

**ITINERA**

Expertise - Pathways - Impact

Circulaire industrie: de sleutel tot een grondstofrijke Belgische toekomst

10 bouwblokken richting de vestiging van grondstofefficiëntere
productiesystemen

Stijn Ronsse
Korneel Rabaey
Simon De Corte
Koen Schoors
Ingmar Nopens
Jan Arends

Contents

Dankwoord	4
Executive summary	5
Inleiding	7
DEEL 1 Wat is circulaire economie en industrie?	9
DEEL 2 Waarom zal circulariteit doorbreken?	13
2.1. De noodzaak van een circulair systeem	13
2.2. Wanneer breekt circulariteit door?	15
DEEL 3 Waarom moet België volop de kaart van circulaire industrie trekken?	17
3.1. Vanuit economische modellen	17
De locatietheorie	17
Scenario 1: de transportkosten stijgen	18
Scenario 2: de transportkosten op lange termijn dalen	19
Scenario 3: een foutieve inschatting van de transportkosten	20
3.2. Opportuniteit voor België	20
Import/exportpotentieel	21
Het Belgisch industrieel apparaat als voedingsbodem	21
Weinig primaire grondstoffen	23
Sterke wetenschappelijke spelers	25
Sterke opleidingscentra	26
DEEL 4 Acceleratoren van een circulaire industrie	27
Bouwsteen 1. Versnel de doorbraak en uitrol van nieuwe technologische kennis	28
Bouwsteen 2. Durf anders denken en status quo in vraag te stellen	29
Bouwsteen 3. Kijk naar het volledige verhaal (<i>the "big picture"</i>)	30
Bouwsteen 4. Van <i>policy push</i> naar <i>market pull</i> : normen/doelstellingen en openbare aanbestedingen als "systeemregelaars"	31

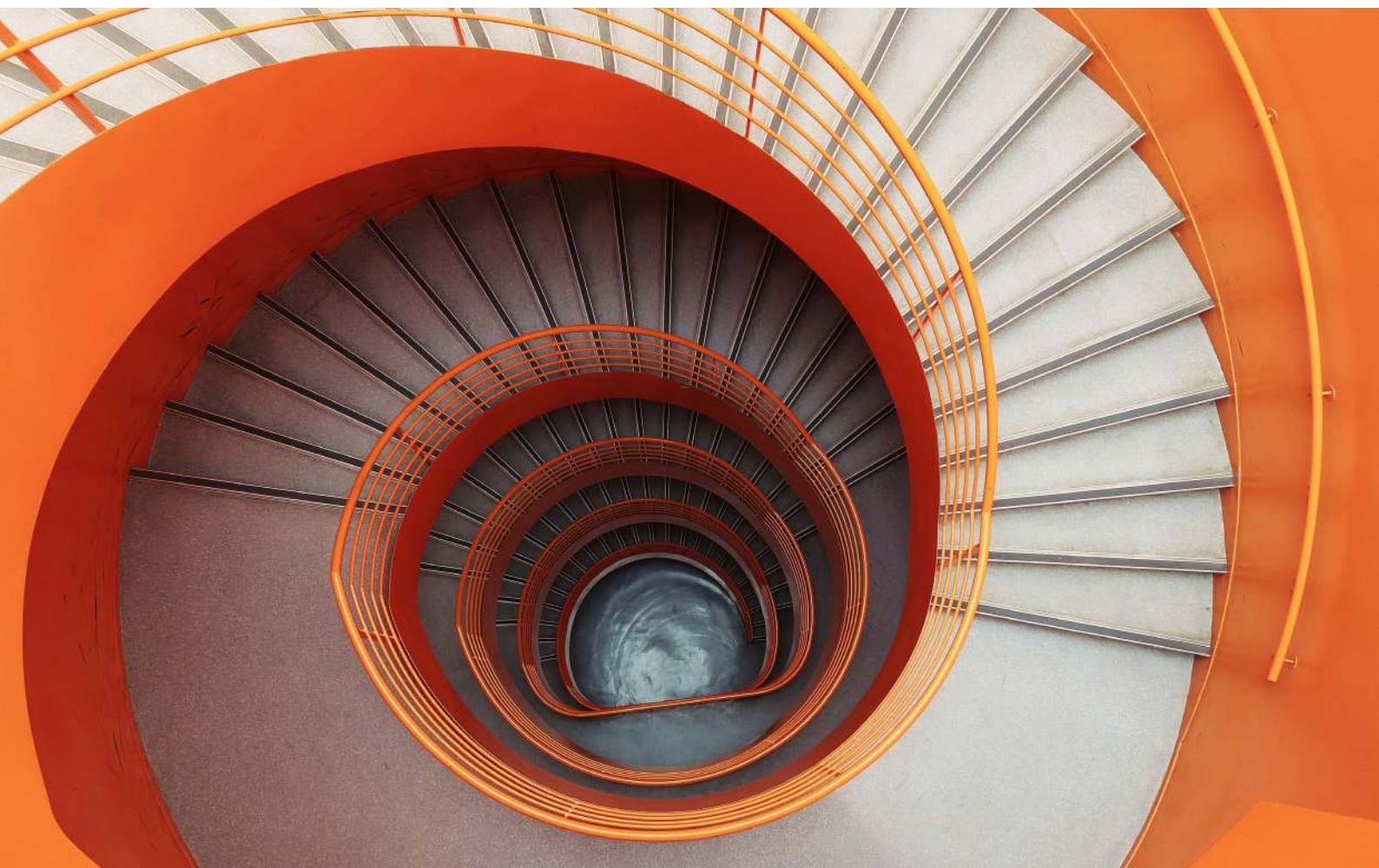


Bouwsteen 5. Betrek de volledige waardeketen	32
Bouwsteen 6. Ontwerp producten en infrastructuur voor een circulaire industrie	33
Bouwsteen 7. Aanvaard initiële verliezen, gekaderd in een perspectief van winst op langere termijn	35
Bouwsteen 8. Afstemming tussen de verschillende beleidsniveaus	36
Bouwsteen 9. Maak maximaal gebruik van digitalisatie	36
Bouwsteen 10. Laat de curve niet afremmen: knelpunten in actie	37
Conclusie	39
Bibliografie	41



Dankwoord

Allereerst bedanken wij Itinera Institute voor de kans om dit idee en deze visie uit te werken. Daarnaast erkennen wij met veel plezier dat de opbouw en argumentatie is verrijkt door een feedback-panel. De intellectuele input die zij leverden om de gehele argumentatie uit te werken is aanzienlijk. Wij zijn dankbaar voor de variatie aan expertise vanuit welk oogpunt deze tekst werd doorgelicht en de bereidheid om samen tot dit document te komen. Vanuit dat oogpunt bedanken wij dan ook graag Manfred Van Vlierberghe, Egbert Lox, Walter Eevers, Petri Mast, Milko Burkard, Tomas Wyns, Johan Albrecht, Ivan Van de Cloot, Raf Suys, Karl Lauwers en Brigitte Mouligneau. Tenslotte willen wij professor Eric Pirard (ULg) bedanken voor de geleverde input.



Executive summary

Grondstoffen waren, zijn en zullen als onontbeerlijke productiefactoren een basiselement blijven van een gezond economisch weefsel. Garantie van voldoende beschikbaarheid is dan ook een belangrijke factor van competitiviteit en lijkt alleen maar aan belang te winnen. In deze studie richten wij ons specifiek op de mogelijkheden van circulaire modellen om hierop in te spelen. Deze laten toe om niet alleen de beschikbaarheid van grondstoffen te verzekeren, maar gelijktijdig ook de negatieve economische en maatschappelijke impact van end-of-life producten en nevenstromen aan te pakken. Zo zien wij dat het voor een land als België cruciaal is om een langetermijnvisie voor grondstoffen te ontwikkelen en hiervoor een effectieve circulaire industrie op te zetten. Deze dient zich zowel te richten op een beter beheer van primaire grondstoffen, als op de productie van secundaire grondstoffen en kan zo toelaten om blijvend een innovatieve industrie te huisvesten (zonder in te boeten aan levenskwaliteit).¹

Vanuit onze verwachting dat één van de volgende industriële en maatschappelijke revoluties de doorbraak van circulariteit zal zijn, is het belangrijk om hierop nu reeds proactief in te spelen en de hier aan vasthangende economische opportuniteiten volop te benutten. Niet alleen biedt lokale circulariteit op economisch vlak veel mogelijkheden doordat een sterke markt gecombineerd wordt met een continue aanvoer van secundaire grondstoffen, het biedt ook geopolitieke zekerheid waarbij een regio onafhankelijker is van haar grondstoffentoevoer (wat voor België cruciaal is gezien de lokale geringe beschikbaarheid van primaire grondstoffen). Bovendien is er een goede basis aanwezig om een sterke circulaire industrie te huisvesten. Zo is er een interessant economisch weefsel (met een sterke aanwezigheid van chemie-, staal-, non-ferro, (vee)voedings- en een typische maakindustrie), zijn er sterke kennis- en onderzoeksinstituten, is er een groeiende affiniteit bij de bevolking rond circulariteit en is er een sterke logistieke sector (water-, weg- en spoorverbindingen) aanwezig in het hart van Europa.

De aanwezige troeven alleen zijn echter niet voldoende, ze dienen op een juiste wijze strategisch ingezet te worden. Het is voor België reeds vijf voor twaalf om zich te positioneren in deze ontwikkelingen en om duidelijke keuzes te maken over wat de focuspunten op vlak van circulariteit moeten worden. Het doorbreken van een visie, idee of technologie kan lang duren en verloopt typisch via een zogenaamde S-curve die, afhankelijk van de sector, tientallen jaren nodig kan hebben om het maturiteitsplateau te bereiken. Vanuit de overtuiging dat we nu in de aanloopfase van de circulaire S-doorbraak zitten, is de vraag die wij in deze studie beantwoorden: lerend uit het verleden, wat kan de curve voor een circulaire industrie versnellen? In deze studie identificeren we 10 bouwstenen die hiertoe kunnen bijdragen en die verder in de tekst worden uitgewerkt². Deze zijn:

¹ Vanuit de feedbackgroep kwam de opmerking dat er verschillende manieren zijn om naar levenskwaliteit en vooruitgang te kijken, bijvoorbeeld vanuit een kapitalistisch geïnspireerd of vanuit een ander standpunt. Wij zijn ons bewust dat deze discussie gevoerd wordt, maar dit rapport is te summier om hier dieper op in te gaan. Vanuit dat oogpunt richten wij ons op de centrale vraag: hoe kan België er in slagen om een sterk economisch en circulair weefsel aan zich te binden. Voor meer info over indicatoren voor een circulaire economie, zie het *EASAC-rapport: Indicators for a circular economy*.

² Deze gaan ook voor duurzaamheid in de bredere zin op, maar zijn concreet toepasbaar op het doorbreken van een circulaire industrie.



1. **Versnel kennisdoorbraak:** ondersteun alle aspecten van kennisdoorbraak, van opbouw over demonstratie tot implementatie.
2. **Denk anders:** durf na te denken over nieuwe technologie los van de beperkingen in de status quo en lock-ins.
3. **Denk aan het grote plaatje:** bekijk het volledige verhaal eerder dan een deelaspect, zodat je de pijlen op het juiste doel richt.
4. **Durf standaarden te zetten:** standaarden en normen creëren een *level playing field* en kunnen zeer snel sectoren vooruit drijven. Ze kunnen ondersteund en aangezwengeld worden door circulair aanbesteden en fiscaliteit.
5. **Denk integraal:** betrek alle nodige bouwstenen langs het innovatietraject, en betrek alle noodzakelijke sectoren met sterke aandacht voor het maatschappelijk draagvlak. Dat laatste accelereert de S-curve.
6. **Ontwerp voor circulariteit:** de architectuur van een industriegebied of haven moet circulariteit mogelijk maken door met alle in- en outputs rekening te houden. De industriële ecologie moet goed zitten. Daarnaast moeten producten zich ook lenen voor een nieuwe rol, denk hierbij aan de concepten "*design for recyclability*" en "*design from recycling*".
7. **Durf verliezen op korte termijn:** ondernemen is (berekend) risico's nemen en in een eerste fase zullen ontwikkelingen ook een bereidheid tot verliezen meebrengen. Methanol uit CO₂ en hernieuwbare energie is op korte termijn duurder dan uit schaliegas. Aanvaard het traject, investeer in leergeld, en werk samen met alle stakeholders een oplossing uit die op termijn leidt tot een economisch positief scenario voor de regio.
8. **Integreer beslissingsniveaus:** rond circulaire industrie dient er één slagkrachtig overlegplatform te zijn, met één niveau dat de krijtlijnen uittekent in interactie met de beleidsniveaus die er invulling aan geven.
9. **Denk digitaal:** circulaire industrie brengt meer complexiteit mee dan lineaire industrie, de instrumenten voor digitalisering zijn voldoende gerijpt om deze complexiteit te beheersen en via bijvoorbeeld *digital twins* voorspellend, lerend en controlerend vermogen in te bouwen.
10. **Laat niets de transitie afremmen:** knelpunten zijn verdoken opportuniteiten en mits een goede strategie zijn ze, tenzij de wetten van de natuur geschonden worden, oplosbaar. De huidige prijs van waterstof is niet die van pakweg 5, 10 of 20 jaar geleden en dus moet haalbaarheid van nieuwe ontwikkelingen bekeken worden in het correcte tijdsplan.

