

Circulaire economie en behoud van natuurlijk kapitaal

Marie-José Smits, Sander van den Burg en René Verburg



In binnen- en buitenland gebruiken bedrijven, overheden en maatschappelijke organisaties het concept circulaire economie steeds vaker. In het regeerakkoord van 2012 wordt het streven naar een circulaire economie en een markt voor duurzame grondstoffen en hergebruik van schaarse materialen expliciet genoemd. In verschillende Tweede Kamerbrieven is het begrip circulaire economie verder uitgediept en geconcretiseerd.¹ In deze paper worden vier inspirerende voorbeelden van circulaire productieprocessen in Nederland beschreven en geanalyseerd. De centrale vraag daarbij is hoe de circulaire economie kan bijdragen aan instandhouding van het natuurlijk kapitaal. Het natuurlijk kapitaal omvat zowel grondstoffen als biodiversiteit.²

Circulaire economie en natuurlijk kapitaal

Het concept circulaire economie biedt een andere blik op afval. Wie door de bril van de circulaire economie kijkt, krijgt nieuwe inzichten over het gebruik van afval en natuurlijke processen in economisch rendabele bedrijfsprocessen. Om die kijkrichting te realiseren heeft de Ellen MacArthur Foundation in 2012 algemene principes voor de circulaire economie beschreven:³

- 1 De circulaire economie kent geen afval. Producten worden zo ontworpen dat materialen hergebruikt kunnen worden. [Design out waste]
- 2 In het ontwerp van producten en productieketens is het belangrijk modulair en flexibel te werken omdat dit het aanpassingsvermogen van systemen vergroot. [Build resilience through diversity]
- 3 In de circulaire economie wordt uiteindelijk alleen hernieuwbare energie (zonne-energie, wind-energie, etcetera) gebruikt. [Rely on energy from renewable sources]

1 Zie bijvoorbeeld de Kamerbrief 'Groene Groei: voor een sterke, duurzame economie' (28-3-2013) en de Kamerbrief 'Van afval naar grondstof' (20-6-2013).

2 Dit onderzoek is uitgevoerd in opdracht van het ministerie van Economische Zaken, Directie Natuur en Biodiversiteit.

3 Ellen MacArthur Foundation, 2012, blz. 22-23.

- 4 Circulaire economie vraagt om een systeembenadering waarin aandacht is voor de interactie tussen onderdelen van een productieketen en de omgeving. [Think in 'systems']
- 5 Producten worden na gebruik weer teruggebracht in de productieketen. Biologische nutriënten dienen zonder vervuiling terug te komen in de biosfeer. Technische nutriënten worden hergebruikt zonder verlies van kwaliteit. [Waste is food]

In latere publicaties is een zesde uitgangspunt van de circulaire economie benadrukt:⁴

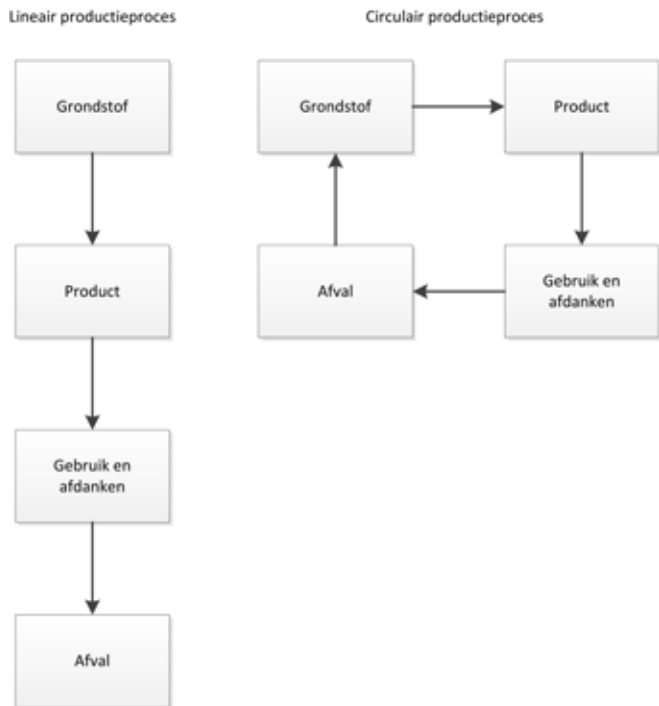
- 6 Niet het eigendom maar het gebruik van producten staat centraal. Als de producent het product weer kan hergebruiken is het interessant om het product in eigendom te houden en het aan de consument te verhuren. Zo blijven de materialen in bezit van het bedrijf. Dit vraagt om nieuwe businessmodellen voor productie, consumptie en inzameling.

Circulaire economie heeft een andere blik op de vormgeving van productieprocessen. Deze worden niet meer lineair ingericht (van grondstof naar product naar afval) maar circulair: het afval vormt de grondstof voor nieuwe producten (zie figuur 1).

Op een conceptueel niveau baseert de circulaire economie zich op de natuur en met name op het principe van de natuurlijke kringloop. De circulaire economie kan bijdragen aan verminderde uitputting van natuurlijk kapitaal, doordat (schaarse) natuurlijke hulpbronnen op zo'n wijze worden gebruikt dat hergebruik altijd mogelijk is. Daarnaast biedt circulaire economie mogelijkheden om kosten te besparen en om extra opbrengsten te genereren door natuurlijke kringlopen te gebruiken voor nieuwe processen en producten.

In de literatuur worden verschillende uitdagingen genoemd ten aanzien van circulaire economie, bijvoorbeeld:

4 Ellen MacArthur Foundation, 2013, en Jan Jonker, 2013.



Figuur 1 Illustratie van het verschil tussen een lineair en circulair productieproces.

- Hergebruik van een grondstof leidt vaak tot verlies van kwaliteit van de grondstof. Daardoor kun je een grondstof vaak niet oneindig recyclen. Cascadering houdt in dat in iedere volgende stap van gebruik van grondstoffen waarde wordt onttrokken. De uitdaging is een zo hoogwaardig mogelijk hergebruik van de grondstof.
- Circulaire economie, en mate name recyclen, zal leiden tot een grotere vraag naar transport van producten van de eindgebruiker naar de fabriek. Anderzijds hoeven er minder grondstoffen vervoerd te worden. De grondstoffen zullen vaak over een grotere afstand vervoerd worden, de eindproducten daarentegen kunnen volumineuzer zijn maar op kortere afstand van de producent.
- Circulaire economie vraagt een integrale ketenbenadering. Daarnaast zijn er ook verbindingen tussen ketens mogelijk, wanneer afval uit de ene keten gebruikt wordt als grondstof in een andere keten. Dit alles betekent dat er meer afspraken gemaakt moeten worden. Het is bovendien van belang om overzicht te hebben over het speelveld. Voor individuele spelers kan dit lastig zijn.
- Businessmodellen zijn veelal niet toegespitst op een circulaire economie. Een circulaire economie vraagt een andere manier van denken. Het kost tijd en inspanning om de switch te maken.

Ondanks bovengenoemde uitdagingen zijn verschillende bedrijven in staat gebleken om de switch naar een meer circulaire manier van denken te maken. In deze paper beschrijven we vier inspirerende voorbeelden. Wij zochten onder andere naar:

- succesvolle voorbeelden van circulaire productieprocessen, waarin door de initiatiefnemer een duidelijke relatie met natuur en/of biodiversiteit gelegd wordt;
- voorbeelden van verschillende typen organisaties en uit verschillende bedrijfstakken.
- lokale en internationale voorbeelden, en voorbeelden binnen één keten en voorbeelden over meerdere ketens heen.

