter ook kansen voor de logistieksector.

De LogiCE-case die het dichtst bij het einde van de spectra zit, is **Proteus**. Proteus heeft volledige circulatie gerealiseerd, in ieder geval voor hun displayframes, en een zekere mate van samenwerking in netwerkform. Proteus is het resultaat van cocreatie en levert diensten aan verschillende concurrenten die actief zijn op het gebied van winkeldistributie.

[Meer lezen over de casus van Proteus? Lees de factsheet op de volgende pagina.](#)

PROTEUS

## CIRCULAIRE SMART DISPLAY



**Aanleiding** | In de retail sector worden veel promotionele acties ondersteund met producten in displays. Traditioneel zijn deze displays van karton en worden de displays eenmalig gebruikt. Het bedrijf Pure Value heeft een herbruikbare display ontwikkeld: de Proteus Smart Display. Of het gebruik van een herbruikbare display ook echt milieuvriendelijker is, is echter nog niet meteen duidelijk. Dit hangt (vooral) af van het materiaalgebruik, de retourlogistiek rond het hergebruik, en hoe vaak de display wordt hergebruikt. Binnen het project van LogiCE zijn deze vragen onderzocht.

*“Op basis van een displaydesign en materiaalkeuze, wat is de milieupact van de Proteus Smart Display ten opzichte van traditionele kartonnen displays?”*

**Aanpak** | Op basis van gegevens over het productontwerp van Pure Value heeft een onderzoeker van Wageningen University een LCA-quickscan gedaan. De quickscan is uitgevoerd met behulp van data uit de Ecoinvent database en de ReCiPe-methode om de milieupact te bepalen. Dit heeft de carbon footprint (gemeten in CO<sub>2</sub>-equivalent) per promotie in kaart gebracht op basis van het geplande materiaalgebruik en de verwachte productiestappen. De quickscan omvat alleen de aan het materiaalgebruik gelinkte logistiek, en niet de retourlogistiek van de displays of het karton.

**Resultaat** | Zoals verwacht heeft vooral het aantal keren dat de Proteus hergebruikt kan worden invloed op de uitkomst. Tussen 7 en 8 keer hergebruik is er een break-even point, wat betekent dat bij vaker hergebruik er een lagere footprint vanuit materiaalgebruik is.

**Vervolg** | Naast deze quickscan is er een project gestart met een student, waar een aantal logistieke aspecten van retailpromoties worden bestudeerd.

Als vervolgonderzoek zou een gedetailleerde life cycle assessment op zijn plaats zijn, waarin de resultaten uit de quickscan worden gevalideerd op basis van de sindsdien meer uitgekristalliseerde plannen in samenwerking met de merkeigenaren of retailers die Proteus gebruiken voor hun promoties.

**Meer weten?** | Bekijk de website [www.proteussmartdisplay.com](http://www.proteussmartdisplay.com)

### Betrokkenen

Pure Value - Bram van Schijndel

Wageningen University - Alistair Beames

Pure Birds - Coen Faber

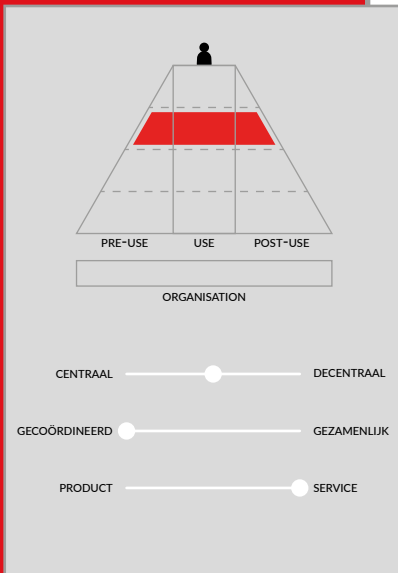




"BEDRIJVEN MOETEN  
TEGEMOET KOMEN AAN DE  
BEHOEFTE VAN CONSUMENTEN  
AAN MEER DUURZAAMHEID,  
IN DE VORM VAN CIRCULATIE  
EN MEER NETWERKGERICHTE  
ORGANISATIE, WAT KANSEN  
BIEDT VOOR DE LOGISTIEKE  
SECTOR."



## DE REFURBISHED ORCHIDEE



**Aanleiding** | Vanuit de wens het familiebedrijf gereed te maken voor de volgende generatie – duurzaam en financieel renderend - heeft orchideeën-kweker Ronald Koeleman het idee opgevat een circulaire orchidee aan het productassortiment toe te voegen.