Deze tien bouwblokken moeten deel uitmaken van een geïntegreerde en breed gedragen agenda. Enkel door het beleid uit te zetten met politici, wetenschappers, industriëlen en burgers die over sectoren heen een visie durven poneren (die niet geremd is door een *lock-in* gebaseerd op de huidige situatie en die de bovenstaande bouwstenen als mantra nemen) kan de transitie naar een succesvolle circulaire industrie gegarandeerd worden. Dit als onderdeel van de circulaire economie die dan zal vervellen tot gewoonweg "de economie".



Inleiding

Het tijdig inspelen op industriële omwentelingen is van cruciaal belang om als regio competitief te zijn en te blijven. De sociaal-economische geschiedenis van de laatste 250 jaar kan gezien worden als een steeds snellere opeenvolging en opstapeling van technologische golven gaande van de industriële revolutie, het stoomtijdperk, de tijd van staal/energie, de tijd van auto's, olie en massaproductie en ten slotte het informatie- en communicatietijdperk (dat gebeurt natuurlijk al veel langer, maar we vertrekken vanuit het kader voorgesteld door Carlota Perez).³ Geen enkele van deze golven was enkel het resultaat van technologische veranderingen. Elke nieuwe doorbraak werd gekenmerkt door begeleidende veranderingen op maatschappelijk, socio-economisch en beleidsmatig vlak die deze technologische doorbraak niet alleen mogelijk maakten, maar ze ook bestendigden en versterkten.

We observeren dat transitiegolven een typisch S-vormig patroon vertonen, met een fase van opkomst, verspreiding, volle ontwikkeling en tenslotte afvlakking. Inzicht in deze golven is belangrijk om proactief te kunnen anticiperen op de volgende technologische doorbraak. We zouden ons kunnen beperken tot een afwachtende houding. Echter, wij pleiten voor een actief regisserende rol waarbij voorwaarden worden geschapen waarbinnen verschillende economische actoren en technologische spelers alle kansen krijgen zich te ontwikkelen, met een lange termijnvisie op de ambitieuze doelstellingen die een maatschappij wil bereiken.

Hoewel de "vierde industriële revolutie" nog volop aan de gang is en waarschijnlijk pas het komende decennium tot volle ontplooiing komt, moeten we nu reeds anticiperen op een volgende verschuiving. Samen met veel waarnemers denken wij dat de volgende golf zich al aankondigt, namelijk het uitbouwen van een volwaardig circulaire economie. Volgens ons wordt dit een volgende technologische, economische, en maatschappelijke revolutie, omdat ze de potentie heeft een antwoord te bieden op de inherente problemen van het huidige maatschappelijke en economische model/systeem gestoeld op de vroegere technologische golven. Alle voorgaande paradigma's hielden geen rekening met enerzijds de uitputting van haar ingangen (i.e. grondstoffen) en anderzijds haar belasting van milieu, klimaat en maatschappij door "ongewenste" uitgangen (afval, vervuiling en uitbuiting). We kunnen de uitputting van de gemeenschappelijke bronnen en de productie van ongewenste nevenstromen niet langer los zien van elkaar. Het verantwoord omgaan met en hergebruik van grondstoffen zal in toenemende mate belangrijker worden om een sterke economie blijvend te verzoenen met milieu- en klimaatdoelstellingen en duurzame ontwikkeling in het algemeen. Alle signalen wijzen er op dat we nu in de opkomstfase van een nieuwe revolutie zitten waarbij grondstoffen en vooral de lokale beschikbaarheid en strategische toegang ertoe opnieuw centraler zal komen te staan binnen de economie.

Technologische mogelijkheden zullen niet alleen toelaten om voluit de kaart te trekken van een circulaire economie, maar zijn zelfs een absolute noodzaak. Om ons economisch model in de toekomst te verduurzamen, moet er enerzijds ingezet worden op het minder afhankelijk maken van de (industriële) productie van haar primaire grondstoffen. Anderzijds moeten nevenstromen gevaloriseerd worden door ze beschikbaar te maken als secundaire grondstoffen. Dit kan het best door producten, diensten en hun productieprocessen te herdenken, zodat de circulariteit er niet achteraf, als een sausje, aan toegevoegd wordt maar er een integrale en constitutieve eigenschap van uitmaakt.

³ Perez, C. (2010). Technological revolutions and techno-economic paradigms. *Cambridge journal of economics*, 34(1), 185-202; Perez, C. (2003). *Technological revolutions and financial capital*. Edward Elgar Publishing.



Als we beide doelen kunnen koppelen resulteert dit in een duidelijke win-win situatie waarbij efficiënter met grondstoffen wordt omgegaan, milieuwinst wordt geboekt en economische activiteit in de regio behouden blijft. Het plaatst de brede regio onmiskenbaar in een geopolitiek sterkere positie.

De cruciale vraag is nu hoe we een regio kunnen klaarstomen om bij het doorbreken van een volgende industriële revolutie een pioniersrol op te nemen. Specifiek voor België willen we beantwoorden hoe het zichzelf kan ontwikkelen tot een regio rijk aan secundaire grondstoffen (die gerecupereerd worden uit afval- en nevenstromen). Dit vereist niet alleen een stevige verankering van bestaande industriële spelers, maar vooral ook het omvormen tot een meer circulair productie-apparaat, inclusief het economische model dat aan de basis ervan ligt. Het is deze vraag die wij in dit document mee trachten te beantwoorden. Dit met erkenning dat veel (pioniers) werk reeds gebeurd is (bijvoorbeeld door OVAM in de context van vaste afvalstromen) en dat we voortbouwen op expertise die bij veel verschillende relevante actoren in België reeds aanwezig is. Wij vallen deels terug op deze alsook op internationale inzichten, maar trachten in het bijzonder aan het debat bij te dragen door economische en technologische inzichten aan elkaar te koppelen. Specifiek wordt de problematiek benaderd vanuit industriële locatiemodellen, die typisch analyseren waar industriële actoren zich vestigen. We focussen aldus op circulaire industrie als belangrijk onderdeel en, naar ons inziens, motor van de veel bredere circulaire economie.

Om de centrale vraag te kunnen beantwoorden is deze visietekst opgedeeld in vier hoofdstukken. We starten in een eerste deel met een definiëring van circulaire economie en industrie (deze laatste staat centraal in deze visietekst), om vervolgens in een tweede deel aan te geven waarom wij denken dat deze in de toekomst de norm zal zijn. In een derde deel werken we vervolgens de concepten van de industriële locatiemodellen uit en kaderen we waarom België over goede kenmerken beschikt om de circulaire industrie van de toekomst te huisvesten. Dit dient als basis om in een vierde deel aan de hand van bouwblokken aan te geven hoe we het huisvesten van een circulaire industrie zoveel mogelijk kunnen stimuleren.

Tot slot twee opmerkingen. Een eerste is dat de vraag moet worden gesteld binnen welke gebiedsafbakening de doorbraak van een circulaire economie het best bewerkstelligd wordt. Hoewel de tekst opgesteld wordt voor België, bevinden veel hefboomen voor het realiseren van een circulaire economie zich eerder op het regionale niveau en is de positionering in de internationale waardeketen ook een belangrijk onderdeel (zo moeten circulaire ontwikkelingen vaak met een grensoverschrijdende visie aangepakt te worden). Verder in deze visietekst beschrijven wij dat deze twee aspecten in rekening gebracht moeten worden om een circulaire industrie te laten doorbreken. Omdat de uitdagingen voor Vlaanderen en Wallonië gelijk lopen en omdat de verwevenheid met het federale niveau een belangrijke factor is, kiezen wij ervoor om vanuit een Belgisch perspectief te schrijven, maar daarbij voldoende aandacht voor de rol van de regio's te bewaren.

Een tweede opmerking is dat de circulaire economie en de opkomst ervan een complex veld is. Er is een waaier aan materialen en producten waarop kan worden ingezet, met daaraan verbonden technologische mogelijkheden, businessmodellen, relevante actoren, verscheidene interdisciplinaire aspecten, enzovoort. Dit betekent dat er verschillende manieren bestaan om circulaire economie te definiëren en dat er dus verschillende invalshoeken zijn om bovenstaande vraagstelling te benaderen. Het is onmogelijk om deze en de bijhorende nuances allemaal in één enkele tekst te belichten. Wij hebben dan ook niet de intentie om een sluitend overzichtswerk te schrijven, maar vooral een ideeënkader aan de hand van enkele voorbeelden voor te stellen.



DEEL 1

Wat is circulaire economie en industrie?

Hoewel wij in deze visietekst focussen op de circulaire industrie, is het belangrijk om een kadering binnen de bredere circulaire economie te schetsen. Vanuit dat oogpunt beginnen we met dit laatste begrip, om zo te verfijnen tot het eerste.

Stel aan een groep mensen twee vragen: wat is circulaire economie en is circulaire economie belangrijk? Onze inschatting is dat ze de tweede vraag eenvoudiger zullen kunnen beantwoorden dan de eerste. Waarom? Het besef dat circulaire economie in belang toeneemt, is aanwezig bij veel mensen, maar de term wordt zo vaak gebruikt dat er een waaier van verschillende betekenissen aan wordt toegedicht. Het begrip circulaire economie kan dan ook heel breed gaan en behelst vele aspecten. Vanuit dat oogpunt starten we met het definiëren van wat wij er in deze tekst onder verstaan. Een circulaire economie kan worden gedefinieerd (zoals in Morseletto, 2020) als een economisch model gericht op: afvalminimalisatie, waardebehoud op lange termijn, vermindering van afhankelijkheid van primaire grondstoffen en gesloten kringlopen van producten (alook onderdelen) en materialen (en dat allemaal binnen de grenzen van milieubescherming en sociaaleconomische voordelen).⁴

Dat deze definitie nog verschillende interpretaties toelaat, blijkt uit een recent onderzoek waarin de vele definities en woordgebruik binnen het circulaire discours worden verduidelijkt.⁵ Om de verschillende invalshoeken te kaderen, wordt in eerste instantie het onderscheid gemaakt tussen een overkoepelende circulaire maatschappij en een circulaire economie. Bij deze eerste gaat het naast een heropwaardering van grondstoffen, materialen en energie ook over een bredere sociale inclusie, terwijl dit laatste niet meegenomen wordt bij een circulaire economie.⁶

Als we focussen op de circulaire economie, zijn er ook nog verschillende niveaus van minimalisatie van grondstoffen- en materialengebruik. Deze worden samengevat in Tabel 1.⁷ De intuïtie is dat hoe verder je naar rechts gaat, hoe meer sociaal-institutionele factoren essentieel zijn om tot een succes te komen en hoe meer circulair het gehele systeem wordt. Met andere woorden: de vraag naar grondstoffen verminderen is meer circulair dan het produceren van secundaire grondstoffen en energie uit afvalstoffen.

4 Morseletto, P. (2020). Targets for a circular economy. *Resources, Conservation and Recycling*, 153, 104553.

5 Friant, M. C., Vermeulen, W. J., & Salomone, R. (2020). A typology of circular economy discourses: Navigating the diverse visions of a contested paradigm. *Resources, Conservation and Recycling*, 161, 104917. www.cresting.hull.ac.uk/impact/circularity-timeline/

6 Friant, M. C., Vermeulen, W. J., & Salomone, R. (2020). A typology of circular economy discourses: Navigating the diverse visions of a contested paradigm. *Resources, Conservation and Recycling*, 161, 104917.

7 Potting, J., Hekkert, M. P., Worrell, E., & Hanemaaijer, A. (2017). *Circular economy: measuring innovation in the product chain* (No. 2544). PBL Publishers.