Gegeven het onderscheid lokaal versus internationaal, en één keten versus meerdere ketens zijn er vier categorieën. We hebben uit iedere categorie een voorbeeld gekozen.

Schema 1 Overzicht van de beschreven voorbeelden

	Lokaal	Internationaal
Eén keten	Bouw: Park 2020 in Hoofddorp	Fosfaatkringloop: Nutriëntenplatform
Meerdere ketens	Omega-3 productie: CSM/AlgaeBiotech	Interface tapijten en visnetten

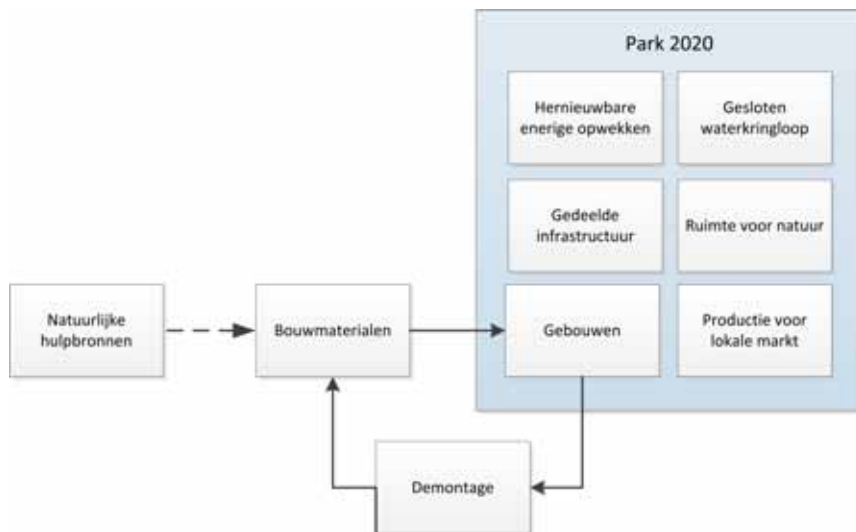
Park 2020 in Hoofddorp

Binnen de circulaire economie is Cradle2Cradle (C2C) één van de concepten die gebruikt wordt. C2C is een ontwerpfilosofie, opgesteld door Braungart en McDonough, die stelt dat kringlopen van grondstoffen gesloten moeten worden op een zodanige manier dat alle gebruikte materialen na hun leven, zonder kwaliteitsverlies, kunnen worden ingezet voor een ander product. Deze kringloop wordt bedoeld met het motto: *waste equals food*. Toepassingen van C2C zijn met name te vinden in industrieel ontwerp en de bouw. De ontwikkeling van het bedrijfspark Park 2020 in Hoofddorp is een voorbeeld van de C2C-filosofie in Nederland. Delta Projectontwikkeling (vanaf nu: Delta) is de ontwikkelaar van het Park 2020.

Bijdrage aan een circulaire economie en behoud van natuurlijk kapitaal

Park 2020 presenteert zichzelf als een C2C-werkomgeving waarin de principes van C2C gebruikt zijn om te komen tot een inspirerende en productieve werkomgeving. Bij de realisatie van Park 2020 wordt gestreefd naar het creëren van gesloten kringlopen voor materialen, energie, afval en water. Met andere woorden, in Park 2020 worden meerdere grondstofstromen gesloten. Om deze claims over duurzaamheid te onderbouwen is Park 2020 C2C en BREEAM gecertificeerd. Door het sluiten van kringlopen wordt de behoefte aan grondstoffen verminderd.

Daarnaast is een gezamenlijk park aangelegd waarin ruimte is voor ontspanning, waterzuivering en natuur. Door gebruik te maken van helofytenfilters wordt de lokale grijswatercyclus gesloten. Natuur en biodiversiteit wordt een plaats geboden, in het park maar ook in het ontwerp



Figuur 2 Illustratie van de circulaire aanpak van Park 2020.

van de gebouwen (bijvoorbeeld vleermuizennesten en groene daken). In een eigen kas worden groenten en fruit geproduceerd voor de catering.

Op Park 2020 worden onder andere de volgende maatregelen genomen. In ontwerp, constructie en oplevering van gebouwen wordt rekening gehouden met het toekomstig hergebruik van materialen. Dit betekent onder andere dat gekozen wordt voor duurzame materialen. Omdat voor een kringloop de materialen zo zuiver mogelijk teruggewonnen moeten worden, is er specifieke aandacht voor demontage. In de gebouwen wordt efficiënt omgegaan met energie door energiezuinige gebouwen te realiseren en duurzame energie op het park op te wekken.

Motieven om over te stappen op een circulaire aanpak

Park 2020 wordt niet volgens de in de projectontwikkeling gangbare procedures gerealiseerd. Delta heeft bewust gekozen voor een aanpak waarin C2C centraal staat. Een belangrijke motivatie van de ontwikkelaars is dat C2C een business case is voor projectontwikkeling waar geld mee verdiend kan worden. De benadering is succesvol; in 2013 zullen op het park vier nieuwe projecten ontwikkeld worden.

De business case achter C2C-projectontwikkeling is gestoeld op een aantal premissen. Enerzijds zijn daar besparingen in gebruikskosten, anderzijds moet een prettige, aansprekende werkomgeving leiden tot gemotiveerde werknemers en hogere productiviteit. Deze aanname wordt op dit moment onderzocht in samenwerking met de Arizona State University. Klanten hebben behoefte aan services, niet aan apparatuur. Om een voorbeeld te geven: de energieopwekking en verlichting worden geleased. De producten zijn geen eigendom van Delta, een gebouweigenaar of de huurder. De leasemaatschappij krijgt een vast bedrag per maand en wordt geprikkeld om te investeren in besparing omdat dit hun

winst kan vergroten. Men verwacht schaarste aan grondstoffen en daarmee samenhangend een prijsstijging. De grondstoffen uit de gebouwen zijn goed terug te winnen bij sloop van het gebouw en de verwachting is daarom dat de gebouwen een hogere restwaarde hebben bij sloop.

Kosten en baten voor het bedrijf van een circulaire aanpak

Omdat het project nog ontwikkeld wordt, zijn er nog geen definitieve cijfers beschikbaar. Op Park 2020 zijn enkele gebouwen gerealiseerd. Daarvan is bekend dat het energieverbruik lager ligt dan gebruikelijk voor nieuwbouw. Ter vergelijking, het Bouwbesluit stelt dat nieuwe kantoorgebouwen maximaal 120 kWh per m² per jaar mogelijk gebruiken. Het gebouw van Fox vakanties op Park 2020 gebruikt 46 kWh per m² per jaar.

Voor andere maatregelen geldt dat ze zich moeten bewijzen. Hergebruik van de bouwmaterialen is nog niet aan de orde. Het gemeenschappelijk park en groenvoorzieningen worden pas op het laatst aangelegd omdat deze tijdens de bouw beschadigd kunnen worden.

Schema 2 Kosten en baten circulaire aanpak voor het bedrijf (investeerder en of gebruiker gebouw).

Kosten	Baten
Hogere investering bij de realisatie van gebouwen en gemeenschappelijke voorzieningen.	Hogere waarde gebouwen
	Lagere gebruikskosten
	Hogere restwaarde
	Hogere kwaliteit werkomgeving
	Imago

Kosten en baten voor de maatschappij van een circulaire aanpak

Het bedrijfspark is gerealiseerd op een *greenfield*, waarbij natuur en biodiversiteit verloren is gegaan. Dit kan als maatschappelijke kosten gezien worden. Opgemerkt moet

worden dat het terrein ten tijde van uitgifte al omgeven was door andere bedrijfsparken; het betrof geen ontwikkeling aan de rand van de stad. Het natuuronderzoek uitgevoerd voor de wijziging bestemmingsplan bevestigde dat geen zeldzame soorten aanwezig waren.