Een orchidee kan tot 5 keer toe in bloei gebracht worden zonder dat de kwaliteit afneemt. In de praktijk echter, wordt 90% van de orchideeën door de consument na de eerste bloei weggegooid. Daarnaast wordt 20% van de uitgeleverde orchideeën niet op tijd verkocht of raakt beschadigd tijdens transport.

Bij een goed ingericht retoursysteem en een efficiënt proces van her-opkweek van beschadigde en/of uitgebloeide orchideeën blijft een groot deel van de “waarde” van de oorspronkelijke plant behouden en kan de consument genieten van een duurzaam alternatief voor een “nieuwe” plant waarbij de retailer zijn betrokkenheid bij duurzame productie onderschrijft. Tegelijkertijd is het voor de teler een interessant alternatief in een krimpende markt en een bouwsteen voor de continuïteit van een familiebedrijf.

*“Op welke wijze kan Koeleman Plants het financieel en duurzaam rendement in haar bedrijfsvoering voor de toekomst het beste inrichten door gebruik te maken van het inzamelen en weer in bloei brengen van uitgebloeide- en/of beschadigde planten?”*

**Aanpak** | Het Groene Brein heeft, na eerder onderzoek naar de logistieke haalbaarheid van dit idee, deze vraag voorgelegd aan The Thinking Partners welke een aantal scenario’s voor de retourlogistiek van de orchideeën hebben onderzocht.

**Resultaat** | Door The Thinking Partners is vastgesteld dat het inzamelen en weer in bloei trekken van uitgebloeide of beschadigde orchideeën zowel financieel als qua duurzaamheidsaspecten haalbaar is. Voorwaarde is wel dat de retourstromen wat betreft aantallen en kwaliteit voorspelbaar zijn. Anders kan een deel van het positieve effect wegvallen door leegstand in de kassen. Het advies is wat betreft retourstromen zo verder zo veel mogelijk gebruik te maken van een gesloten keten. Bij een “brand loyalty” benadering is het advies deze retourstromen buiten de reguliere teelt her op te kweken.

**Meer weten?** | Bekijk de uitgebreide casebeschrijving op: [www.hetgroenebrein.nl](http://www.hetgroenebrein.nl) of via de factsheet van Nederland Circulair.

### Betrokkenen

Koeleman Plants – Ronald Koeleman

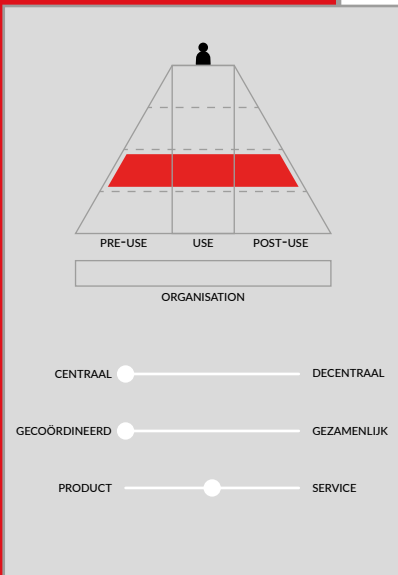
Het Groene Brein – Antoine Heideveld

# PRODUCTGERICHT VS. SERVICEGERICHT

Naast circulariteit, pleit de circulaire economie vaak ook voor een verandering van het traditionele operationele bedrijfsmodel van een focus op producten naar een focus op services. Dit houdt in dat de huidige situatie, waarbij het producteigendom van bedrijf naar klant wordt overgedragen, verandert naar een situatie waarin bedrijven eigenaar blijven van producten en in plaats daarvan services bieden die het product anders zou leveren. Bedrijven worden zo gestimuleerd om hun product actief en zo efficiënt mogelijk te beheren en te onderhouden. Een bedrijf als Bundles biedt bijvoorbeeld in samenwerking met Miele wassen aan als een service waar per maand of wasbeurt voor kan worden betaald.