Tabel 1. Overzicht verschillende stappen van circulariteit, gebaseerd op de theorie van de verschillende R-schalen van circulariteit.⁸

Productie secundaire grondstoffen en energie	Vraag grondstoffen verminderen	
Zo zinnig als mogelijk gebruik end-of-life	Verlenging levensduur: uitstellen end-of-life	Anders consumeren en produceren
Verbranding met recuperatie van energie	Hergebruik	Processen efficiënter maken
Recyclage	Reparatie	Anders gebruiken (zie bijvoorbeeld product-as-a-service)
	Langer gebruik	

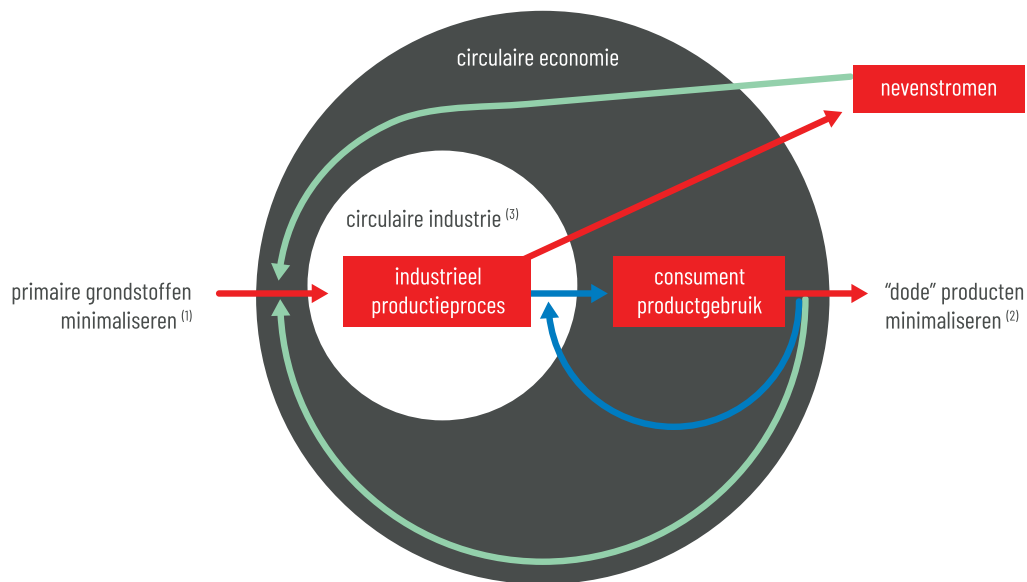
De verschillende niveaus uit tabel 1, worden gevisualiseerd in figuur 1.

Dezelfde drie grote blokken keren daarbij terug:

1. Slimmer gebruik en productie met als doel minimaliseren van het gebruik van primaire grondstoffen voor het productieproces, zodat de linkse rode pijl in figuur 1 minder belangrijk wordt.
2. Het verlengen van de levensduur van de (neven)producten. Deze spelen zich vooral af op het niveau van de industriële productieprocessen (linkse rode rechthoek), de consument/eindgebruiker (rechtse rode rechthoek) en de blauwe pijl (hergebruik, herbestemming).
3. Nevenstromen zoveel mogelijk opwaarderen tot secundaire grondstoffen (zinnig gebruik), wat zich afspeelt op het niveau van de groene pijlen.

⁸ Potting, J., Hekkert, M. P., Worrell, E., & Hanemaaijer, A. (2017). Circular economy: measuring innovation in the product chain (No. 2544). PBL Publishers.





Figuur 1. Circulaire industrie in relatie tot de circulaire economie⁹

Wat tabel 1 en figuur 1 duidelijk maken, is dat er verschillende strategieën bestaan om de consumptie van natuurlijke bronnen en materialen te minimaliseren, waarbij een hogere circulariteit betekent dat producten/ grondstoffen langer in het systeem actief blijven, bij voorkeur met dezelfde kwaliteit, of simpelweg niet verbruikt worden.¹⁰ Het doel moet zijn om zo weinig mogelijk nieuwe grondstoffen en materialen aan te wenden. In een (moeilijk bereikbaar) ultiem systeem kunnen materialen steeds opnieuw gebruikt worden en wordt afval integraal vermeden. Laat ons bij deze dan ook afspreken dat in deze inleiding het woord “afval” voor het laatst gebruikt wordt en dat het in de rest van de tekst beschouwd wordt als een potentiële bron van grondstoffen (die zich helaas soms in een ongewenste vorm, op de ongewenste plaats of op het ongewenste moment manifesteren). We zijn er ons van bewust dat er altijd afvalstromen overblijven, maar het helpt om de boodschap scherp te zetten door het verder te hebben over ofwel primaire (minerale en organische delfstoffen, biomassa, grond- en oppervlaktewater) of secundaire grondstoffen (nevenstromen van productieprocessen en stromen na ge- of verbruik van producten).

Er is een duidelijk momentum in de maatschappij voor het creëren van een circulaire economie, echter, bovenstaande overzichten verduidelijken dat het een transitie is die tijd zal vragen en die nieuwe paradigma’s, regelgevingen, businessmodellen (bijvoorbeeld product-as-a-service; PaaS), nieuwe vormen van consumptie en een nieuw industrieel landschap zal vragen. Wat duidelijk moet zijn, is dat het geen OF verhaal, maar een EN verhaal betreft. Er zullen dus zowel op vlak van gewoontes en gebruiken, regelgeving en op het vlak van technologische mogelijkheden veranderingen tot stand moeten komen.

In deze tekst focussen wij op de rol die de industrie speelt om tot een circulaire economie te komen en specifiek hoe bestaande en nieuwe industriële processen gebruik van nieuwe grondstoffen minimaliseren en maximaal secundaire grondstoffen kunnen produceren. Als we economisch competitief willen zijn in de toekomst, zullen we een industrieel apparaat moeten huisvesten dat hieraan voldoet.

9 Figuur Tim Lacoere

10 Potting, J., Hekkert, M. P., Worrell, E., & Hanemaaijer, A. (2017). Circular economy: measuring innovation in the product chain (No. 2544). PBL Publishers.



De vraag is dus te herleiden tot: hoe kunnen we realiseren dat dit nieuw industrieel landschap, waarbij zowel bestaande als nieuwe bedrijven een rol spelen, in België vorm krijgt? Om dit nieuw industrieel landschap te bereiken moet ingezet worden op drie prioritaire thema's: maximaal vervangen van niet-hernieuwbare grondstoffen, het verbeteren van de efficiëntie van grondstoffengebruik en waarde creëren uit nevenstromen.¹¹ Om deze te realiseren, is niet alleen actie op individueel bedrijfsniveau vereist, maar moeten bedrijven (fysiek of virtueel) aan elkaar gekoppeld worden (wat nevenstroomvalorisatie mogelijk maakt) en zijn industriële actoren vereist die bijdragen tot het opwaarderen van nevenstromen tot secundaire grondstoffen. Kortom, gehele waardeketens dienen herdacht te worden.

Dit is zeker niet de enige mogelijke definitie van wat als een circulaire industrie kan gezien worden, maar in het kader van deze tekst is het de meest logische. Vertrekkend vanuit de vraag hoe België zich tot een grondstofrijke regio op vlak van secundaire grondstoffen kan ontwikkelen, zijn er twee mogelijke routes. Een eerste mogelijkheid bestaat uit het verder ontwikkelen tot logistieke speler van wereldtop zodat België tot een internationale draaischijf van (herwerkte) grondstoffen kan uitgroeien. Een tweede mogelijkheid is ervoor te zorgen dat secundaire grondstoffenproducenten hier landen of operationeel blijven. In de volgende hoofdstukken zullen we zien dat de tweede optie vanuit economisch en maatschappelijk oogpunt de meest interessante is (de eerste optie is een meerwaarde als aanvulling). Met andere woorden, om rijk aan secundaire grondstoffen te worden, moeten industriële spelers die deze kunnen leveren zich in België vestigen of hier verder ontwikkelen.

¹¹ Van Berkel, R., & Fadeeva, Z. (2020). Role of Industries in Resource Efficiency and Circular Economy. In *Waste Management as Economic Industry Towards Circular Economy* (pp. 171-183). Springer, Singapore.



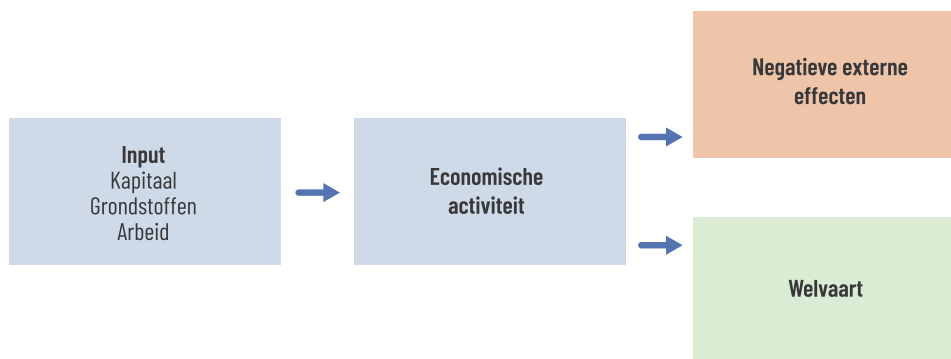
DEEL 2

Waarom zal circulariteit doorbreken?

In dit hoofdstuk beantwoorden we de vraag waarom de volgende revolutie circulair zal zijn. Als argumentatie duiden we eerst de noodzaak om zowel vanuit een maatschappelijke als economische invalshoek in de toekomst hier voluit op in te zetten. Dit laat echter nog veel open op vlak van timing. Radicale technologische doorbraken zijn zowat altijd het resultaat van een samenspel van verschillende *supply-push* en *demand-pull* factoren die dikwijls enkele decennia beslaan.¹² Vanuit dat oogpunt argumenteren we in een tweede deel van dit hoofdstuk waarom we denken dat de verschuiving richting circulariteit nu reeds is ingezet.

2.1. De noodzaak van een circulair systeem

Het huidig economisch systeem kan, sterk vereenvoudigd, weergegeven worden (figuur 2). In een eerste actie worden inputs in de vorm van grondstoffen, arbeid of kapitaal (bij uitbreiding ook energie) geactiveerd om economische activiteit te creëren, wat zorgt voor een stijgende welvaart. In een bijkomende tweede actie creëert deze economische activiteit naast welvaart ook negatieve externe effecten. Dit doet zich voor wanneer economische transacties een negatieve impact hebben op de welvaart van derden die niet rechtstreeks bij de transactie betrokken zijn, zogenaamde *externalized costs*. Denk hierbij aan de negatieve maatschappelijke gevolgen van de uitputting van natuurlijke hulpbronnen, positieve netto CO₂-uitstoot¹³, de verontreiniging van lucht, bodem, oppervlakte- en grondwater, etc. De verschillende vormen van deze effecten worden bijvoorbeeld verduidelijkt in het idee van de *embedded economy*¹⁴, waarin de economie wordt voorgesteld als verweven met de maatschappij en het gehele ecosysteem en waarbij afvalstromen van de eerste de laatste belasten.



Figuur 2. Een basis economisch systeem (op vlak van input vermelden we de belangrijkste productiefactoren. Daarnaast zijn er nog noodzakelijke inputfactoren, zoals energie).

¹² Albrecht, J., & Merlevede, B. (2018). *Oikonomia: inzicht in economie*. OWL Press/Borgerhoff & Lambergits; Oikonomia; Raworth, K. (2017). *Doughnut economics: seven ways to think like a 21st-century economist*. Chelsea Green Publishing.

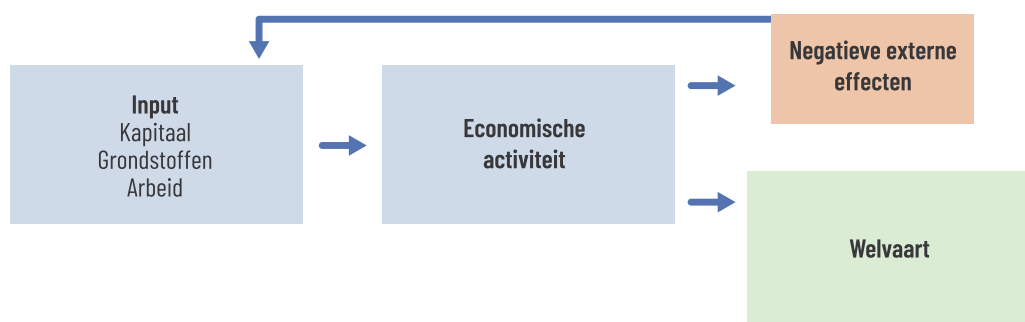
¹³ Let op dat als er sprake is van CO₂-uitstoot, vooral de netto uitstoot een belangrijke factor is.

¹⁴ Raworth, K. (2017). *Doughnut economics: seven ways to think like a 21st-century economist*. Chelsea Green Publishing.