De baten van Park 2020 voor de maatschappij bestaan uit economische baten (werkgelegenheid en gegenereerde inkomsten op het park), verminderd gebruik fossiele brandstoffen (lagere CO₂-emissies). Bevorderen van hergebruik van bouwmaterialen levert een bijdrage aan de toekomstige beschikbaarheid van grondstoffen. Het terrein beoogt een prettigere omgeving te bieden voor omwonenden en andere stakeholders. Er is een openbaar toegankelijk restaurant. Daarnaast wordt een bijdrage aan natuur en biodiversiteit geleverd door het parkontwerp.

Schema 3 Kosten en baten circulaire aanpak voor de maatschappij.

Kosten	Baten
Ontwikkeling van <i>greenfield</i> naar bedrijfspark	Stimuleren natuur en biodiversiteit op park Minder gebruik olie, minder CO ₂ -uitstoot Prettigere (werk)omgeving voor mensen

Het specifieke aan deze casus is dat er diverse partijen betrokken zijn bij de ontwikkeling en exploitatie van een bedrijfspark als Park 2020. We kunnen onderscheid maken tussen:

- de exploitant van het park (Delta);
- investeerders in het park;
- eigenaren van de bedrijfspanden op het park;
- gebruikers van de bedrijfspanden op het park (Fox vakanties, FIFPro, etc.);
- duurzaamheid adviseurs bij ontwikkeling van het park en de bedrijfspanden.

In dit krachtenveld van verschillende actoren worden diverse maatregelen genomen die (met meer of mindere zekerheid) baten opleveren. Vaak wordt gesteld dat collectieve investeringen in bijvoorbeeld duurzame energie achterblijven omdat de investering door een ontwikkelaar wordt gedaan, terwijl de gebruiker de voordelen heeft. Dit geldt ook voor de investeringen in natuur en biodiversiteit.

Een bijzonder aandachtspunt in de C2C-ontwerpfilosofie is de verdeling van de kosten en baten over de gebruikers en de afspraken die hierover gehanteerd zijn. Dit betekent onder andere dat geen gebouwen worden gebouwd waar nog geen langetermijnhuurder voor is. De collectieve infrastructuur voor energie is ondergebracht in een apart bedrijf. Gebouw-specifieke voorzieningen (bijvoorbeeld zonnepanelen) worden geleased. De projectontwikkelaar verkoopt zo uiteindelijk een gebouw met huurder en

langdurige leasecontracten aan een investeerder. Daarbij hoort ook uitleg over het materiaalgebruik in de gebouwen en de waarde van de in het gebouw verwerkte grondstoffen bij hergebruik.

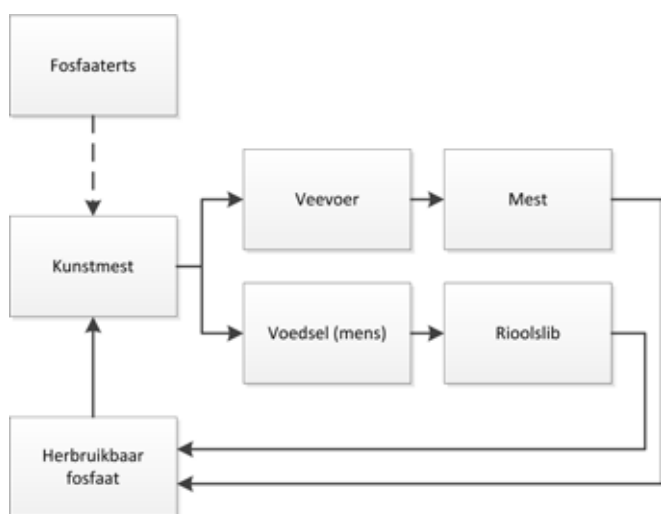
De fosfatenkringloop (Nutriëntenplatform)

Fosfaat is een verbinding van fosfor (P) met zuurstof. Mensen, dieren en planten hebben fosfaat nodig om te kunnen leven. Mensen en dieren krijgen fosfaat binnen via voedsel, en planten halen fosfaat uit de bodem. Fosfaat is één van de belangrijkste bestanddelen van kunstmest. Het wordt met name gewonnen uit fosfaaterts, uit mijnen. Dit fosfaat wordt voor 80% tot 90% gebruikt voor de productie van kunstmest. Via kunstmest komt fosfaat in voedsel en veevoer terecht, en vervolgens in (menselijke en dierlijke) uitwerpselen. Voor het recyclen van fosfaat richt men zich met name op het verwerken van rioolslib en mest.

Bijdrage aan een circulaire economie en behoud van natuurlijk kapitaal

Het begrip circulaire economie wordt gebruikt door het Nutriëntenplatform als kapstok om de discussie over de fosfatenkringloop aan op te hangen. Het Nutriëntenplatform richt zich op de recycling van fosfaat in Nederland, omdat in Nederland een groot fosfaatoverschot is dat negatieve effecten heeft op de biodiversiteit. In 2011 is een Ketenakkoord Fosfaatkringloop gesloten met de ambitie een duurzame markt te creëren voor gerecycled fosfaat. Het platform is een vereniging waarin bedrijven, NGO's, wetenschap en overheid verenigd zijn. De afzetmarkt voor gerecycled fosfaat is (vooral) nog Europa.

Het Planbureau voor de Leefomgeving (PBL) stelt dat er vier belangrijke bedreigingen zijn voor natuur in Nederland: verdroging, vermisting, verzuring en versnippering. Vermisting wordt hoofdzakelijk veroorzaakt door een teveel aan fosfaat. Verzuring wordt met name veroorzaakt door een teveel aan stikstof en stikstofverbindingen



Figuur 3 Het recyclen van fosfaat.



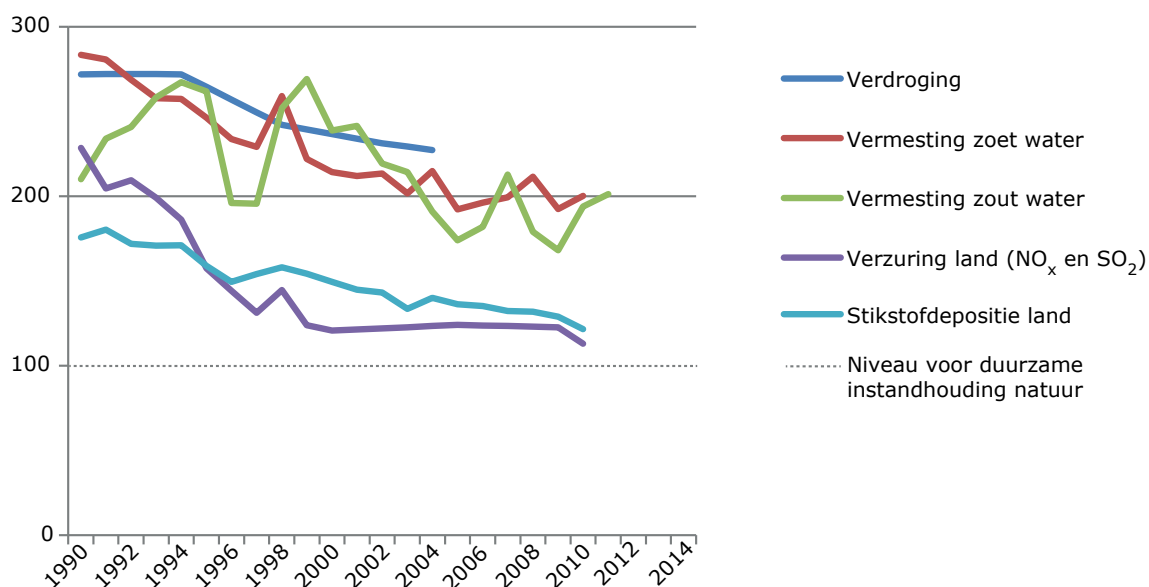
zoals ammoniak en nitraat. PBL geeft in het Compendium voor de Leefomgeving een overzicht van de milieudruk op water en natuurgebieden. Vermesting van zoet en zout water nemen af, maar de waarden zijn nog altijd beduidend hoger dan wenselijk voor een duurzaam behoud van natuur. In een artikel in Nature (Fujita, 2013) wordt beschreven hoe bepaalde plantensoorten zich hebben aangepast aan een fosfaatarme omgeving, en hoe ze nu bedreigd worden door een overschot aan fosfaat in de bodem.