De overgang van producten naar services betekent meestal een overschakeling van het leveren van waarde in de vorm van een afgewerkt product naar het leveren van waarde in de vorm van op prestaties gebaseerde services aan de klant (Reim et al., 2015). De overgang gaat verder dan de Extended Producer Responsibility (EPR) schema's, waarbij de producent slechts verantwoordelijk is voor het product aan het einde van de levensduur. In plaats daarvan bepalen bedrijven hun bedrijfsmodel op basis van de verlengde levensduur van activa (Engeland et al., 2018). Het nieuwe type bedrijfsmodel wordt gedefinieerd als 'product-as-a-service' of 'product service systems' (Mont, 2002; Reim et al., 2015; Tukker, 2015; Annarelli et al, 2016; Franco, 2017, Geisendorf et al., 2018) Bedrijven zijn daarom ook verplicht om een afweging te maken tussen het verlengen van de levensduur van bestaande activa en het vervangen van bestaande activa door nieuwe, efficiëntere technologie. Een klassiek voorbeeld van het product-as-a-service-model, is het leasen van fotokopieermachines, waarbij het leasebedrijf verantwoordelijk is voor het onderhoud en de continue werking van de machines. In tegenstelling tot de klant die een fotokopieermachine aanschaft, wordt op deze manier betaald voor het gebruik ervan. Zoals met alle activa kan het in de loop van de tijd voordeliger zijn om bestaande machines te vervangen door nieuwere technologie. Het bedrijf wordt gestimuleerd om de kosten en voordelen van het onderhoud van bestaande activa zorgvuldig af te wegen tegen het maken van nieuwe investeringen. In die zin blijft de verantwoordelijkheid voor de materiaalefficiëntie van producten of activa bij de oorspronkelijke fabrikant.

## VAN WINDMOLEN NAAR WASTAFEL



**Aanleiding** | Windmolens voor duurzame energie zijn een steeds normaler onderdeel van het Nederlandse landschap. Waar ze weliswaar duurzame energie opwekken is het composietmateriaal waarvan de windmolenwieken gemaakt zijn echter nog niet volledig duurzaam. Tot nu kon composiet niet goed worden gerecycled en werden afgedankte windmolenwieken verbrand. Dit leidt tot CO<sub>2</sub> uitstoot en tot inefficiënt materiaalgebruik. Een technische vinding uit Noorwegen maakt het mogelijk om composiet wel hoogwaardig te recyclen. Een Nederlandse ondernemer, Sebastiaan Verheijen, mag de Noorse vinding op de markt brengen.

Met het concept van Corinthia kan Sebastiaan van oud composiet nieuwe hoogwaardige producten maken als siertegels, waskamermeubels en grafstenen. Daar loopt hij nog wel tegen een aantal uitdagingen aan. Zo is er geen bestaande keten op dit vlak in Nederland waarbij de eigenaar van de windmolenwieken, de afvalverwerker vindt die er nieuwe producten van maakt. En daarbij is ook de logistiek een uitdaging: Er is geen bestaande manier om de windmolens zo te vervoeren dat ze eenvoudig in een werkplaats voor hergebruik kunnen komen. Omdat de diverse partijen die hierbij een rol spelen hierop niet met elkaar samen werken kan de ondernemer het product niet op de markt brengen.

*“Hoe kunnen we de keten creëren die Corinthia succesvol op de markt brengt?”*

**Aanpak** | Wetenschappers van Het Groene Brein hebben het concept van Corinthia geanalyseerd. Hieruit blijkt dat het concept circulair is en CO<sub>2</sub> bespaart. Met de resultaten van deze toets door de wetenschappers is door Het Groene Brein gewerkt aan het opzetten van een nieuwe keten.

**Resultaat** | Inmiddels werken Suez, de Provincie Flevoland en de ondernemer samen aan het op de markt brengen van Corinthia. De eerste pilots worden nu vormgegeven. Zo wordt er op de Floriade in Flevoland bestrating gemaakt van oude windmolenwieken.

**Vervolg** | De aanpak heeft de ondernemer geholpen om een nieuwe logistieke keten vorm te geven en op de markt te komen. Na de eerste pilot proberen we samen de volgende stap vorm te geven. Er is nu overleg met meerdere partijen die windmolenparken in eigendom hebben.