Figuur 2 en het idee van de ingebedde economie verduidelijken dat om de economische activiteit in stand te houden en maatschappelijk aanvaardbaar te maken, er zowel aan de inputzijde als aan de kant van de negatieve externe effecten acties vereist zijn:

- Als we de inputzijde concretiseren tot grondstoffen, dan is de garantie van voldoende grondstoffen van de juiste kwaliteit cruciaal voor het in stand houden van economische activiteit. Een basisvoorwaarde en eerste stap hierbij is het efficiënt gebruik ervan, maar dat is niet voldoende. Aangezien we de natuurlijke voorraden in een snel tempo aan het uitputten zijn (wat tot een toename van negatieve externe effecten leidt), moeten we daarnaast ook alternatieven zoeken. Aangezien dit niet altijd mogelijk en op korte termijn bijzonder moeilijk is, is ook een tweede stap vereist: grondstoffen moeten zo maximaal mogelijk herwonnen en hergebruikt worden.
- Gezien de belasting van economische activiteit op milieu en klimaat, vereist ook het blok van de negatieve externe effecten actie. Het verminderen van de negatieve effecten, bijvoorbeeld door duurzaam product- en procesontwerp, zal zeker een deel zijn van de oplossing zijn, maar zal in veel gevallen niet volstaan. Als we het bijvoorbeeld concretiseren tot de uitstootproblematiek, dan moeten we ernaar streven om van de negatieve externe effecten een opportuniteit te maken door ze niet langer als een welvaartskost te zien, maar net in te zetten als een bron van (secundaire) grondstoffen. De recuperatie en de verwerking van CO₂, waarbij nieuwe producten gecreëerd worden door het opvangen en omzetten van CO₂ is een voorbeeld. Dergelijke systemen hebben tot voordeel dat verschillende negatieve externe effecten worden weggenomen of actief worden omgezet naar nieuwe inputstromen, zodat economische en maatschappelijke belangen alignerend (figuur 3).



Figuur 3. Een basismodel van circulaire economie.

De intuïtie van figuur 3 is duidelijk, het doel moet zijn om primaire grondstoffen zoveel mogelijk te vervangen door secundaire varianten en zo de impact van de negatieve externe effecten te verlagen. Dit zo goed mogelijk realiseren zal echter niet enkel gebeuren door materialen in het proces te recupereren als grondstof, maar ook door de negatieve effecten al aan de basis van het proces te verkleinen door middel van technologische vernieuwingen, nieuwe ontwerpen en gedragsaanpassingen. Deze veranderingen aan de basis van het proces bieden op hun beurt weer vele kansen tot (nieuwe) economische activiteit. Hierdoor zal er geen netto welvaartverlies, maar eerder welvaartwinst kunnen optreden.

Op grond van voorgaande basisprincipes biedt de circulaire economie fundamentele voordelen: betere processen met globaal gezien minder verlies van bruikbare energie (exergieverlies) en minder (primair) grondstoffenverbruik. Het komt er op neer om alle stoffen op het juiste moment op de juiste plaats en in de juiste vorm in de waardeketen te krijgen. Dit is een technologische en organisatorische uitdaging waarbij voor verschillende materialen en stromen een verschillende optimale oplossing gevonden moet worden. In een ideaal circulair ecosysteem kunnen alle reststromen uit een productie bij gratie van beter *integrated process design* door andere spelers als nuttige input gebruikt worden, zodat er op keten- en clusterniveau geen nevenstromen meer zijn, maar grondstoffen.

Vanuit welk oogpunt je het ook bekijkt, het hierboven geschetste systeem van circulaire industrie vertrekt vanuit de ambitie om ook in de toekomst industriële economische activiteit te garanderen. Het is dus niet alleen belangrijk vanuit milieu of maatschappelijke overwegingen, maar evengoed vanuit economische bekommernissen. Er zijn eenvoudigweg niet voldoende grondstoffen in de juiste vorm, plaats en tijd aanwezig om het bestaande lineaire systeem en dus het bestaande welvaartsniveau bij een groeiende bevolking ongewijzigd te handhaven.

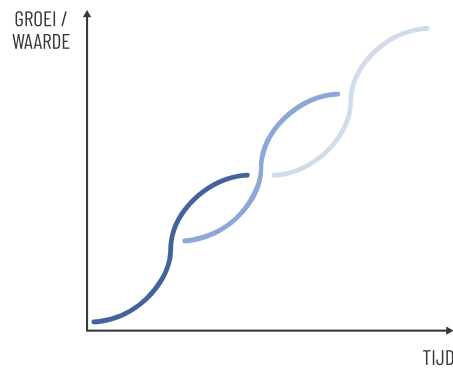
2.2. Wanneer breekt circulariteit door?

Bovenstaande paragrafen verduidelijken de noodzaak van het uitbouwen van een circulaire industrie als vliegwiel voor een volwaardig circulaire economie. De resterende vraag is dan wanneer dit systeem zal doorbreken. In deze sectie ondersteunen wij het idee dat we ons momenteel in de opkomstfase bevinden (voor sommige kringlopen is de circulaire economie reeds een feit). Er is een waaier aan factoren die in dezelfde richting wijst.

Hoewel we kunnen discussiëren over de timing, zijn er duidelijk signalen dat circulariteit aan belang wint. Typisch zien we dat techno-economische paradigmaverschuivingen volgens eenzelfde patroon geschieden en elkaar aflossen. Het ziet eruit als een patroon van afwisselende S-vormige curves (figuur 4). Zo toont de donkerblauwe curve bijvoorbeeld de evolutie van internettechnologie, de lichter blauwe die van industrie 4.0 en de lichtste die van circulaire economie. Voor elke technologische doorbraak en dus elke curve zijn er vier fases: de uitrol, de doorbraak, de maturiteit en de uitlopers.¹⁵

¹⁵ Perez, C. (2010). Technological revolutions and techno-economic paradigms. Cambridge journal of economics, 34(1), 185-202; Perez, C. (2003). Technological revolutions and financial capital. Edward Elgar Publishing.





Figuur 4: schematische weergave van opeenvolgende industriële revoluties. De transities beslaan verschillende jaren.¹⁶

Deze opeenvolgende golven breken door als er een reeks aan factoren in dezelfde richting beweegt en de nodige omkadering aanwezig is. Niet alleen de technologische mogelijkheden nemen vorm aan, ook de maatschappelijke, beleidsmatige en economische aspecten komen op dezelfde lijn. Het is onze analyse dat dit momenteel gebeurt op vlak van circulaire economie. Technologisch zijn er in toenemende mate oplossingen beschikbaar die recuperatie van nevenstromen tot secundaire grondstoffen mogelijk maken. Dit gaat gecombineerd met toenemende R&D-investeringen die deze tendens alleen maar zullen versterken. Op economisch vlak werd de absolute noodzaak in bovenstaande paragrafen beschreven. Momenteel zijn herwonnen secundaire grondstoffen vaak nog duurder dan primaire grondstoffen, de verwachting is echter dat dit verschil kleiner wordt naarmate 1) de marktschaal, kwaliteit en kennis van secundaire grondstoffen groter wordt en 2) schaarste van primaire grondstoffen hun relatieve prijs zal opdrijven. Hoewel deze laatste relatie niet altijd lijkt op te gaan (onder meer door technologische vooruitgang en lobbymacht, zie verder), is het de verwachting dat voldoende schaalgrootte de prijs zal verlagen (als effect van vraag en aanbod). Bovendien merken we op maatschappelijk en beleidsmatig vlak tevens een almaar toenemende aandacht voor circulaire economie en de negatieve impact van de huidige lineaire modellen. Voorbeelden zijn de aandacht van de Green Deal voor circulaire economie¹⁷, het belang van circulariteit in allerlei subsidiekanalen en de groeiende publieke weerstand tegen de steeds meer zichtbare negatieve externe effecten (figuur 2).

Het samengaan van deze technologische, maatschappelijke, economische en beleidsmatige aspecten lijkt een ideaal kader te vormen waarbinnen de circulaire economie tot wasdom kan komen. Tot slot heeft de coronacrisis pijnlijk geïllustreerd dat de wereldwijde wederzijdse afhankelijkheid voor strategische grondstoffen en goederen tevens een grote systeemzwakte illustreert wanneer wereldwijde productieketens onder druk komen te staan, door bijvoorbeeld een conflict of een pandemie. Een meer circulair economisch model heeft daarom het bijkomende voordeel dat het de veerkracht van het lokale en regionale economisch weefsel kan vergroten en de afhankelijkheid van buitenlandse strategische leveranciers kan verminderen.

¹⁶ Gebaseerd op Christensen, C. M. (1992). Exploring the limits of the technology S-curve. Part I: component technologies. *Production and Operations Management*, 1(4), 334-357; Perez, C. (2010). *Technological revolutions and techno-economic paradigms*. Cambridge journal of economics, 34(1), 185-202; Perez, C. (2003). *Technological revolutions and financial capital*. Edward Elgar Publishing. Een gelijkaardige figuur is ook te vinden in Ronsse, S. (2021). *Als de raket niet opgaat: 12 valkuilen van innovatie*. Pelckmans.

¹⁷ https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/european-green-deal_nl

DEEL 3

Waarom moet België volop de kaart van circulaire industrie trekken?

Bij strategische investerings- en stimuleringsbeslissingen moet niet alleen rekening gehouden worden met economische en technologische verschuivingen, maar ook met historische en bestaande kenmerken van een regio om een passend industrieel weefsel uit te bouwen. In dit hoofdstuk duiden wij dat België er niet alleen alle baat bij heeft om de kaart van circulariteit te trekken, maar ook dat de regio over kenmerken beschikt waardoor het tot een wereldspeler in circulariteit kan uitgroeien. Als de kaarten goed gespeeld worden, is het Belgisch economisch en maatschappelijk weefsel een uitstekende voedingsbodem om industriële wereldspelers binnen de circulaire economie te huisvesten. Maar beginnen doen we met de vraag waarom België moet inzetten op de circulaire industrie.

3.1. Vanuit economische modellen

De locatietheorie

De spreiding van de economische activiteit over verschillende regio's is niet het gevolg van een willekeurig proces, maar volgt economische wetmatigheden. De logica is dat dit voor circulaire industriële actoren niet anders zal zijn. We kunnen dus door economische locatietheorieën te bestuderen, analyseren waar circulaire industriële spelers zich naar alle waarschijnlijkheid zullen ontwikkelen en tot wasdom zullen komen.

Als we de historische vestigingspatronen van industriële actoren empirisch bekijken, wordt duidelijk dat deze zich altijd vestigen ofwel nabij grote en stabiele markten, ofwel nabij grondstoffen. Twee denkkaders zijn daarbij toonaangevend:

- De klassieke economische denkkaders, die allemaal verder bouwden op het basismodel van *Heckscher-Ohlin (HO)*, benadrukten in de een of andere vorm vooral de nabijheid tot land (lees grondstoffen), kapitaal, en menselijk potentieel, om de locatie en spreiding van economische activiteit te verklaren.¹⁸
- Paul Krugman ontwikkelde een nieuw dominant theoretisch denkkader, de *New Economic Geography (NEG)*, dat schaafeffecten en nabijheid tot consumenten en andere industrieën centraal stelt in de verklaring van de locatie en spreiding van economische activiteit.¹⁹

In de loop van de economische ontwikkeling van een bepaalde regio zien we dikwijls dat de nabijheid tot grondstoffen aanvankelijk de locatie van economische activiteit dicteert, maar dat dit in latere fasen van de ontwikkeling verschuift naar een toenemend belang van de nabijheid van sterke markten. Hoewel er ook andere factoren spelen, zoals historische verankering, zijn transportkosten hierbij één van de bepalende factoren

¹⁸ Zie Midelfart-Knarvik, K. H., Overman, H. G., Redding, S. J., & Venables, A. J. (2000). The location of European industry.

¹⁹ Krugman, P. (1998). What's new about the new economic geography?. *Oxford review of economic policy*, 14(2), 7-17; Midelfart-Knarvik, K. H., Overman, H. G., Redding, S. J., & Venables, A. J. (2000). The location of European industry.