De biodiversiteit in Nederland is gebaat bij een sterke verlaging van fosfaat in de bodem en het oppervlaktewater. Minder fosfaat in zoet oppervlaktewater betekent dat algen en kroos minder groeien. De algen- en kroosbloei

leiden ertoe dat andere voorkomende waterplanten en -dieren verdrongen worden. De sterke groei van algen zorgt ervoor dat minder zonlicht in diepere waterlagen doordringt, waardoor waterplanten afsterven. Hierdoor wordt het zuurstofgehalte in het water sterk verlaagd, met vissterfte tot gevolg. Bloei van blauwalgen veroorzaakt bovendien gezondheidsklachten doordat de afvalstoffen van algen erg giftig zijn. Algenbloei kan leiden tot zwembodden.

Als men in Europa overgaat op gebruik van gerecycled fosfaat, betekent dat behoud van grondstoffen, namelijk fosfaat dat zich nu nog geconcentreerd bevindt in mijnen. Mijnbouw heeft daarbij ook een grote impact op milieu- en ecosystemen.

Index (niveau voor duurzame instandhouding natuur = 100)



Figuur 4 Milieudruk op water en natuurgebieden. Bron: PBL, 2012, Compendium voor de Leefomgeving.



Motieven om over te stappen op een circulaire aanpak

Het fosfaatoverschot in Nederland is met name het gevolg van een overschot aan dierlijke mest. Via het mestbeleid probeert de overheid het mestoverschot beheersbaar te houden. In 2015 wordt naar verwachting het systeem van dierrechten en melkquota opgeheven, waardoor naar verwachting meer mest zal worden geproduceerd. Boeren kunnen dan uitbreiden mits het landelijke fosfaatoverschot niet toeneemt. Voor LTO is een gezamenlijke aanpak van belang omdat de mestproblematiek per diersoort verschilt, met als gevolg dat sommige bedrijfstakken (zoals de intensieve veehouderij) in de toekomst niet kunnen uitbreiden.

Rundveehouderijen hebben weilanden, waar ze hun mest (veelal) op kwijt kunnen. Pluimveemest wordt voor een deel al gerecycled (pluimveemest is relatief droge mest, en daarom goed te verwerken). Varkenshouderijen hebben echter veelal weinig grond en varkensmest is relatief moeilijk te verwerken, omdat deze te nat is. Aan de verwerking van dierlijke mest zijn kosten verbonden die boeren zullen moeten gaan betalen. Wanneer een circulaire oplossing gevonden wordt, kunnen kosten wellicht in baten worden omgezet.

Daarnaast moeten waterschappen steeds meer geld uitgeven aan het zuiveren van water, doordat fosfaathoudend slib gezuiverd moet worden. Fosfaatwinning betekent voor hen minder onderhoudskosten, en op termijn wellicht inkomsten. Voor bedrijven als de kunstmestfabrikant ICL betekent hergebruik van fosfaat dat het minder afhankelijk wordt van fosfaatertsen uit het buitenland. Zij bezitten alleen fosfaatmijnen in Israël en willen om geopolitieke redenen niet afhankelijk worden van andere landen. Bovendien is de huidige situatie,

fosfaat importeren in een land dat een enorm overschot heeft, schadelijk voor het imago van ICL. Meewerken aan het recyclen van fosfaat kan van groot belang zijn voor hun 'licence to produce'. In de fosfaatrecycleketen bevinden zich vele afhankelijkheden tussen partijen. Dat betekent ook dat de partijen elkaar nodig hebben om successen te behalen. Om successen te behalen is het van belang om een gezamenlijk doel voor ogen te hebben. Het uiteindelijke doel voor de betrokken partijen is om gerecycled fosfaat te exporteren. De afzetmarkt is vooralsnog met name de EU.

De verwachting is dat de fosfaatprijs in de toekomst sterker zal fluctueren en op de langere termijn zal stijgen. Er worden steeds meer fosfaatmijnen geopend, maar de kwaliteit van de fosfaaterts neemt af doordat de fosfaaterts steeds meer vervuild is met zware metalen als cadmium. De vraag naar fosfaat stijgt, met name door de stijgende vraag naar landbouwproducten (vooral voedsel en biobrandstoffen). Daarbij is gerecycled fosfaat veelal schoner en bevat het minder zware metalen. De overgang naar het gebruik van gerecycled fosfaat zal echter geleidelijk gaan. ICL mengt fosfaaterts met gerecycled fosfaat. In 2025 wil de fabriek volledig zijn overgestapt op gerecycled fosfaat, en geen fosfaaterts uit mijnen meer gebruiken.

Recycling van fosfaat kan (vooralsnog) alleen uit met aanvullende verdienmodellen. Vergelijken met fosfaat uit fosfaaterts is het relatief duur. Aanvullende verdienmodellen zijn met name biogas uit mest en restwarmtebenutting van dierlijke mest. Het VION is een verwerker van dierlijk restmateriaal. VION verwerkt vanaf eind 2013 ook mest, haalt daar fosfaat uit, en gebruikt ook de restwarmte en het biogas. Door de combinatie kan het financieel rendabel worden. In mest en zuiveringsslib zitten meer stoffen

dan alleen fosfaat. Er wordt momenteel onderzoek gedaan naar het recyclen uit mest van meerdere stoffen dan alleen fosfaat.

Bij de afzet van halffabricaten en eindproducten zoals struviet, zit echter nog een knelpunt. Struviet wordt (nog) niet erkend als meststof, terwijl onderzoek uitwijst dat het voor sommige toepassingen beter is dan bestaande kunstmest. De wetgeving verschilt hierin per land. Dit probleem moet dan ook op Europees niveau opgelost worden.

Wetgeving is niet alleen een probleem, het kan ook een stimulans zijn. De invoering van het 'stelsel van verantwoorde mestafzet' staat gepland op 1 januari 2014. Dit dwingt boeren om mestoverschotten op een verantwoorde wijze af te zetten. Veel (varkens)boeren sluiten nu contracten, bijvoorbeeld met VION. VION heeft een biofosfaatfabriek in gebruik genomen om de varkensmest om te zetten in groen gas en organische droge meststof. De meststof zal buiten de Nederlandse landbouw afgezet worden.