**Meer weten?** | Neem contact op met Antoine Heideveld.

### Betrokkenen

Corinthia – Sebastiaan Verheijen

Het Groene Brein – Antoine Heideveld



Voor gevestigde bedrijven is het niet altijd duidelijk hoe ze deze transitie moeten maken. Frishammar en Parida (2018) definiëren hiervoor een roadmap om lineaire bedrijfsmodellen om te vormen naar circulaire bedrijfsmodellen. De fases zijn gebaseerd op hoe een aantal bestaande bedrijven, gestimuleerd door de interesse van consumenten in verantwoord ondernemerschap door bedrijven, deze overgang hebben gemaakt. De roadmap omvat vier fases. Fase 1 omvat het identificeren van het potentieel om circulaire bedrijfsprincipes over te nemen en bewustzijn te creëren over circulariteit bij de bestaande klanten. Als kansen kunnen worden geïdentificeerd, kan de tweede fase worden geïnitieerd, waarin het bestaande bedrijfsmodel uitvoerig wordt geëvalueerd wat betreft tekortkomingen, belemmeringen en potentiële circulaire zakelijke kansen. Fase 2 omvat ook het creëren van bewustzijn binnen het bedrijf over het potentieel van circulariteit. De tekortkomingen en kansen zijn het startpunt voor fase 3, waarin het nieuwe circulaire bedrijfsmodel wordt ontworpen. Gevestigde bedrijven kunnen hier vaak het voorbeeld volgen van cases van bedrijven die de overstap al hebben gemaakt (waar de selectie aan LogiCE cases in dit document hopelijk aan bijdraagt). Van daaruit moet het bedrijf in kwestie een interne afstemming maken zodat alle betrokken afdelingen op één lijn komen om de transitie optimaal te ondersteunen. Het bedrijf moet ook mogelijke samenwerkingsverbanden met andere bedrijven of "ecosysteem actoren" en overige netwerkactoren identificeren. Ten slotte omvat de vierde fase het valideren van de voorgestelde transformatie door de introductie van een prototype op experimentele schaal. Dit stelt het bedrijf in staat om ruimte voor verbetering en potentiële valkuilen van het circulaire bedrijfsontwerp te identificeren alvorens over te gaan tot grootschalige implementatie.

De casus van **Koeleman Plants** laat het doorlopen van deze vier fases zien: Een nieuw logistiek concept voor het leveren en terugnemen van een circulaire orchidee te leveren en terug te nemen na een eerste bloei, werd ontwikkeld op basis van geïdentificeerde kansen, samenwerking werd gezocht met belangrijke ketenpartners, en gezamenlijk werd het nieuwe concept geïmplementeerd.


De vier genoemde fases zijn ook terug te vinden in de casus van **Carinthia**. Hier gaat het niet om een bestaande onderneming die een transitie doorgaat maar om een nieuwe ondernemer die kansen in bestaande ketens vindt: Carinthia biedt een technologie aan om afgedankte composieten windmolenwieken te recyclen tot diverse gebruiksvoorwerpen die opnieuw waarde opleveren. De belangrijkste fase in het proces was fase 3: het vinden van de juiste samenwerkingspartners in het ecosysteem.

De logistieke sector bestaat deels uit ecosysteem actoren die de operationele infrastructuur bieden voor het verplaatsen van producten tussen producent en klant. Naarmate bedrijven doorgaan met de uitbreiding van dienstverlening als verdienmodel zullen de traditionele

[Meer lezen over de casus van Koeleman? Lees de factsheet op pagina 36.](#)

[Meer lezen over de casus van Carinthia? Lees de factsheet op de linker pagina.](#)



An aerial photograph of a busy port and logistics hub. The top half shows a large paved area with numerous colorful shipping containers (blue, red, green, white) stacked in neat rows. Several yellow and red forklifts are visible, moving containers. In the middle, a multi-lane road with white lane markings is filled with a variety of trucks, including semi-trailers and smaller delivery vans, some with colorful trailers. The bottom half of the image shows a dock area with several large blue cargo ships moored at a pier. A large blue gantry crane is positioned at the dock. The entire scene is captured from a high-angle perspective, showing the organized chaos of a major shipping and distribution center.

"IN EEN CIRCULAIRE ECONOMIE ZAL ER  
MISSCHIEN MINDER DOORSTROOM ZIJN  
VAN PRODUCTEN, MAAR ZAL ER MEER  
SERVICE LOGISTIEK EN MEER BUSINESS-  
TO-BUSINESS DIENSTVERLENING ZIJN."



productstromen van bedrijf naar klant en van klant naar verwijdering of recycling van het product worden vervangen door producten (of activa) die langer bij klanten blijven en het onderhoud hiervan. Met andere woorden, er zal misschien minder doorstroom zijn van producten, al zal dit deels worden vervangen door service logistiek en de levering van persoonlijke diensten van en naar klanten. Efficiënte logistiek in het ontwerpen en uitvoeren van onderhoudsstrategieën zal een grotere rol spelen. Een volgende stap in de evolutie naar een circulaire economie zou betrekking hebben op business-to-business dienstverlening als verdienmodel van activa, waarbij bedrijven gecentraliseerde productie-infrastructuren delen. In dit geval zullen logistieke dienstverleners ook winst behalen uit de grotere business-to-business-stromen tussen bedrijfslocaties.