(voor industriële locatiepatronen).²⁰ Zolang transportkosten als hoog worden ervaren, zijn economische spelers genoodzaakt zich te vestigen nabij grondstoffen, omdat het importeren van grondstoffen te duur zou zijn voor een levensvatbaar economisch model. Zodra de transportkosten laag genoeg zijn, wordt het rendabel om globale productieketens op te zetten en de finale producten zo dicht mogelijk nabij sterke markten te produceren.²¹

Als transportkosten de cruciale factor zijn in locatietheorieën, kunnen we verwachten dat dit voor toekomstige vestigingspatronen van circulaire industriële activiteit ook het geval zal zijn. Daarom bekijken we mogelijke locatiepatronen vanuit drie verschillende scenario's: een stijging van de transportkosten, een daling van de transportkosten of een foutieve inschatting van de transportkosten. Hierbij aansluitend wordt het belang van geopolitieke zekerheid belicht. Volgende paragrafen moeten duidelijk maken waarom het zo belangrijk is om een circulaire industrie hier in België te kunnen verankeren.

Scenario 1: de transportkosten stijgen

Transportkosten zullen op korte termijn allicht stijgen omdat de brandstof-gerelateerde emissies verder belast zullen worden en er voorlopig nog onvoldoende rendabele alternatieve transporttechnologieën zijn. Daarnaast is het mogelijk dat nationalistische en deglobaliserende tendensen transportkosten zullen verhogen. Denk hierbij aan langere procedures aan grenzen (Brexit) en langere transportroutes voor alternatieve bronnen (dit is niet te verwarren met een stijging in grondstoffenkost door tarieven, schaarste en andere mechanismen). Het scenario van stijgende transportkosten, wat we op korte termijn met redelijke zekerheid mogen verwachten, zal er toe leiden dat het in stand houden van wereldwijde productieketens veel duurder wordt. Hierdoor zal het huidige globale productiesysteem onder druk komen te staan. Deze uitkomst van relatieve deglobalisering wordt nog waarschijnlijker wanneer we de CO₂ douaneheffing (*carbon border adjustment tax*) in rekening brengen waaraan de EU momenteel werkt. In dit scenario moeten we volop inzetten op het herwinnen van secundaire grondstoffen uit nevenstromen, want de grotere beschikbaarheid van lokale (secundaire) grondstoffen (en de daaruit voortvloeiende lagere afhankelijkheid van buitenlandse primaire grondstoffen) zal er in het eenvoudige HO-model altijd voor zorgen dat er meer economische activiteit aangetrokken wordt. Denk hierbij bijvoorbeeld aan de aanwezigheid van batterijgrondstoffenrecyclage voor het aantrekken van een productiecluster van elektrische wagens of de aanwezigheid van warmtenetwerken voor bepaalde industriële en residentiële investeringen.

In een eerste fase met hogere transportkosten is het niet alleen de uitdaging circulaire processen te bedenken met herwinning van secundaire grondstoffen. Daarbij aansluitend is het essentieel economische modellen uit te bouwen die de maximalisatie op bedrijfsniveau overstijgen en in staat zijn de maximalisatie op waardeketenniveau te ondersteunen. Deze nieuwe circulaire processen zullen, door hun aard, minder globaal zijn dan ons huidige systeem. De locatie zal bepaald worden door goede regionale transportinfrastructuur (havens, sporen, wegen, pijplijnen), de nabijheid van markten voor deze goederen en diensten, correct geschoolde werknemers op alle niveaus en vooral positieve agglomeratie-effecten tussen de betreffende bedrijven. Omdat het gaat om geïntegreerde waardeketens, is er bovendien sprake van sterke complementariteit tussen de verschillende bedrijven in deze waardeketens, en zal nabijheid tussen deze bedrijven nog meer van belang zijn. Nabijheid in deze situatie betekent niet enkel fysieke nabijheid, openheid van processen en data zijn even essentieel om maximaal

20 Ronsse, S., & Rayp, G. (2015). What determined the location of industry in Belgium, 1896–1961?. *Journal of Interdisciplinary History*, 46(3), 393–419.

21 Daarom zien we in latere fases van de industrialisatie dat economische activiteit vooral wordt gelokaliseerd nabij transporthubs, die niet alleen vlakbij grote bevolkingscentra liggen, maar bovendien toelaten grondstoffen en afgewerkte producten vlot te importeren en te exporteren. Daar kunnen de positieve schaafeffecten en de agglomeratie-effecten hun volledige positieve rol spelen.



waarde te creëren voor alle betrokkenen. Productiebedrijven zijn immers afhankelijk van de juiste specificaties en tijdige levering van hun grondstoffen. Openheid van processen en data zijn dus essentieel om bedrijven in een waardeketen of waardecluster met elkaar te laten samenwerken in een circulair systeem. Omdat deze nieuwe circulaire industrie wordt gedreven door agglomeratie-effecten en complementariteit tussen bedrijven zal die zich meer dan ooit tevoren organiseren in lokale en regionale (technologische) en digitale clusters.

Scenario 2: de transportkosten op lange termijn dalen

We moeten er over waken dat deze nieuwe circulaire modellen ingang vinden voordat er een nieuwe golf van globalisering op ons afkomt. Op langere termijn wordt er immers een tweede scenario denkbaar, waarbij de transportkosten opnieuw gaan dalen en misschien zelfs onder het huidige niveau uitkomen (denk bijvoorbeeld aan technologische vooruitgang en alternatieve brandstoffen). Op dat moment zullen de NEG theorieën weer belangrijker worden om economische locaties te begrijpen. In dat geval vinden clustereffecten dan plaats rond industriële activiteit of sterke consumentenmarkten en dus rond bestaande markten. Doordat industriële clusters ontstaan, worden veel intermediaire producten geproduceerd, die andere bedrijven aantrekken. Bij circulaire economische activiteit zien we een gelijkaardige zelf-voedend systeem ontstaan. In plaats van over intermediaire goederen gaat het in dit geval over herwerkbare nevenstromen die secundaire grondstoffen worden (feitelijk in het nieuwe systeem ook intermediairen). Met andere woorden: grote industriële clusters leveren meer nevenstromen, die door circulaire economische spelers als secundaire grondstoffen worden gebruikt. Regio's gaan in dit systeem dus economische activiteit aantrekken omdat sterke clusters zowel secundaire grondstoffen als marktpotentieel bieden.

Het is erg belangrijk dat er bij het doorbreken van dit tweede scenario al goede geïntegreerde clusters van hoogtechnologische circulaire industrie uitgebouwd zijn, want dan zullen de positieve schaalearconomieën en de complementariteiten tussen de verschillende bedrijven pas echt hun volle rol gaan spelen en zullen de lagere kosten leiden tot bijkomende circulaire activiteit. Indien een regio op dat moment niet klaar is, dreigt het economische activiteit te verliezen aan andere clusters die op dat moment wel klaar zullen zijn. Denk daarbij bijvoorbeeld aan hoe België heel wat e-commerce activiteiten en bijhorende welvaart verloor aan Nederland en Duitsland door niet tijdig klaar te staan met de nodige omkadering.

België heeft echter belangrijke troeven in handen om hier in de eerste fase een belangrijke rol te spelen en daardoor ook op langere termijn als een van de voorlopers te functioneren op het vlak van circulaire industrie en economie. Binnen België zijn reeds sterke technologische clusters en afzetmarkten aanwezig en, meest belangrijk als onderscheidend vermogen, België kent een sterke transportinfrastructuur waarin geïnvesteerd wordt. Nu is het essentieel dat er een paradigmashift plaatsvindt waarbij circulariteit niet als een verplicht nummer, maar als een nieuwe industriële kans wordt gezien, waarop het beleid volop hoort in te zetten. Alleen zo kan België ervoor zorgen dat deze ontwikkelingen niet aan zich voorbijgaan, integendeel: België kan het kloppend hart van deze nieuwe circulaire industrie in de brede regio worden. Indien een regio op het beslissende moment achterloopt op andere regio's of werelddelen inzake circulariteit, wordt deze industriële boot gemist.



Scenario 3: een foutieve inschatting van de transportkosten

Stel dat we een foutieve inschatting van de transportkosten maakten en dat deze op korte termijn toch dalen, betekent dit dan dat we niet moeten inzetten op een meer circulair industrieel apparaat? De logica is dan dat volgens NEG-modellen, het er niet toe doet waar bedrijven zich vestigen, gezien het aanvoeren van grondstoffen zodanig goedkoop is. Toch zit er ook in het geval van dalende transportkosten (op korte of lange termijn) meerwaarde in het inzetten op herwinning van secundaire grondstoffen. Dit heeft niet alleen als voordeel dat transportkosten van nevenstromen en primaire grondstoffen geminimaliseerd worden, maar ook dat er een enorm exportpotentieel kan bestaan voor deze circulaire materialen. Neem als voorbeeld een havenregio; industrieën vestigen zich daar typisch omwille van de goede ontsluiting. Als dit kan gekoppeld worden aan een sterke circulaire activiteit, betekent dat ook onmiddellijk dat er een sterke aanvoer kan zijn van nevenstromen en dat er veel exportmogelijkheden zijn voor hernieuwde secundaire grondstoffen.

Bovendien kunnen we de situatie ook bekijken vanuit een pessimistischer kader, namelijk dat bevoorradingsstromen kunnen stilvallen. Tijdig inzetten op circulaire industrie is dus ook omwille van nog een andere reden belangrijk, namelijk deze van bevoorradingszekerheid. Rekening houdend met (een mogelijks) steeds moeilijker toegankelijke primaire grondstoffen, wordt de herwinning van secundaire grondstoffen cruciaal vanuit het oogpunt van geopolitieke zekerheid op continue bevoorrading. Hoewel dit niet één van de meest waarschijnlijke scenario's is, toont de coronacrisis dat de wereldwijde wederzijdse afhankelijkheid voor strategische grondstoffen en goederen een enorme systeemzwakte is wanneer wereldwijde productieketens onder druk komen te staan. Volledig afhankelijk zijn van internationale aanvoerlijnen voor een schaarser wordend goed lijkt in dit kader een riskante strategie. Circulaire industrie beschouwen met de bril van geopolitieke zekerheid biedt dus een extra argument voor een primaire grondstofarme regio om volop de kaart te trekken van circulaire ontwikkelingen.

Besluitend kunnen we dus stellen dat, of het nu vanuit het oogpunt van de transportkosten, of vanuit de geopolitieke zekerheid wordt bekeken, bovenstaande paragrafen laten concluderen dat de paden voor een circulaire industrie maar beter geplaveid worden. Het laat niet alleen toe om onafhankelijker van transportkostevoluciones competitief te zijn, ook worden nieuwe mogelijkheden ontwikkeld om het bestaande industriële apparaat te voeden en dit in één beweging als exportpotentieel te zien. Vanuit dit oogpunt denken wij dan ook dat het belangrijk is om België uit te bouwen als een grondstofrijke regio.

3.2 Opportuniteit voor België

Economische locatiemodellen verduidelijken de noodzaak voor België om volop de kaart te trekken van circulaire industriële spelers, maar dezelfde conclusie geldt natuurlijk voor gelijk welke regio. Toch denken wij dat België over uitstekende kenmerken beschikt om hier volop op in te spelen. Dit omwille van drie aspecten: een goede ontsluiting en infrastructuur, een interessant industrieel weefsel en sterke wetenschappelijke spelers. Daarnaast is er ook een knelpunt waarom het huisvesten van een circulaire industrie belangrijk is. België is relatief arm aan primaire grondstoffen, wat gecompenseerd kan worden door uit te groeien tot een producent van secundaire varianten.



Import/exportpotentieel

In bovenstaande paragrafen werd verduidelijkt dat investeren in een meer circulaire industrie niet alleen interessant is vanuit maatschappelijk oogpunt. Het kan ook economisch meerwaarde opleveren door het garanderen van bevoorradingszekerheid voor economische spelers en het grote exportpotentieel. Tijdig investeren in circulaire waardeketens, kan daarom een absolute meerwaarde betekenen. Wanneer voldoende circulaire productiecapaciteit wordt opgebouwd, beschikt België over uitstekende troeven om ook op exportvlak een meerwaarde te realiseren. Dit is in het bijzonder het geval omdat zowel op vlak van logistieke infrastructuur als op vlak van marktopenheid (ontsluiting op internationaal vlak), alle mogelijkheden hiervoor aanwezig zijn.

Het begrip marktpotentieel kwam bij de NEG-theorie reeds aan bod. Het toont hoe groot de potentiële markt van een regio is, onder andere rekening houdend met nabijheid tot andere industrie, consumenten en internationale openheid. Van alle Europese regio's prijkt België bovenaan op dit vlak. Niet alleen zijn we als open logistiek land bijzonder goed internationaal geconnecteerd, ook blijkt uit de volgende paragrafen dat er een geschikt economisch en industrieel weefsel is om hier volop de kaart van te trekken. Met andere woorden, als België er in slaagt een sterk circulair weefsel te huisvesten, zijn alle voorwaarden aanwezig om ook op internationaal vlak tot draaischijf te ontwikkelen.