Zuiveringsslib, waar ook veel fosfaat in zit, wordt nu nog gebruikt in de wegenbouw en cementindustrie. Daarmee wordt het fosfaat ingesloten en is niet meer te gebruiken. In Duitsland en Zwitserland is wetgeving in de maak om onnodig gebruik van grondstoffen (zoals fosfaat) te verbieden. Hierdoor kan ook een betere markt voor fosfaat ontstaan.

Kosten en baten voor bedrijven van een circulaire aanpak

Binnen het platform wordt nadrukkelijk gezocht naar win-winsituaties binnen de keten op basis van de diverse belangen van de individuele partijen.

Kosten en baten voor de maatschappij van een circulaire aanpak

De verwachting is dat in de landbouw meer mest geproduceerd zal worden door de verwachte veranderingen na 2015 en daarmee de kosten van mestafvoer zullen stijgen. VION heeft al zo veel contracten afgesloten met

boerencoöperaties dat boeren verzekerd zijn van hun mestafzet en VION verzekerd is van voldoende aanvoer voor hun installaties. Hierdoor heeft het initiatief meer succes omdat op basis van deze zekerheden geïnvesteerd kan worden in de verwerking. Waterzuiveringsbedrijven hebben het probleem van stijgende tarieven en verminderde draagvlak hiervoor. Kosten van slibverwijdering nemen echter fors toe. Fosfaatwinning kan een verdienmodel zijn om de hogere kosten te drukken. Slibverwerkers worden echter geconfronteerd met minder slib waardoor hun verdienmodel onder druk staat. Fosfaatproducenten zoeken vooral manieren om hun productie te verduurzamen.

Schema 5 Kosten en baten circulaire aanpak voor de maatschappij.

Kosten	Baten
	Schoner milieu en meer biodiversiteit
	Minder uitputting van grondstoffen (fosfaatmijnen)

Productie van Omega-3 door AlgaeBiotech en CSM

Waar in het voorbeeld van Interface de circulaire opzet plaatsvindt binnen het bedrijf en in de bedrijfsketen, kan in een circulaire economie 'afval' uit het ene proces ook dienen als grondstof voor een ander productieproces. Een voorbeeld hiervan is het project van AlgaeBiotech en CSM in Goes. Met het afvalwater van CSM worden algen geteeld waaruit door AlgaeBiotech Omega-3-vetzuren gewonnen worden. Dit is een duurzaam alternatief voor de productie van Omega-3 uit visolie. Het betekent ook dat het afvalwater van CSM niet meer direct op de afvalwaterzuivering wordt geloosd, maar wordt gebruikt als input voor een ander productieproces.

Bijdrage aan een circulaire economie en behoud van natuurlijk kapitaal

Om het proces wat AlgaeBiotech en CSM ontwikkelen voor de productie van Omega-3 helder te schetsen worden twee met elkaar verbonden trajecten beschreven:

- 1 De productie van algen als uitgangsmateriaal, gebruik makend van het afvalwater van CSM;
- 2 De productie van Omega-3 uit de algen.

Schema 4 Kosten en baten circulaire aanpak voor bedrijven.

	Kosten	Baten
Boeren	Contract afsluiten met fosfaatverwerkende bedrijven, boeren betalen voor afzet mest	Toename overschotten mest kan leiden tot stijgende prijs mestafzet – wordt nu opgelost
Waterleidingbedrijven	Kosten onderzoek en investeringen in installaties	Minder fosfaat in water betekent minder kosten zuivering
ICL	Investeringen in installaties voor recyclen van fosfaat	Minder uitputting fosfaatmijn Israël en 'licence to produce'
VION	Investeringen in mestverwerkende installaties	Verkoop biogas en gerecycled fosfaat
Overheid	Kosten voor faciliterend en wetgevend beleid	Aanpak mestproblematiek goed voor landbouwsector

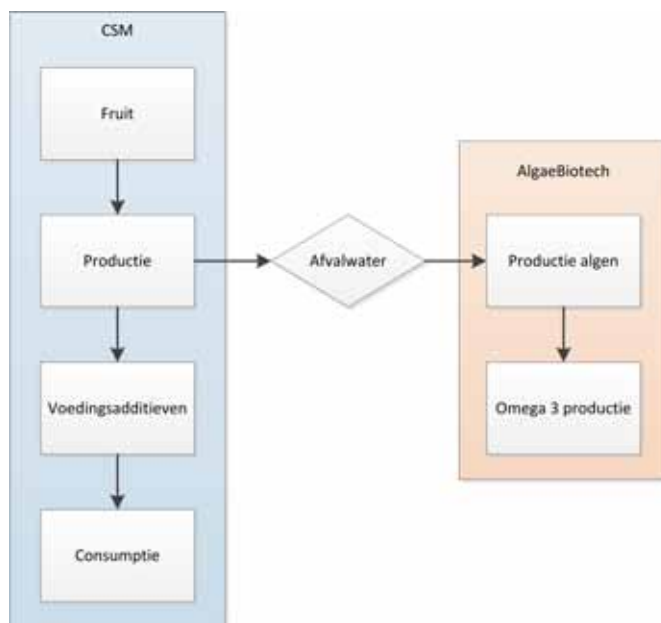
CSM heeft in Goes een fabriek waar fruit wordt verwerkt tot voedingsadditieven voor bakkerijen, en sinds enkele jaren ook voor de zuivelindustrie. Omdat voor de zuivelindustrie andere wet- en regelgeving geldt dan voor bakkerijen, is een nieuwe fabriek gebouwd. Met de realisatie van deze fabriek is de hoeveelheid afvalwater toegenomen, en daarmee zijn de kosten voor zuivering ook toegenomen. Het afvalwater van CSM bevat nog suikers en heeft een economische waarde; vanuit verschillende sectoren (onder andere diervoeder, biogasproducenten) is er vraag naar suikerrijk afvalwater. In de behandeling van afvalwater wordt in eerste instantie gekeken naar het verhogen van de concentratie suikers, waarna het verkocht kan worden. Hierbij geldt: hoe hoger de concentratie suikers, hoe hoger de waarde. Desondanks blijft altijd een hoeveelheid afvalwater over. Deze wordt geloosd en komt terecht in de afvalwaterzuivering.

AlgaeBiotech onderzoekt of op dit afvalwater algen geteeld kunnen worden. Het project richt zich nu op de ontwikkeling van een productieproces voor algen, waarbij vastgesteld moet worden wat de optimale samenstelling van het afvalwater is. De winning van Omega-3-vetzuren uit algen is een bestaand technisch proces. Momenteel wordt gebruik gemaakt van geïmporteerde algen. Opschaling vindt niet plaats omdat het niet rendabel is: de aangeboden algen zijn te duur. Hoeveel algen en Omega-3-vetzuren geproduceerd kunnen worden op basis van het CSM-afvalwater, en wat daarbij optimale omstandigheden zijn, is nu nog onbekend en onderwerp van het project van AlgaeBiotech en CSM. Bij opschaling zal het noodzakelijk zijn met de leverancier van afwater afspraken te maken over onder andere de levering en de mate van vervuiling.

De ontevredenheid met de huidige productiemethode voor Omega-3 is één van de drijfveren voor het project. De Omega-3 in voedingssupplementen wordt momenteel gewonnen uit prooivissen, zoals bijvoorbeeld ansjovis. Deze wordt in het wild gevangen en is goed voor zo'n 30% van de wereldwijde visvangst. Van deze vis wordt 90% gebruikt voor verwerking tot vismeel en visolie. Een groot deel wordt afgezet in de visteelt maar inmiddels wordt zo'n 25% van de wereldwijde visolieproductie gebruikt voor de productie van Omega-3-vetzuren (Jackson, 2012). Dit komt overeen met ruim 6 miljoen ton vis. Als het project slaagt en een succesvol procedé voor de productie van Omega-3 wordt ontwikkeld, kan het een belangrijke bijdrage leveren aan het tegengaan van overbevissing en de bescherming van de visstand.