H O O F D S T U K V I E R



# CONCLUSIES & AANBEVELINGEN



## 4.1 | LOGISTIEK ALS KETENREGISSEUR

---

In dit rapport is met een logistiek perspectief naar de transitie naar een circulaire economie gekeken. Eerst is het circulaire economie concept kort toegelicht, en is vooral ingegaan op de levensduur van producten en op de hiërarchie van mogelijke end-of-life activiteiten (hergebruiken, repareren, herfabriceren, recyclen, verbranden en storten). Daarna is logistiek gedefinieerd als de processen die we nodig hebben om de vraag naar en het aanbod van materialen en producten bij elkaar te brengen, inclusief transportactiviteiten van en naar consumenten.

Vanuit een logistiek perspectief gaat de transitie naar een circulaire economie over een verschuiving van lineaire 'open-loop' waardeketens naar circulaire 'closed-loop' waardeketens, waarin de benutting van rest- en afvalstromen en ook de voorwaartse goederenstromen en retourstromen gezamenlijk in acht worden genomen. In het algemeen zou dit efficiëntere gebruik van materialen tot een vermindering van de uiteindelijke afvalstromen moeten leiden, en daarmee verbranden en storten van afval moeten vervangen door verlengde levensduur van producten en meer hergebruik en recycling. De logistieke sector speelt hier een belangrijke rol in het samenbrengen van de nieuwe productstromen tussen (wellicht nieuwe) actoren in een circulair ecosysteem.

Het ontwerpen en aansturen van logistieke netwerken bouwt voort op zowel het productontwerp-gerichte denken uit het vakgebied industriële ecologie alsook op het waardeketen-gerichte denken rond de zogenaamde closed-loop supply chains uit het vakgebied logistiek. Vanuit een productontwerp-perspectief (Stahl, 2013; Bocken et al., 2016) wordt beargumenteerd dat materiaalstromen vertraagd, versmald, en gesloten moeten worden. In andere woorden; materiaalstromen moeten worden gereduceerd door producten zo te ontwerpen dat de levensduur verlengd wordt, dat er minder milieubelastende materialen gebruikt worden en dan producten en materialen terugkomen bij producenten.

Op basis van de literatuur en de cases uitgevoerd binnen LogiCE, worden er in dit rapport drie kern-afwegingen rond logistieke netwerken in een circulaire economie gepresenteerd: (1) de mate waarin een netwerk centraal of decentraal is ingericht, (2) de mate waarin producten in de vorm van diensten worden aangeboden en (3) de mate waarin een netwerk gecoördineerd of gezamenlijk ontworpen en aangestuurd wordt. Een ideaal circulair logistiek netwerk zou dan ook zo veel mogelijk gedecentraliseerd worden ingericht, producten zoveel mogelijk in service vormen aanbieden, en gecoördineerd worden vanuit een platform-opzet.

Hierbij moet worden opgemerkt dat dit ideaalbeeld niet in alle situaties haalbaar, efficiënt of passend is. Bij verregaande decentralisatie kunnen te veel schaalvoordelen verloren gaan. Bij een product-as-a-service strategie kunnen producenten in een technologische 'lock-in'



"VOOR DE LOGISTIEKE SECTOR LIGGEN ER VOORAL KANSEN OM DE KETENREGIE OP TE PAKKEN ROND HET EFFICIËNT BIJ ELKAAR BRENGEN VAN VRAAG EN AANBOD VAN MATERIALEN VOOR GEBRUIK EN HERGEBRUIK."



terechtkomen, waarbij omschakelen naar nieuwe, duurzame of efficiënte technologieën uitblijft. Tenslotte kan een platform-coördinatie potentiële verticale en horizontale samenwerking in de weg zitten. Afhankelijk van de case, zullen de afwegingen op de drie genoemde dimensies dus geanalyseerd moeten worden.

De transitie naar een circulaire economie is dus zeker een uitdaging voor de logistieke sector, die op bestaande competenties kan bouwen, maar bied kansen om ook nieuwe waardeketens mee te ontwerpen en daarna uit te voeren. Naast de inrichting van retourlogistiek en service logistiek liggen hier vooral kansen om de ketenregie op te pakken rond het efficiënt bij elkaar brengen van vraag en aanbod van materialen en grondstoffen voor gebruik en hergebruik. Deze regiefunctie gaat een stap verder dan spullen van A naar B te vervoeren. Het betekent pro-actief kijken naar mogelijkheden om van een reststroom weer een nieuwe waardevolle resource te maken. En daar dan de juiste partners bij te vinden. Deze regiefunctie is een kernexpertise van de logistieke sector die als essentiële bouwsteen in de transitie naar een circulaire economie vereist is. Als de logistieke sector deze regiefunctie pro-actief oppakt biedt de circulaire economie tal van kansen.