Het Belgisch industrieel apparaat als voedingsbodem

Naast een uitstekend exportpotentieel, beschikt België ook over een interessant industrieel weefsel om een voedingsbodem te zijn voor een circulaire industrie. Wat in een lineair systeem nog als afval gezien wordt, is in een circulair model een intermediair product om nieuwe secundaire grondstoffen te produceren. De economische locatietheorieën leerden dat nabijheid tot sterke industriële clusters daarom een meerwaarde is, het is daar dat grote hoeveelheden rest- en nevenstromen als input voor circulaire industrie kunnen dienen.²² Een belangrijke nuance daarbij is dat een circulaire industrie verder dient te gaan dan het herwaarden van rest- en nevenstromen, maar ook circulaire principes (vernieuwende product- en procesontwerpen en businessmodellen) in haar kernactiviteiten moet inbouwen.

Het Belgisch industrieel weefsel omvat enkele interessante sectoren die door de aard van hun activiteiten en processen en hun schaalgrootte de troeven in handen hebben om de industriële transitie naar circulariteit te realiseren. Bijkomend zijn deze sectoren ruimtelijk vaak al in clusters georganiseerd, wat de uitwisseling van kennis, stromen, producten en het sluiten van kringlopen sterk kan bevorderen. We denken hierbij aan:

²² Bovendien staan industriële agglomeraties niet op zich, maar maken ze deel uit van een gehele waardeketen. Reststromen/ nevenstromen/ secundaire grondstoffen (die zowel vast, vloeibaar als gasvormig kunnen zijn), worden in elke stap van deze waardeketen van materialen gegenereerd. Zo ook bij de transformatie van natuurlijke, primaire grondstoffen tot chemische bouwstenen en halfabrikaten, als bij de opwerking van deze bouwstenen tot meer hoogwaardige chemicaliën en producten.

- De (petro)chemische industrie met een concentratie aan grote spelers in de Antwerpse haven en enkele kleinere clusters in o.a. de Kempen en de Gentse haven (deze laatste kan als grote, internationale cluster aanzien worden als het North Sea Port gebied, dat van Gent tot Vlissingen (NL) loopt). Deze sector is in staat om grote volumes secundaire chemicaliën, plastics en biomassa te verwerken en dus de afhankelijkheid van fossiele en primaire grondstoffen drastisch te verlagen. De chemische recyclage van plastics is een cruciale stap in de plastics waardeketen, waar voor de Belgische chemische industrie een enorme opportuniteit ligt. Daarnaast is het ook aan hen om duurzame plastics te produceren, gericht op hergebruik en liggen er ook diverse mogelijkheden in circulaire businessmodellen voor chemicaliëngebruik. De bestaande cluster-architectuur kan daarbij een bijkomende troef zijn.
- De staalindustrie met de vestiging van ArcelorMittal in Gent en de overblijfselen van de historische staalindustrie in Henegouwen en Luik. Staal is op zich een zeer herbruikbaar en recycleerbaar product. De staalindustrie kan zich dus naast haar positie van ertsverwerker ook positioneren als verwerker van schroot. De productie van staal genereert met huidige methodes CO₂ (op zich relatief beperkt per ton product, maar door de hoge productievolumes is de totale uitstoot aanzienlijk). De uitdaging bestaat er dan in deze CO₂ als grondstof te gebruiken voor productie van chemicaliën of bouwmaterialen (puntbronnen met hoge concentraties CO₂ zijn dan het meest interessant). Daarnaast genereert de staalsector massaal anorganische restproducten zoals metaalslakken, waarvoor hoogwaardige toepassingen, bijvoorbeeld in innovatieve bouwmaterialen kunnen gezocht worden.
- De non-ferro industrie met een belangrijke vertegenwoordiging van grote spelers in de Antwerpse Kempen. Umicore maakte bijvoorbeeld begin jaren 2000 de succesvolle omslag van een mijnbouw- en ertsverwerkend bedrijf naar een wereldspeler in materiaaltechnologie en recyclage, en positioneert zich succesvol als sluitstuk in een opkomende circulaire economie (een voorbeeld dat wereldwijd inspirerend werkt). Het bedrijf toont aan dat naast het laaghangend fruit van verwerking en uitwisseling van anorganische nevenstromen er wel degelijk ook ruimte is voor circulair waardeketen denken in de lange termijn bedrijfsvisie. We kunnen dus hoopvol zijn dat het Umicore scenario succesvolle navolging vindt bij andere (en vaak kleinere) spelers in deze sector in de komende decennia.
- Er is een sterke typische maakindustrie. Deze sector heeft een grote rol te spelen in het circulair ontwerpen van diverse gebruiksvoorwerpen en machines. Ontwerp gericht op lange levensduur, demonteerbaarheid, modulariteit en herstelbaarheid is de absolute basis van een circulaire economie. Om in de toekomst succesvol te blijven zal deze industrie haar activiteiten dienen bij te stellen van pure assemblage naar een combinatie met demontage en herstel. Naast de grote industriële spelers mogen ook de makers zelf niet vergeten worden. Vlaanderen heeft een grote rijkdom aan creatieve ontwerpers die via experimenten, prototypes en demonstratoren gekoppeld aan goede kennisdeling en disseminatie op kleinere schaal zeer inspirerend kunnen werken voor grotere spelers.
- De aanmaak en verwerking van bouwmaterialen (bakstenen, cement en andere minerale bouwstoffen). Deze sector heeft reeds een vrij hoge mate van gebruik van nevenstromen uit andere sectoren. Echter, vaak worden deze stromen ingezet in laagwaardigere toepassingen (wegenaanleg bijvoorbeeld) waardoor uiteindelijk *downcycling* optreedt. De uitdaging bestaat erin om hoogwaardige toepassingen te vinden waarbij waarde zoveel mogelijk behouden blijft, en uit te groeien tot een nieuwe circulaire bouwindustrie, met als voorbeeld recycleerbaar beton.



- De voedings- en veevoederindustrie: in deze sector is een sterke vertegenwoordiging van kleine en middelgrote ondernemingen en meer gespreide vestiging over het volledige grondgebied. Grote hoeveelheden eetbaar voedsel worden verspild, wat een gedeelde verantwoordelijkheid is tussen de consument en industrie. Daarenboven wordt ook heel wat niet-eetbaar organisch afval geproduceerd. Hier ligt ruimte voor diverse nieuwe spelers die deze stromen verwerken. Ook hier loert *downcycling* om de hoek: composteren is goed, maar hoogwaardige toepassingen als voedsel, materialen of chemicaliën dienen eerst beschouwd te worden. Omgekeerd kan ook de voedingssector vaak organische secundaire grondstoffen uit andere sectoren innemen. Daar liggen opportuniteiten om kringlopen te sluiten en korter te maken.

Wat bovenstaande opsomming duidelijk maakt, is dat deze tekst dus niet noodzakelijk een pleidooi is voor een radicaal nieuw industrieel weefsel, maar wel voor een transformatie van de bestaande industrie richting circulariteit (afhankelijk van het type grondstof). Mits geheroriënteerde maar duidelijke bedrijfsvisies en gerichte incentives en regulering vanuit de overheid biedt het bestaande industriële weefsel enorme kansen op het vlak van het ontwikkelen van geïntegreerde circulaire economische processen. Niet alleen worden er veel nevenstromen gegenereerd, die een secundaire grondstof kunnen zijn voor circulaire industriële spelers, ook zijn er interessante spreidingspatronen van deze actoren aanwezig, wat een aaneenschakeling van spelers mogelijk maakt.²³

Een dergelijke geïntegreerde benadering zorgt er uiteindelijk voor dat alle betrokken bedrijven productiever en winstgevender worden omdat ze hun processen kunnen optimaliseren op het niveau van de volledige waardeketen en dus de typische voordelen ondervinden van verticale integratie. Industriële symbiose, waarbij geografische nabijheid dikwijls de cruciale factor is, is een cruciale opstap naar een circulaire industrie en economie. Productievere bedrijven hebben de middelen om zich op exportmarkten te begeven en aldaar voldoende productief te zijn om ook op deze exportmarkten te slagen. Dit is zonder enige twijfel ook goed nieuws voor de competitiviteit van Belgische bedrijven op wereldwijde markten en voor de gezondheid van de Belgische handelsbalans.

Weinig primaire grondstoffen

De Belg heeft de spreekwoordelijke baksteen niet alleen in de maag, maar ook in de grond. Minerale bouwstoffen zijn zowat de enige natuurlijke vaste grondstoffen die in België in economisch relevante hoeveelheden als primaire grondstoffen worden ontgonnen. Hierbij denken we aan kleiwinningen in West-Vlaanderen, de Kempen en de Rupelstreek; zandwiningen in de Kempen; grindwiningen in de Maasvallei en winningen van zandsteen, arduin, leisteen, porfier en dioriet in Wallonië. Het betreft telkens anorganische bulkgoederen met een relatief lage economische waarde per volume-eenheid. Meer hoogwaardige (in €/kg) anorganische producten zoals metaalertsen komen van nature in België niet of nauwelijks voor. Een uitzondering zijn de zinkertsen in de streek van Kelmis, die sinds de jaren 1930 niet meer ontgonnen worden (hier en daar gaan stemmen op om deze zinkwiningen op termijn terug op te starten).

²³ Sector-overschrijdend mag naast het water- en materialenaspect ook het energie-aspect niet vergeten worden. Er liggen diverse opportuniteiten voor recuperatie en hergebruik van industriële warmte voor industriële en residentiële toepassingen via warmtenetten. In deze studie ligt de focus op water en materialen, maar uitwisseling van energie mag niet over het hoofd gezien worden bij uitbouw van een circulaire industrie gebaseerd op industriële symbiose.



Voor andere anorganische grondstoffen is België aangewezen op import. Denk hierbij aan metalen die al eeuwenlang worden toegepast zoals ijzer en koper, maar ook grondstoffen zoals kobalt, lithium en neodymium die essentieel zijn voor moderne technologieën zoals batterijen, satellieten, elektrische wagens en windmolens; en zelfs ook anorganische meststoffen zoals kalium en fosfor.

Meer nog, zelfs in Europa zijn vele van deze anorganische grondstoffen maar heel beperkt van nature voorradig, hierdoor is ons continent voor de aanvoer vaak afhankelijk van andere regio's. Dit zorgt voor een zwakkere Europese positie op het gebied van anorganische grondstoffen op het economische en geopolitieke wereldtoneel. De Europese Commissie maakt sinds 2011 met de regelmaat van de klok een rapport op rond 'Critical Raw Materials', dat voor verschillende grondstoffen inschat hoe 'kritisch' hun bevoorrading is op basis van bevoorradingzekerheid en economisch belang²⁴.

Fossiele grondstoffen worden in België ook niet meer gewonnen. Olie- en gasvelden zijn van nature niet aanwezig. Steenkool werd in de 20^{ste} eeuw intensief ontgonnen in de Borinage, Maas- en Sambervallei en in Limburg. Begin jaren 1990 werd de laatste Belgische steenkoolmijn gesloten. De petrochemische industrie, die zeer prominent aanwezig is in ons land, wordt dan ook gevoed via opgeslagen olie en gas die aangevoerd worden per schip en via een netwerk van internationale gas- en oliepijpleidingen, rechtstreeks of onrechtstreeks afkomstig van olie- en gas producerende mogendheden. België bevindt zich dus in een geopolitieke en economisch afhankelijke positie ten opzichte van de aanvoerlanden.

Als laatste voorbeeld bekijken we water wat tot voor enkele jaren een onuitputtelijk goed leek. Klimaatverandering, bevolkings- en industriële groei en een algemeen groeiend waterverbruik hebben er echter voor gezorgd dat ook water schaars geworden is. De laatste jaren is deze droogteproblematiek steeds meer zichtbaar. Landbouwers in onder andere West-Vlaanderen ondervinden bijvoorbeeld de laatste jaren steeds harder de economische gevolgen van verzilting en dalende grondwatertafels. Verdere klimaatverandering, in combinatie met een groeiend industrieel watergebruik (denk aan de waterstofeconomie gebaseerd op productie van waterstof door splitsing van water, meer watergebonden transport, extra nood aan industriële koeling, etc.), zal ervoor zorgen dat deze problematiek steeds urgenter wordt.²⁵

Besluitend kunnen we dus stellen dat voor gelijk welke grondstof, België geen bijster sterke positie bekleedt op vlak van aanwezigheid en verzekerde primaire grondstoffen. Een grondig uitgewerkte circulaire industrie, en bij uitbreiding economie, kan deze positie dan ook aanzienlijk versterken.