Motieven om over te stappen op een circulaire aanpak

CSM en AlgaeBiotech hebben verschillende motieven om deel te nemen aan het gezamenlijke project. Voor CSM is de voornaamste doelstelling de mogelijke besparing op de



Figuur 5 Illustratie van het productieproces van AlgaeBiotech en CSM.

kosten voor lozing van afvalwater. Het afvalwater heeft in principe een economische waarde maar door lozing moet alsnog betaald worden voor kosten van zuivering. Afvalwater met hoge concentraties suiker wordt nu al verkocht; dit project biedt de kans het laagwaardige restant afvalwater alsnog nuttig te gebruiken.

Kennisdeling en het opbouwen van nieuwe netwerken is een andere reden voor CSM om deel te nemen. Het project sluit aan bij het Maatschappelijk Verantwoord Ondernemen (MVO-)beleid van CSM. Daarbij blijft het belangrijk hoe het project financieel presteert. Voor AlgaeBiotech is de voornaamste motivatie om deel te nemen aan het project de kans om algen te telen waaruit Omega-3 geëxtraheerd kan worden. Dit project kan zo bijdragen aan de duurzame productie van goedkoper uitgangsmateriaal (algen).

Kosten en baten voor het bedrijf van een circulaire aanpak

Onder de kosten van de ontwikkeling van een alternatief productieproces voor Omega-3 voor CSM en AlgaeBiotech vallen de investeringen in onderzoek en in productiefaciliteiten. Deze worden voor 50% gesubsidieerd door de Provincie Zeeland; er is door de provincie € 226.000 toegezegd. Tegenover de kosten staan de baten, nu en mogelijk in de toekomst. Het project levert direct een bijdrage aan kennisuitwisseling tussen CSM en AlgaeBiotech. Als een werkend productieproces gerealiseerd is, zijn de verwachte baten als volgt. Allereerst wordt het hoogwaardige Omega-3 geproduceerd. Dit wordt gebruikt als voedingssupplement bij mensen en dieren, en hiervoor is een grote, groeiende afzetmarkt. Voor CSM kan het project bijdragen aan de verlaging van de kosten voor afvalwaterzuivering,

enerzijds omdat minder betaald hoeft te worden voor zuivering, anderzijds omdat de reststroom (mogelijk) verkocht kan worden aan AlgaeBiotech. In dit stadium van het project zijn hier nog geen afspraken over gemaakt. Nuttig gebruik van de reststromen betekent ook dat minder grondstoffen worden verspild. Tot slot levert het project een bijdrage aan het MVO-beleid van CSM. Hoewel men stelt dat aandeelhouders belang aan een MVO-beleid hechten, is onduidelijk hoe dit zich vertaalt naar economische baten. Schema 6 geeft een overzicht van de kosten en baten van een circulaire aanpak voor de deelnemende bedrijven.

Schema 6 Kosten en baten circulaire aanpak voor het bedrijf.

Kosten	Baten
Investeringen in onderzoek	Product met waarde: Omega-3 ^(*)
Investeringen in productiefaciliteiten	Lagere kosten afvalwaterzuivering ⁽⁺⁾
	Minder grondstoffenverspilling ⁽⁺⁾
	Bijdrage aan MVO-beleid ⁽⁺⁾

(*) specifiek voor AlgaeBiotech; (+) specifiek voor CSM.

Kosten en baten voor de maatschappij van een circulaire aanpak

Naast de kosten en baten voor de bedrijven profiteert ook de maatschappij. Daaronder valt bijvoorbeeld de extra werkgelegenheid die te verwachten is bij opschaling van het productieproces. Opschaling van het productieproces kan ertoe leiden dat vis voor andere doeleinden gebruikt wordt (menselijke consumptie) of dat minder vis gevangen wordt.

Het proces zal ertoe leiden dat het afvalwater dat aan de waterzuivering wordt geleverd minder suikers bevat. De maatschappelijke kosten en baten hiervan laten zich lastig kwantificeren. Schoner afvalwater is – hoewel wenselijk vanuit de beleidsdoelstellingen – niet per definitie goed voor het functioneren van de waterzuivering omdat de biologische processen een koolstofbron (suikers) nodig hebben. In het verleden is CSM erin geslaagd minder suikers met het afvalwater naar de waterzuivering te brengen. Omdat de zuivering hierdoor minder functioneert, wordt er momenteel met vrachtwagens suikerrijk afvalwater naar de zuivering gebracht. Een overzicht van de maatschappelijke kosten en baten wordt gegeven in schema 7.

Schema 7 Kosten en baten circulaire aanpak voor de maatschappij.

Kosten	Baten
Vermindering vraag naar visolie heeft potentieel negatieve effecten voor visserij	Beschikbaarheid vis voor menselijke consumptie
	Reductie visserij levert bijdrage aan biodiversiteit
	Werkgelegenheid

Interface tapijten en visnetten

Interface is wereldwijd marktleider in tapijttegels. Het bedrijf is in de jaren zeventig opgericht en sinds de jaren negentig speelt duurzaamheid een belangrijke rol binnen het bedrijf. Interface is beursgenoteerd. In 2012 was de omzet USD 932 mln. De nettowinst bedroeg in 2012 USD 5,9 mln.

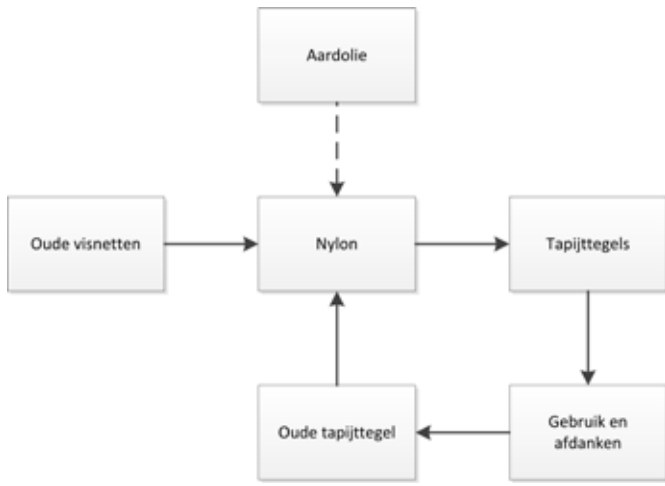
Bijdrage aan een circulaire economie en behoud van natuurlijk kapitaal

Interface heeft door middel van een levenscyclusanalyse achterhaald waar de grootste milieubelasting zit in de levenscyclus van een tapijt. Dit blijkt de productie van garen te zijn, dat gebruikt wordt voor de bovenkant van een tapijt. Het garen wordt gemaakt van nylon. De innovaties voor duurzaamheid richten zich daarom op het verbeteren van de efficiency van productie en het sluiten van de kringloop van het nylongaren.

Tapijttegels kunnen na te zijn afgedankt weer verwerkt worden tot nylongaren om te gebruiken voor nieuwe tapijttegels. Daarvoor moet een infrastructuur opgezet worden voor het terughalen en verwerken van afgedankte tapijttegels, inclusief nieuwe transportbewegingen. Om te zorgen dat dit product ook echt gerecycled wordt, zijn aanpassingen in het product en het productieproces nodig; bijvoorbeeld door het gebruik van lijmloze tegelverbindingen.