## 4.2 | AANBEVELINGEN

---

De rol van de logistieke sector in de circulaire economie is nog een redelijk onontgonnen gebied. Wij hopen met deze publicatie een bijdrage te leveren aan dit onderwerp. Op basis van het werk van de laatste twee jaar komen de volgende aanbevelingen naar voren.

### AANBEVELINGEN AAN DE SECTOR


a. Werk pro-actief. De grootste kansen liggen in het oppakken van de rol van ketenregie. Dit vergt een omslag in cultuur van veel logistieke partijen. Van re-actief oppakken van vragen naar het pro-actief oppakken van een ketenregierol.

b. Co-creatie. Het is zaak om de omslag die we in Nederland willen richting een circulaire economie gezamenlijk te maken. Met de diverse betrokken partijen. Het is van belang om als logistieke partij al in deze beginfase van de transitie betrokken te raken. Een aanbeveling is dan ook om meer programma's op te zetten waarin logistieke partijen kunnen experimenteren met hun rol in de circulaire economie. Bij voorkeur gericht op het vormgeven van de ketenregiefunctie

### AANBEVELINGEN AAN TOPSECTOR EN KENNISPARTIJEN

a. De samenhang tussen werken in de praktijk en werken aan wetenschappelijk onderzoek werkt op het onderwerp van logistiek en circulaire economie goed. Het is dan aan te bevelen om meer van



An aerial photograph of a shipping yard. In the center, two red gantry cranes stand over a large stack of intermodal containers in various colors including blue, yellow, red, and green. To the left, a yellow forklift is positioned near a stack of containers. The foreground shows more stacks of containers on a paved surface. In the background, a multi-lane asphalt road with white lane markings runs horizontally, with a dark car visible on the right side. A strip of greenery with small trees separates the road from the shipping yard.

"DE TOEGEVOEGDE WAARDE  
VAN LOGISTIEK IN EEN  
CIRCULAIRE ECONOMIE ZIT  
NIET ALLEEN IN EEN OPTIMAAL  
RETOURPROCES, MAAR  
OOK IN EEN GEAVANCEERDE  
KETENREGIE."



dergelijke samenwerkingen rondom dit onderwerp mogelijk te maken.

b. De drie logistieke kernafwegingen die in dit rapport gepresenteerd worden, kunnen deels bouwen op bestaande kennis in het logistieke vakgebied. Maar door de complexere vraag-en-aanbod dynamiek in een circulaire economie zal deze kennisbasis nog wel verdiept en verbreed moeten worden om de benodigde ketenregiefunctie in te kunnen vullen.



## DANKWOORD

---

Wij hebben de laatste twee jaar met veel plezier samengewerkt aan dit mooie onderwerp: Logistiek en circulaire economie. Dit programma is door veel personen en partijen mogelijk gemaakt. Allereerst natuurlijk alle directe financierende partners, zoals NWO, AMS en Dinalog. En de programmapartners, zoals de WUR, Pure Birds, Het Groene Brein, Haven van Amsterdam, Hogeschool van Amsterdam en SADC. Allen: veel dank!

En dan is een speciaal dankwoord op zijn plaats. Dit programma was namelijk niet tot stand gekomen zonder de inspanningen van Jacqueline Bloemhof. Jacqueline heeft vanaf het begin hard getrokken aan het onderwerp en aan het vormgeven van het partnership. Op prachtige wijze heeft zij de coalitie tot stand gebracht en de inhoud richting gegeven. Helaas is Jacqueline inmiddels vanwege gezondheidsredenen vervroegd met emeritaat. Jacqueline: heel veel dank voor al je werk op dit vlak. En veel sterkte de komende tijd.

### **Antoine Heideveld**

Directeur Het Groene Brein



Antoine Heideveld, Het Groene Brein



# LITERATUUR



## BRONVERMELDING

---

Achterberg, E., Hinfelaar, J., & Bocken, N. (2016). **Master Circular Business with the Value Hill, Circle Economy & Sustainable Finance Lab.**

Annarelli, A., Battistella, C., & Nonino, F. (2016). **Product service system: A conceptual framework from a systematic review.** *Journal of Cleaner Production*, 139, 1011-1032.