²⁴ www.ec.europa.eu/growth/sectors/raw-materials/specific-interest/critical_en

²⁵ Een gezamenlijke aanpak door verschillende relevante actoren is dan ook een belangrijke stap. Het is dan ook goed om te zien dat er aanzetten gegeven worden om deze problematiek aan te pakken. In de recente Blue Deal bijvoorbeeld maakt de Vlaamse overheid al aanstalten om de transitie te maken naar doorgedreven hergebruik.



Sterke wetenschappelijke spelers

Het doorbreken van een circulaire industrie is ook gebaat bij sterke onderzoeksinstellingen die kennis opbouwen en intermediaire actoren die een koppeling maken met de eerder beschreven industriële actoren. Enkele sterke Belgische troeven uitgelicht:

- Op vlak van kennisinstellingen beschikt België over universiteiten en onderzoeksinstellingen die excellente expertise te bieden hebben en vaak hoog geklasseerd staan in internationale ranglijsten. Op vlak van een aantal domeinen die cruciaal zijn voor uitbouw van een circulaire industrie (milieuwetenschappen, chemie en chemische ingenieurstechnieken, landbouwwetenschappen) worden hoge toppen gescheurd. Naast wetenschappelijke excellentie staan de onderzoeksinstellingen ook op vlak van innovatie hoog geklasseerd. In de Reuters ranking van Europese innovatieve universiteiten stond de KU Leuven bijvoorbeeld op 1, daarnaast stonden 3 andere Belgische universiteiten in de top 50 en in totaal 7 in de top 100.²⁶
- Specifiek op Vlaams niveau bestaan er onderzoekscentra en speerpuntclusters (alook innovatieve bedrijfsnetwerken) die belangrijk zijn voor kennisopbouw en verspreiding. De eerste, zogenaamde strategische onderzoekscentra (SOC's) zoals VITO (die een belangrijke rol speelt op vlak van circulariteit), Imec en VIB maken de vertaling van onderzoeksresultaten naar de markt en worden wereldwijd als excellente onderzoeks- en innovatiecentra beschouwd. Op het gebied van de circulaire industrie probeert het CAPTURE²⁷ platform (alook andere actoren) de brug te slaan tussen enerzijds de kennisinstellingen/ onderzoekscentra en anderzijds bedrijven. De 6 Vlaamse speerpuntclusters²⁸ kunnen door hun industrie- en vraaggedreven werking, op hun beurt zorgen voor een snelle en efficiënte opname van technologische en circulaire concepten door de verschillende industriële sectoren.
- Specifiek op Waals niveau kreeg de innovatie in de circulaire economie een boost door het *New Circular Wallonia action plan* met prioriteitsassen en prioritaire sectoren en waardeketens (bouw, voeding, plastics, water, metallurgie en textiel). De ideeën van dit plan sijpelden door binnen de reeds bestaande zogenaamde 'competitiviteitsclusters', die onderzoek naar de markt vertalen, zoals GreenWin (voor plastics en bouwmaterialen) en Mecatech (voor metalen, met een sterke focus op batterijen). Samen met gerichte investeringen via publieke investeringsfondsen zoals SRIW (Société Régional d'Investissements de Wallonie), moet dit leiden tot circulaire innovaties in het Waalse industriële weefsel.

Een stevige academisch wetenschappelijke basis, gecombineerd met een sterke innovatie- en valorisatiecapaciteit, een gestructureerde link met de industrie en de duidelijke wil tot samenwerking, zijn zonder twijfel een sterke troef om België op de kaart te zetten op het gebied van circulaire industrie en bij uitbreiding circulaire economie.

²⁶ www.reuters.com/innovative-universities-2019

²⁷ www.capture-resources.be

²⁸ www.vlaio.be/nl/clusterorganisaties/het-clusterbeleid/het-vlaamse-clusterbeleid



Sterke opleidingscentra

In de transitie naar een circulaire industrie zullen niet enkel circulaire technologie en circulaire businessmodellen nodig zijn, maar ook een aangepaste *skillset*. Nieuwe jobs met zowel hoge als lage scholingsvereisten zullen het levenslicht zien. Daarbij zijn niet alleen ingenieurs en wetenschappers nodig, ook personeel voor de logistiek, het ontmantelen, demonteren en sorteren. Digitalisering wordt een cruciale bouwsteen voor de circulaire economie waarvoor specifiek kennis en profielen nodig zijn. Zowel aan de kant van de software als aan de kant van het opbouwen en onderhouden van voldoende hardware. Niet enkel technische skills zullen echter noodzakelijk zijn. Een circulaire industrie gaat over grenzen van sectoren heen en brengt diverse actoren samen: netwerking-skills, heldere communicatie en kennisdeling zullen crucialer worden dan ooit.

België heeft een rijk opleidingslandschap dat aan deze opleidingsnoden voor de circulaire transitie kan voldoen. Zowel het reguliere onderwijs als het hoger onderwijs (universiteiten en hogescholen) bieden kwalitatieve opleidingen aan. Recente cijfers wijzen uit dat de waarborging van kwaliteit een blijvende opdracht is. De uitdaging bestaat erin de nodige technische, economische en multidisciplinaire vaardigheden te combineren tot de juiste *skillset* voor een circulaire industrie. Eerste voorbeelden van programma's die dit nastreven zijn al zichtbaar, b.v. de internationale opleidingen gericht op de waardeketen van grondstoffen die KULeuven en UGent inrichten in kader van EIT Raw Materials²⁹. Hierop kan verder gebouwd worden om ook opleidingen in het regulier aanbod verder in te richten in het kader van de circulaire transitie. Daarnaast zal ook herscholing van arbeidskrachten uit de gevestigde industrie noodzakelijk zijn. De rol van diverse, reeds goed uitgebouwde, opleidingscentra (VDAB, SYNTRA en andere) en permanente vorming zal hierbij cruciaal zijn. Het wordt cruciaal om ook in lager en secundair onderwijs de sleutels voor circulariteit mee te geven met de jeugd, zowel qua kennis als qua handelen.

29 www.master-suma.eu en www.sinrem.eu

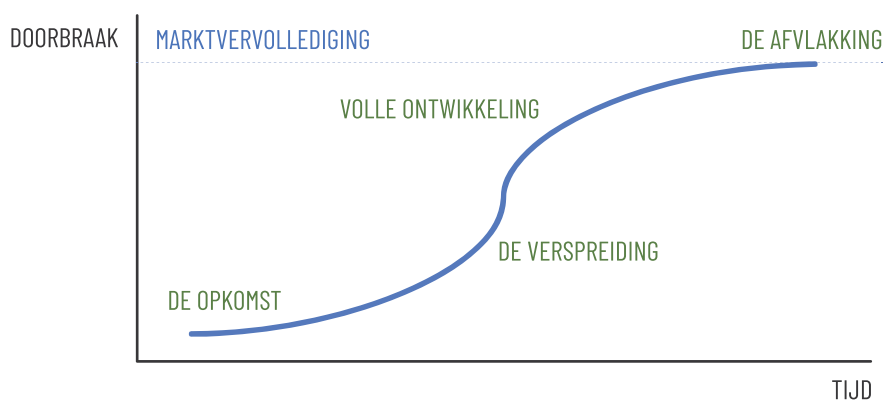


DEEL 4

Acceleratoren van een circulaire industrie

In de vorige onderdelen werd duidelijk dat België er alle belang bij heeft om volop de kaart van circulaire industrie, als onderdeel van een circulaire economie, te trekken. Naast maatschappelijke voordelen, biedt dit immers een betere toekomstige competitiviteitspositie en minder geopolitieke afhankelijkheid. In dit hoofdstuk richten we ons op de aspecten die het bereiken van een dergelijke circulaire industrie kunnen versnellen. Daarbij komen vooral de zaken aan bod die voor een brede waaier aan grondstoffen en industrieën toepasbaar zijn. Het bereiken van een circulaire industrie zal, afhankelijk van het type grondstof en materiaal, immers geen identiek traject volgen. Drinkwaterproductie uit effluenten van de waterzuivering is als voorbeeld moeilijk vergelijkbaar met lithiumrecuperatie uit batterijen om er nieuwe batterijen mee te maken. Anderzijds zijn er wel een aantal generieke aspecten die, mits de juiste impuls, de implementatie van een circulaire industrie kunnen versnellen.

In eerdere hoofdstukken beschreven we dat technologieën typisch doorbreken volgens S-patternen. De opeenvolgende fases zijn de opkomst, de verspreiding, volle ontwikkeling en ten slotte de afvlakking. De vraag die dus eigenlijk moet gesteld worden, is: **als we de doorbraak van de S-curve voor de circulaire industrie willen versnellen in België, welke zaken kunnen en moeten dan gerealiseerd worden?** Belangrijk hierbij is dat technologieën niet enkel doorbreken als het technologisch mogelijk is, maar als zowel technologie, beleid en maatschappij in dezelfde richting bewegen (paragraaf 2.1).



Figuur 5. Vereenvoudiging van marktopname van een nieuwe technologie.

We schuiven 10 bouwblokken naar voren (tabel 2) die voor ons essentieel zijn om de transitie naar een circulaire industrie te realiseren alsook deze transitie sneller ingang te laten vinden in vergelijking met transities uit het verleden. In wat volgt lichten we elk van die bouwblokken nader toe.



Tabel 2: Overzicht van de 10 bouwstenen voor een snelle ontwikkeling en implementatie van een circulaire industrie in België.

Versnel de uitrol van nieuwe technologie	Ontwerp producten en infrastructuur voor een circulaire industrie
Anders denken, status quo in vraag stellen	Aanvaard verliezen op de korte termijn
Bekijk het grotere verhaal	Waardeketen op 1 beleidsniveau
Van <i>policy push</i> naar <i>market pull</i> door standaarden	Maak maximaal gebruik van digitalisatie
Betrek de volledige waardeketen	Laat de curve niet afremmen

Bouwsteen 1. Versnel de doorbraak en uitrol van nieuwe technologische kennis

Elke technologische doorbraak is deel van een groter geheel, maar de technologische basis is een absolute noodzaak. Het is dan ook cruciaal om op Belgisch niveau ervoor te zorgen dat kennis over technologische mogelijkheden zo snel mogelijk wordt opgebouwd en geïmplementeerd. Deze bouwsteen vereist de volgende specifieke aandachtspunten:

- **Kennisopbouw:** er dient een continuïteit in het technologisch kader te zijn (gekoppeld aan langetermijnfinanciering) met sterke aandacht voor de interdisciplinaire aanpak (ook sociaal-economische aspecten, businessmodellen, beleidsmatige en maatschappelijke vraagstukken moeten vanaf de start worden meegenomen); er dient goed gecoördineerde samenwerking te zijn tussen *technology push*-spelers (vanuit onderzoek) en *market pull*-actoren (vanuit industrie); er dient talent aangetrokken en gekoesterd te worden om deze kennis op te bouwen; de mogelijkheid moet er zijn om de beschikbare kennis op te schalen (een financieel kader dat oog heeft voor het opschalen van beloftevol onderzoek maar dat economisch nog niet haalbaar is); integratie van kennis over kennisinstellingen heen moet gestimuleerd worden om schaalgrootte en complementariteit te creëren eerder dan interne competitie in een beperkte regio.
- **Demonstratie:** een belangrijk onderdeel van de opschaling is de mogelijkheid om in te zetten op het demonstreren en het valoriseren van opgebouwde kennis. Dit creëert niet alleen voordelen op vlak van kennisopbouw, maar zorgt er tevens voor dat er kennisverspreiding ontstaat onder maatschappelijke actoren. Er zijn echter enkele cruciale succesfactoren voor deze opschaling: er moet ruimte voorzien worden (zo dicht mogelijk nabij interessante industriële clusters zodat economische optimalisatie-effecten optimaal spelen), er moet ingezet worden op proeftuinen en testinfrastructuur en er moeten regelluwe zones zijn die experimenten mogelijk maken (zoals bijvoorbeeld het Thor park voor energie). Daarbij dient ook nagedacht te worden over een juridisch kader dat experimenten stimuleert.



- **De doorbraak:** het doorbreken van een technologie is een samenspel van verschillende effecten. Naast de technologie die klaar is voor opschaling, moet er een volledige waardeketen zijn die meetrekt. Een individueel bedrijf zal moeilijk uitgroeien tot een circulaire industriële speler als het op een eiland werkt. Het verschuiven van deze gehele keten wordt niet enkel bevorderd door stimulerende kaders, maar ook door een maatschappelijke vraag die de technologie tot volle wasdom trekt. Verschillende van de volgende bouwblokken zijn daar een belangrijke stap bij.