Daarnaast werkt Interface samen met de Zoological Society of London (ZSL) in het project Net-Works, dat als doel heeft het opruimen en recyclen van afgedankte visnetten in een aantal van 's werelds armste kustgebieden. Net-Works is begonnen als een pilotproject in de Filipijnen, in de buurt van de bedreigde koraalrif Danajon Bank, en wordt nu uitgebreid. Afgedankte visnetten worden ingezameld en gebruikt voor het maken van garen voor de tapijten. Oude visnetten worden vaak overboord gegooid, waardoor op de zeebodem kluwen van visnetten komen te liggen. Deze visnetten zijn gevaarlijk voor het dierenleven, met name vissen, dolfinachtigen, schildpadden, krabben, en zeevogels. Ook koraal kan gedood worden doordat het vast komt te zitten in de netten. Door oude visnetten in te zamelen wordt de stort in zee verminderd, wat positieve effecten heeft op het zeeleven. Hiervoor betalen de lokale partners geld aan de vissers die oude visnetten inleveren, wat leidt tot een positieve sociaaleconomische impact.

De FAO (Voedsel en landbouworganisatie van de VN) en de UNEP (Milieuprogramma van de VN) hebben berekend dat er ongeveer 640.000 ton aan visnetten in de oceanen ligt. Er zijn inmiddels ook andere initiatieven om oude visnetten te recyclen. Zo is er Healthy Seas, een samenwerkingsverband van Aquafil, ECNC en Star Sock. Dit project richt zich met name op Europa. De visnetten



Figuur 6 Illustratie van het productieproces van Interface.

worden verwerkt tot ECONYL-garen, dat weer gebruikt kan worden voor sokken, badmode, ondergoed en tapijten.

De bijdrage van Interface aan het behoud van natuurlijk kapitaal komt op de eerste plaats voort uit het terugdringen van het gebruik van fossiele grondstoffen, omdat minder nieuw garen wordt gebruikt. Hergebruik van de nylons in afgedankte visnetten levert een bijdrage aan bescherming van lokaal natuurlijk kapitaal.

Motieven om over te stappen op een circulaire aanpak

De motivatie om met duurzaamheid aan de slag te gaan was een combinatie van persoonlijk leiderschap en vraag uit de markt naar duurzame alternatieven. Klanten kwamen met vragen over wat Interface deed aan het milieu. Dit waren met name architecten die zich bezighielden met duurzaam bouwen. De klant was aanjager, al was dat maar een klein deel van de markt. Interface was op dat moment al marktleider en vond het belangrijk deze klanten tevreden te houden.

Ook de persoonlijke motivatie van toenmalig topman Ray Anderson was belangrijk. Ray Anderson vond inspiratie bij Paul Hawken, schrijver van het boek 'Ecology of commerce'. Het initiatief van Interface resoneerde ook bij wetenschappers: 'een bedrijf dat iets wil' spreekt aan. Er is toen een groep van bekende duurzaamheidsdenkers bijeengekomen die het gedachtegoed van Interface mede vorm hebben gegeven.

Kosten en baten voor het bedrijf van een circulaire aanpak

Interface heeft kosten moeten maken voor investeringen in duurzame innovaties. Het gaat daarbij niet alleen om geld, maar ook om tijd, omdat het ontwikkelen en implementeren van nieuwe ideeën tijdrovend is. Het gaat

daarbij bovendien om het investeren in mensen en het veranderen van de bedrijfscultuur. Daar staat, op termijn, gemotiveerd personeel tegenover dat actief meedenkt over efficiënte productieprocessen.

Interface zet steeds meer in op het verkopen van diensten in plaats van producten. Het tapijt blijft eigendom van Interface en de klant koopt 'bekleding'. Om ervoor te zorgen dat een product langer blijft liggen, wordt een onderhoudsdienst aangeboden. Dit doet men in samenwerking met partners.

Door het recyclen is het bedrijf minder afhankelijk geworden van ruwe grondstoffen, met name aardolie. Daarnaast horen bij de financiële baten ook een duurzamere klantenbinding, omdat onderhoudsservices worden ontwikkeld die gericht zijn op verlenging van de levensduur van het tapijt. Onder de baten vallen ook de sociale aspecten. Het is belangrijk dat de werknemers tevreden zijn en actief meewerken aan verbetering van bedrijfsprocessen. Verder is het duurzame imago van belang. Het bedrijf heeft diverse prijzen gewonnen op het gebied van duurzaamheid.

Schema 8 Kosten en baten circulaire aanpak voor het bedrijf.

Kosten	Baten
Investeren in innovaties	Besparingen, onder andere op grondstoffen
Investeren in mensen om innovaties te bedenken en uit te werken	Minder afhankelijk van prijs van ruwe grondstoffen
	Klantenbinding onder andere door reputatie
	Sociale aspect, heeft onder andere invloed op bedrijfscultuur

Kosten en baten voor de maatschappij van een circulaire aanpak

Tapijttegels zijn een petrochemisch product. Het nylon voor de garen wordt gemaakt van aardolie. Dankzij besparingen en recyclen is minder grondstof nodig. Nu al zijn er tapijttegels met 100% gerecycled garen en 70% gerecycled materiaal in de rug (onderkant tapijt). Het hergebruiken van oude visnetten heeft een direct positief effect op natuurbehoud. Afgedankte visnetten op de zeebodem zijn schadelijk voor het zeeleven.

Schema 9 Kosten en baten circulaire aanpak voor de maatschappij.

Kosten	Baten
Tapijt is product gebaseerd op fossiele brandstoffen (nylon). Bij hergebruik verminderen deze kosten echter.	Minder gebruik van olieproducten (en daarbij verlaging broeikasgassen als nylon hergebruikt in plaats van verbrand wordt tijdens afvalverwerking)
	Gebruik van oude visnetten: behoud zeeleven



Conclusie : Afval krijgt waarde

De voorbeeldstudies laten bedrijven en initiatieven zien die het principe van circulaire economie toepassen. Alle voorbeelden gaan over het nuttig gebruik maken van wat voorheen afval was. Afval had vaak een negatieve waarde. Het kost immers geld om afval te verwerken. De grilligheid van de prijzen van grondstoffen laat zien dat hier een verandering gaande is: zo levert metaal, karton, glas, plastic, gft en textiel als afval steeds vaker geld op. Alleen restafval heeft een duidelijke negatieve waarde omdat recycling van nog bruikbare grondstoffen uit restafval erg duur is. Een van de doelstellingen uit de Kamerbrief 'Van Afval naar Grondstof' is dan ook om de stromen van restafval te minimaliseren. Een belangrijke constatering daarbij is dat de kosten voor technologie en arbeid lager moeten zijn dan de toegevoegde waarde (waarde product minus uitsparen kosten afvalverwerking). Vaak is dit nog een belemmering, omdat afvalverwerking niet of nauwelijks geprijsd is voor de producent. Maar op gemeentelijk niveau zijn ontwikkelingen gaande om afval beter te verwaarden. De studie naar deze ontwikkelingen viel echter buiten het onderwerp van dit project.

De kern van de voorbeeldstudies is het zuiniger omgaan met grondstoffen. Bovendien waren de voorbeelden zo geselecteerd dat alle genoemde initiatieven actief bijdragen aan behoud van biodiversiteit. Grondstoffen en biodiversiteit zijn onderdeel van ons natuurlijk kapitaal. Veelal leidt hergebruik van grondstoffen en behoud van biodiversiteit ook tot minder CO₂-uitstoot, en draagt daarmee bij aan een vermindering van klimaatverandering.