Beames, A., Goedhart, J., & Kanellopoulos, A. (2019). **Biobased Economy: Critical Foundation for Achieving Sustainable Development Goals.** In: *Decent Work and Economic Growth. Encyclopedia of the UN Sustainable Development Goals.* Editors: Leal Filho, W., Azul, A.M., Brandli, L., Özuyar, P.G., & Wall, T. ISBN: 978-3-319-95868-2. Springer

Bocken, N. M., de Pauw, I., Bakker, C., & van der Grinten, B. (2016). **Product design and business model strategies for a circular economy.** *Journal of Industrial and Production Engineering*, 33(5), 308-320.

Chen, X., Fujita, T., Ohnishi, S., Fujii, M., & Geng, Y. (2012). **The impact of scale, recycling boundary, and type of waste on symbiosis and recycling: An empirical study of Japanese eco-towns.** *Journal of Industrial Ecology*, 16(1), 129-141.

Chopra, S., & Meindl, P. (2016). **Supply Chain Management. Strategy, Planning & Operation.** Sixth Edition. Pearson Education, Inc., Boston.

Franco, M. A. (2017). **Circular economy at the micro level: A dynamic view of incumbents' struggles and challenges in the textile industry.** *Journal of Cleaner Production*, 168, 833-845.

Frishammar, J., & Parida, V. (2019). **Circular business model transformation: A roadmap for incumbent firms.** *California Management Review*, 61(2), 5-29.

Geisendorf, S., & Pietrulla, F. (2018). **The circular economy and circular economic concepts—a literature analysis and redefinition.** *Thunderbird International Business Review*, 60(5), 771-782.

Geissdoerfer, M., Morioka, S. N., de Carvalho, M. M., & Evans, S. (2018). **Business models and supply chains for the circular economy.** *Journal of Cleaner Production*, 190, 712-721.

Geissdoerfer, M., Savaget, P., Bocken, N. M., & Hultink, E. J. (2017). **The Circular Economy–A new sustainability paradigm?**. *Journal of Cleaner Production*, 143, 757-768.

Genovese, A., Acquaye, A. A., Figueroa, A., & Koh, S. L. (2017). **Sustainable supply chain management and the transition towards a circular economy: Evidence and some applications.**

Govindan, K., & Soleimani, H. (2017). **A review of reverse logistics and closed-loop supply chains: a Journal of Cleaner Production focus.** *Journal of Cleaner Production*, 142, 371-384.

Govindan, K., Soleimani, H., & Kannan, D. (2015). **Reverse logistics and closed-loop supply chain: A comprehensive review to explore the future.** *European Journal of Operational Research*, 240(3), 603-626.

Herczeg, G., Akkerman, R., & Hauschild, M.Z. (2018). **Supply chain collaboration in industrial symbiosis networks.** *Journal of Cleaner Production*, 171, 1058-1067.

Lazarevic, D., & Valve, H. (2017). **Narrating expectations for the circular economy: Towards a common and contested European transition.** *Energy Research & Social Science*, 31, 60-69.

MacArthur, E., Zumwinkel, K., & Stuchtey, M., (2015). **Growth Within: A Circular Economy Vision for a Competitive Europe.** Ellen MacArthur Foundation, June. *Omega: The International Journal of Management Science*, 66, 344-357.

Reim, W, Parida, V., & Örtqvist, D. (2015). **Product–Service Systems (PSS) business models and tactics–a systematic literature review.** *Journal of Cleaner Production*, 97, 61-75.

Reim, Wiebke, Vinit Parida, and Daniel Örtqvist. "Product–Service Systems (PSS) business models and tactics–a systematic literature review." *Journal of Cleaner Production* 97 (2015): 61-75.

Rijksoverheid (2016). **Nederland Circulair in 2050: Rijksbreed Programma Circulaire Economie.** Ministerie van Infrastructuur en Milieu en het ministerie van Economische Zaken, mede namens het ministerie van Buitenlandse Zaken en het ministerie van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties.

Stahel, W. R. (2013). **Policy for material efficiency—sustainable taxation as a departure from the throwaway society.** Philosophical Transactions of the Royal Society A, 371(1986), 20110567.

Tukker, A. (2015). **Product services for a resource-efficient and circular economy—a review.** Journal of Cleaner Production, 97, 76-91.