Het karakter van de grondstoffen bepaalt mede hoe circulaire processen ingericht worden. Een onderscheid is te maken tussen processen waarbij het materiaalgebruik vanaf het begin van het productieproces aangepast wordt, zodat materialen later hergebruikt kunnen worden (geldt voor Park 2020, maar ook voor Interface) en processen waarbij afval van een sector of keten wordt ingebracht als grondstof voor een andere sector of keten (afvalwater CSM en mest). Het concept Cradle2Cradle wordt gebruikt om dit verschil aan te duiden. Het ministerie van I&M concludeert in haar Tweede Kamerbrief dat de inzet zich tot nu toe voornamelijk richt 'op de achterkant van de keten', met andere woorden op het hergebruik van

Schema 10 De waarde van afvalstoffen en behoud van natuurlijk kapitaal.

Afvalstof	Negatieve waarde	Positieve waarde	Behoud grondstoffen	Behoud en/of verbetering biodiversiteit
Tapijttegels	Verwerking, stort, afvalstoffen belasting	Herbruikbaar als uitgangsmateriaal voor productie tapijttegels (polymeren)	Behoud aardolie	Hergebruik visnetten voorkomt dat flora en fauna stikt in netten op zeebodem
Bouwmateriaal	Verwerking, stort, afvalstoffen belasting	Herbruikbaar als bouwmateriaal	Behoud bouwmaterialen (hout, koper, e.d.)	Naast hergebruik ook aanleg park en aandacht voor natuur in directe omgeving
Afvalwater	Kosten voor waterzuivering	Input voor productieproces	Behoud visstand	Algegebruik voor productie Omega-3 vermindert visvangst
Mest met fosfaat	Kosten voor verwerking mest, negatieve effecten op milieu en natuur	Terugwinning van fosfaat van hoge kwaliteit	Behoud fosfaat (m.n. in mijnen)	Minder fosfaat in milieu in Nederland is positief voor biodiversiteit

afvalstromen. De overgang naar een circulaire economie vraagt een extra transitiestap, zodat er bij de productie al rekening mee gehouden wordt dat een product na verloop van tijd afgedankt en gerecycled wordt. Bij Interface en Park 2020 wordt bij de productie al rekening gehouden met het hergebruik van de materialen.

Bij Park 2020 houdt men bij de productie van gebouwen al rekening met toekomstig hergebruik van de materialen. Men bouwt zo dat de materialen opnieuw te gebruiken zijn en geven de toekomstige eigenaar (investeerder) hiervoor een 'handleiding demontage' mee. Bij investeringsbeslissingen speelt tijd een belangrijke rol: men investeert nu in een gebouw waarvan de materialen hergebruikt kunnen worden, maar het hergebruik van de materialen zal pas over vele jaren plaatsvinden. Men verwacht dat dit rendabel is door de stijging van de grondstoffenprijzen.

In discussies over circulaire economie wordt vaak gesproken over de schaal: vanuit duurzaamheidsoogpunt is het onwenselijk om grondstoffen over grote afstanden te transporteren. De voorbeelden laten zien dat circulair werken gepaard kan gaan met meer transport (bijvoorbeeld voor het ophalen van de tapijttegels en vervoer naar recyclage). De voorbeelden laten ook zien dat het vaak lastig is strikt te denken in regionale en internationale kringlopen. De terugwinning van fosfaat in Nederland kan niet los worden gezien van de winning van fosfaat in Marokko, en de afzet in Frankrijk. De winning van Omega-3 uit algen levert niet alleen een product op dat over de wereld wordt verkocht, maar kan ook een bijdrage leveren aan het tegengaan van overbevissing in de Stille Oceaan.

Tot slot, in een aantal cases zien we dat de circulair werken publieke baten op kan leveren (bijvoorbeeld minder CO₂-emissies, vermindering visvangst). Deze baten zijn niet terug te vinden in de business case van circulaire economie. Nieuwe financieringsmechanismen voor gebruik en bescherming van klimaat en ecosysteemdiensten zouden hier verandering in kunnen brengen.

Vervolgonderzoek

Vanwege de beperkte omvang van de studie moest het aantal voorbeeldstudies beperkt blijven. Het betreft dan ook een eerste inventarisatie van bedrijven in Nederland die (aspecten van) circulaire economie toepassen. Voor 2014 staat een vervolgonderzoek gepland. De hier beschreven voorbeelden zullen dan verder worden

uitgediept, en worden aangevuld met andere voorbeelden die gericht zijn op biotische, natuurlijke kringlopen.

Literatuur

Ellen Mac Arthur Foundation, 2012, Towards the circular economy – Economic and business rationale for an accelerated transition.

Ellen Mac Arthur Foundation, 2013, Towards the circular economy 2 – Opportunities for the consumer goods sector.

Fukujita, Yuki, Harry Olde Venterink, Peter M. van Bodegom, Jacob C. Douma, Gerrit W. Heil, Norbert Hölze, Ewa Jablonska, Wiktor Kotawski, Tomasz Orkuszko, Pawel Pawlikowski, Peter C. de Ruiten en Martin J. Wassen, 2013, Low investment in sexual reproduction threatens plants adapted to phosphorus limitations, in: Nature, 17 november 2013

Jackson, Andrew, 2012, Fishmeal and fish oil and their role in sustainable aquaculture. <http://www.iffonet.com/downloads/Publication/International%20Aquafeed%20Article%20September%202012.pdf>

Jonker, Jan, 2013, Werken aan de Weconomy – Duurzaamheid coöperatief organiseren, Kluwer

Kamerbrief 8 maart 2013, Ministerie van Economische Zaken, getiteld: Vooruit met natuurbeleid

Kamerbrief 28 maart 2013, Ministerie van Economische Zaken, getiteld: Groene Groei: voor een sterke, duurzame economie.

Kamerbrief 20 juni 2013, Ministerie van Infrastructuur en Milieu, getiteld: Van afval naar grondstof.

Planbureau voor de Leefomgeving, 2012, Compendium voor de Leefomgeving, website <http://www.compendiumvoordeleefomgeving.nl/indicatoren/nl1522-Milieudruk-op-natuur.html?i=17-108>.

Regeerakkoord, 2012, 'Bruggen slaan', regeerakkoord VVD – PvdA, 29 oktober 2012.

Interviews

AlgaeBiotech: Guido Evers, 28-3-2013, door Sander van den Burg.

CSM: Edwin de Munck, 7-5-2013, door Sander van den Burg.

Fosfatenkringloop: Wouter de Buck (secretaris Nutriëntenplatform) en Arnaud Passenier (Ministerie van I&M), 13-6-2013, door Marie-José Smits en René Verburg.

Interface: Geanne van Arkel, 27-2-2013, door Marie-José Smits en Sander van den Burg.

Park 2020: Owen Zacchariasse, 25-3-2013, door Sander van den Burg.

Contact
LEI Wageningen UR
Postbus 29703
2502 LS Den Haag
www.wageningenUR.nl/lei

Marie-Jose Smits
Senior Onderzoeker
LEI Wageningen UR
T (070) 335 82 96
E marie-jose.smits@wur.nl

Marnix Koopmans
Directie natuur en Biodiversiteit
Team Natuurlijk! Ondernemen
T (070) 379 89 11/378 68 68
j.m.koopmans@minez.nl



LEI 13-087
BO-11-012-015