Van Engeland, J., Beliën, J., De Boeck, L., & De Jaeger, S. (2018). **Literature Review: Strategic network optimization models in waste reverse supply chains.** Omega: The International Journal of Management Science, in press.



"DE COMBINATIE VAN THEORIE EN PRAKTIJK IS DE KERN VAN HET LOGICE PROJECT EN ESSENTIEEL IN HET ONDERSTEUNEN VAN DE LOGISTIEKE SECTOR IN DE TRANSITIE NAAR EEN CIRCULAIRE ECONOMIE."



CONTACT



## SAMEN VERDER

---

Een publicatie is altijd een stollingsmoment. Daarbuiten gaan wij natuurlijk gewoon door en zijn we altijd op zoek naar mensen en organisaties die we verder kunnen helpen. Wilt u meer weten over logistiek in een circulaire economie of heeft u zelf een uitdaging waar u mee aan de slag wilt? Neem dan gerust contact met ons op!



**Renzo Akkerman, Wageningen University**  
renzo.akkerman@wur.nl



**Alistair Beames, Wageningen University**  
alisatair.beames@wur.nl



**Coen Faber, Pure Birds**  
coenfaber@purebirds.com



**Antoine Heideveld, Het Groene Brein**  
antoine.heideveld@hetgroenebrein.nl



**Carien van der Have, Het Groene Brein**  
carien.vanderhave@hetgroenebrein.nl



**Aranka Dijkstra, Het Groene Brein**  
aranka.dijkstra@hetgroenebrein.nl

## COLOFON

---

### CONTACT

WWW.LOGI-CE.NL

WIJ HOREN GRAAG WAT U VINDT VAN DEZE  
UITGAVE. STUUR UW REACTIE, VRAGEN OF  
OPMERKINGEN NAAR: [INFO@HETGROENEBREIN.NL](mailto:INFO@HETGROENEBREIN.NL)

### REDACTIE

RENZO AKKERMAN - WAGENINGEN UNIVERSITY  
ALISTAIR BEAMES - WAGENINGEN UNIVERSITY  
COEN FABER - PURE BIRDS  
ANTOINE HEIDEVELD - HET GROENE BREIN  
CARIEN VAN DER HAVE - HET GROENE BREIN  
ARANKA DIJKSTRA - HET GROENE BREIN

### ONTWERP

DOOR ARANKA DIJKSTRA - HET GROENE BREIN.  
ONTWERP OP BASIS VAN INDESIGN 'SIMPLE  
MAGAZINE LAYOUT' BY TOM SARRAIPO. FOTO'S  
DOOR TOM FISK VIA PEXELS.

### MILIEU-IMPACT

DEZE UITGAVE IS DOOR ECODRUKKERS GEDRUKT  
OP PAPERWISE, PAPIER VAN VERANTWOORDE  
HERKOMST VAN LANDBOUWAFVAL, EN  
GECERTIFICEERD OP BASIS VAN DE ELS PRINT  
MEDIA SUSTAINABILITY DESIGN STANDARD  
ONDER NUMMER EMG190513E1.164500.  
DIT PRINT MEDIA PRODUCT IS INGEDEELD IN  
DE CLASSIFICATIE A++. DE RESULTATEN VAN  
DEZE PRODUCT-AUDIT ZIJN OPVRAAGBAAR VIA  
[ELSNEDERLAND.NL](http://ELSNEDERLAND.NL) ONDER VERMELDING VAN HET  
CERTIFICAATNUMMER.

### © 2019 HET GROENE BREIN

ALLE RECHTEN VOORBEHOUDEN. HET  
GROEN BREIN IS NIET AANSPRAKELIJK VOOR  
ONJUISTHEDEN EN/OF ZETFOUTEN IN DEZE  
UITGAVE.





## LOGISTIEK IN EEN CIRCULAIRE ECONOMIE

De transitie naar een circulaire economie vraagt om nieuwe waardeketens. Hier liggen uitdagingen, maar ook tal van kansen voor de logistieke sector.

Deze kansen en uitdagingen zijn binnen het project LogiCE verkent aan de hand van meerdere praktijkcases waarbij ondernemers, beleidsmakers en wetenschappers samen hebben gewerkt. Deze publicatie bevat een bundeling van de geleerde lessen en biedt een overzicht van logistieke afwegingen bij het ontwerpen van circulaire waardeketens. Het is daarmee een mooi startpunt om ook zelf aan de slag te gaan met de transitie naar een circulaire economie.

**"In de toekomst verdient de logistiek zijn geld met slimme oplossingen voor complexe circulaire ketens en netwerken."**