Bouwsteen 2. Durf anders denken en status quo in vraag te stellen

Een belangrijke vraag die moet gesteld worden, is of de bestaande technologische en economische modellen nog van toepassing zijn op nieuwe en toekomstige ontwikkelingen voor circulaire industrie. Met andere woorden, in hoeverre werkt de status quo, waarin we historisch zijn aanbeland, beperkend voor de doorbraak en dus de duur van de opkomst-fase van innovatieve technologieën. We bespreken dit aan de hand van een voorbeeld uit de watersector.

Als vertrekpunt beginnen we met wat wij als een *lock-in* zien. Door historische evoluties zit er in Vlaanderen bijvoorbeeld een kapitaal aan rioleringen in de grond. Een gevolg hiervan is dat de sector zich hierop ingericht heeft – nieuwe technologieën worden ontwikkeld met de huidige investeringen in het achterhoofd, hierdoor wordt de creativiteit in het zoeken naar nieuwe oplossingen beperkt.

Projecten in de watersector zijn hierdoor vaak grootschalig, gebaseerd op bestaande infrastructuur, aangedreven door overheden die vooral zekerheid en betrouwbaarheid moeten bieden en daardoor weinig ruimte voor innovatie bieden. De consequentie hiervan is dat er weinig mogelijkheden zijn voor ontwikkelaars om nieuwe technologieën te demonstren. Door de focus op zekerheid en betrouwbaarheid zijn (semi-)overheidsbedrijven dus niet gekend als *early adopters*. Het gevolg is dat het in de watersector vaak 30 tot 40 jaar duurt alvorens een technologie van ontwikkeling tot marktmatuuriteit komt (wat voor de ontwikkelaars een hoge drempel kan opwerpen). Parker beschreef dit al in 2011 voor verschillende waterbehandelingstechnologieën.³⁰

De hierboven beschreven *lock-in* is eigenlijk best dramatisch te noemen – omdat we nu al een kapitaal aan rioleringen in de grond stopten, lijkt het ondenkbaar om af te stappen van zo'n model. Het tegendeel is echter waar, en dat bewijst de energiesector. Daar daalt de kostprijs van de verschillende hernieuwbare energie-opties zeer snel, voor zonne-energie zit men telkens ver voorop de voorspellingen van de kostprijs die nog maar enkele jaren geleden werden gedaan.³¹ De sleutel tot succes was daar een duidelijk vooropgestelde strategie, waarbij het belangrijk is om duidelijke keuzes te maken en waarbij gebouwd werd op het uitrollen van productiecapaciteit van miljoenen kleine eenheden eerder dan een zeer beperkt aantal grote eenheden, wat de klassieke benadering is.³² Maar dat vereist natuurlijk om vanuit een ander oogpunt naar de problematiek te kijken.

Binnen de watersector zou dat ook een voordeel kunnen zijn. De creatie van nieuwe technologie die op lokaal, wijk-, of zelfs huishuisniveau toegepast wordt, kan een zeer snelle uitrol toelaten die ervoor zorgt dat lokale waterkringlopen

30 Parker, D.S. 2011. Introduction of New Process Technology into the Wastewater Treatment Sector. *Water Environment Research* 83(6):483-497.

31 Zie bijvoorbeeld <https://www.lazard.com/perspective/lcoe2019>.

32 Het model was gebaseerd op productie van kleine eenheden die tegenwoordig op miljoenen daken liggen, via een gefaseerde uitrol met duidelijke incentives. Kapitaalkrachtige *early-movers* investeerden in technologie omdat ze wilden bijdragen aan duurzaamheid en op deze manier creëerden ze een markt. Het maken van vele eenheden laat toe om snel door generaties van producten te gaan (rapid prototyping), en de risico's van het falen van een paneel zijn beperkt tot een enkele gebruiker, en zelfs in dat geval maar voor een beperkt deel van de capaciteit.



gesloten worden (waardoor effecten van droogte verminderd worden en waterbeschikbaarheid stijgt). Risico's van het op kleine schaal innoveren met nieuwe technologieën in de watersector vallen in dezelfde categorie als bij het energiesysteem hierboven beschreven. Zoals daar het risico op het niveau van het zonnepaneel zat, zou het in de watersector op gebouw of wijkniveau zijn (bedenk ook dat het vaak eenvoudiger en sneller is een kleine installatie te repareren of te vervangen dan een installatie die instaat voor een hele stad).

Bovenstaande voorbeelden uit de energie en watersector tonen het belang aan van snelle demonstratie van prototypes en/of kleinere eenheden van nieuwe industriële processen, bijvoorbeeld in een proeftuin (bouwsteen 1). Het argument is hier duidelijk niet dat alles per definitie nu op kleine schaal dient te gaan gebeuren. Het argument is dat verschillende modellen van innovatie kunnen bijdragen aan de implementatie van nieuwe concepten en technologieën in functie van een circulaire economie.³³

Bouwsteen 3. Kijk naar het volledige verhaal (*the "big picture"*)

Alles wat kan bijdragen aan een duurzamere samenleving op een economisch verantwoorde manier is belangrijk, maar sommige zaken zijn toch belangrijker dan andere. Het is essentieel om het volledige verhaal te bekijken zonder de impact van deelaspecten te negeren. Het is met andere woorden belangrijk een correcte inventaris op te maken en dan de gevoeligste bronnen prioritair aan te pakken. Dit wil zeggen dat de focus niet moet liggen op *quick wins* maar eerder op de gebieden waar de grootste impact gerealiseerd kan worden.

Hoe kan dit de S-curve van innovatie versnellen? Het versterkt vooral de focus op bepaalde interventies en zorgt dus voor een duidelijkere afbakening. Het opbouwen van een lokale hub voor verwerking van lithium en voor recycling van lithium ion batterijen is vanuit dat opzicht bijvoorbeeld een goed idee. Ook nikkel moet in 1 lijn mee beschouwd worden gezien het toenemende belang van dit metaal in batterijen. Het zou een voorbeeld van een prioriteit kunnen zijn gezien België een zeer transport-intensieve regio is. Wat betreft koolstofutilisatie kan men gelijkaardig de focus plaatsen op de grootste puntbronnen, wat betreft water moet naast effectief waterverbruik ook naar de afstanden gekeken worden waarover men water gaat verplaatsen om zo een meer doordachte investeringsbeslissing te maken voor bijvoorbeeld lokaal water hergebruik.³⁴

Hierbij dient niet enkel de focus te liggen op prioriteiten op sectorniveau, op een nog hogere schaal dienen we intersectoraal te gaan denken en handelen, dus over de grenzen van de huidige structuren heen. Elke sector vormt op zich een deelsysteem van het grotere geheel. Tot op de dag van vandaag werd binnen deelsystemen geredeneerd en geoptimaliseerd. Binnen een circulaire economie is dit niet langer mogelijk gezien we net interacties tussen deelsystemen willen benutten om synergieën te realiseren. Dit impliceert dat in de huidige beleidsstructuren intersectoraal denken en handelen meer moet worden ingebouwd. Dit geldt zowel voor de kennisinstellingen, overheidsstructuren, innovatieclusters, denktanks en onderzoeksfinanciering. Ook opleidingen dienen hiervoor meer aandacht te hebben. Het uiteindelijke doel is dat je ook op dit hogere systeemniveau een oplijsting krijgt van aan te pakken zaken met de grootste impact.

³³ Een ander tekenend voorbeeld hiervoor zijn de concepten van "peak grondstof X" in de context van grondstoffenschaarste. Men stelde dat fosfor, aardgas en lithium snel schaars zullen worden door toenemende marktvaart en dat piek-beschikbaarheid zelfs al achter de rug was voor bepaalde grondstoffen. Echter, dat soort "peak" verhalen beschouwt enkel bestaande technologie en waardeketens (status quo). Het is duidelijk dat dergelijke verhalen niet altijd opgaan doordat nieuwe ontginningstechnieken en recuperatie-opties ontstaan, gedreven door nieuwe inzichten. Schaalolie en schaliegas hebben dat zeer duidelijk gemaakt.

³⁴ In dit aspect hebben enkele auteurs van dit werk een tijd geleden de Waterkilometer als parameter voorgesteld als referentie raamwerk om zo de impact van aan- en afvoer van water in kaart te brengen en mee te wegen in investeringsbeslissingen.

Bouwsteen 4. Van *policy push* naar *market pull*: normen/doelstellingen en openbare aanbestedingen als “systeemregelaars”

De circulaire economie en industrie zal pas tot volle wasdom komen op het moment dat er een vraag komt die voldoende groot is om de opschaling van technologieën en businessmodellen mogelijk te maken. Doordat hier tijd over gaat, is de economische leefbaarheid van circulaire modellen bij aanvang niet groot, wat de belangrijke rol van overheidsspelers verklaart. Wachten op voldoende schaalgrootte is niet altijd de beste strategie en vanuit competitiviteitsoogpunt is het verloren tijd, dus kan er beleidsmatig beter ingezet worden op een marktcreatie, die de maatschappelijke vraag aanwakkert. Doordat er een initiële, weliswaar kunstmatige, markt wordt gecreëerd zal de S-curve sneller van de opkomstfase naar de verspreidingsfase gaan. Overheden hebben verschillende mogelijkheden voor marktcreatie naast het simpelweg opkopen van overproductie. Hieronder bespreken we het zetten van standaarden, circulaire aankopen en fiscaliteit.

Een eerste mogelijkheid zijn standaarden, die over de jaren heen een effectieve manieren gebleken zijn om implementatie te versnellen en om tot gedragen compromissen te komen. Het is hierbij cruciaal om tot een *level playing field* te komen. We werken dit idee uit aan de hand van enkele voorbeelden, vertrekkend (ter illustratie) vanuit duurzaamheid en doorstekend naar circulaire economie.

Op vlak van duurzaamheid kan het zetten van standaarden, bijvoorbeeld voor CO₂ emissies, een cruciale stap zijn om effectief tot een *level playing field* te komen. Dit zou bijvoorbeeld betekenen dat voor alle staal die Europa binnenkomt of die binnen Europa wordt geproduceerd er maar een bepaalde hoeveelheid CO₂ uitgestoten mag worden. Staal dat niet aan de standaard voldoet mag dan niet verhandeld worden. Als de EU een standaard zet voor de emissie geassocieerd met staal, zal men veel sneller naar een nieuwe situatie evolueren en ook innovatie buiten de EU aandrijven en dus de staalsector wereldwijd aandrijven tot vermijden van CO₂ emissies, deels ook door hergebruik.

Ook op vlak van circulariteit zijn er voorbeelden voor standaarden te bedenken, zoals de samenstelling van aardgas dat vanuit verschillende bronnen in het (inter)nationale gasnet gebracht mag worden. Doordat er een kwaliteitsstandaard is, zijn de afnemers (huishoudens en industrie) altijd verzekerd van een product met een specifieke kwaliteit. Op deze manier kunnen er dus verschillende technologieën (HR ketels, verbrandingsprocessen, etc.) ontwikkeld worden, gebaseerd op een gestandaardiseerde aanvoer. Deze standaardisatie kan gebruikt worden om ook decentrale productie tot stand te brengen, bijvoorbeeld via lokale biogasproductie van agrarische reststromen. In deze casus zou de verplichte bijmenging van biogas het de moeite doen lonen om doorgedreven investeringen voor lange termijn door te voeren.³⁵

Naast het zetten van normen, standaarden en doelstellingen, is er voor de overheid nog een directe manier om mee een markt te creëren, namelijk publieke aanbestedingen consequent vanuit een circulair oogpunt in te vullen. Hoewel de impact waarschijnlijk kleiner is (de totale impact is moeilijk te becijferen zonder forse aannames te maken), vergeleken met het zetten van standaarden, is er toch een directe en indirecte impact. Direct is er de markt die gecreëerd wordt doordat de overheid goederen of diensten afneemt. Indirect is er het effect van kennisdiffusie richting burgers en andere afnemers, waardoor op langere termijn een bijkomende vraag gecreëerd

³⁵ Belangrijk is dat tijdens het zetten van standaarden en normeringen goed over eventuele negatieve aspecten nagedacht dient te worden. Ten eerste mag het halen van een bepaalde standaard of doelstelling geen doel op zich worden. Dit kan ertoe leiden dat een bepaalde sector, industrie of regio perfect aan de opgelegde norm voldoet maar hierdoor vergaande negatieve effecten of onvoorzien gevolgen creëert op andere vlakken. Als dit het geval is, is de standaard niet goed gedefinieerd ofwel gericht op het verkeerde doel. Een tweede negatief aspect, dat eigen is aan het zetten van regels, is dat men het systeem probeert te bespelen of op te rekken zodat aan de letter van de regel wordt voldaan maar het bedoelde effect niet behaald wordt.



wordt. Leveranciers die op overheidsopdrachten inschrijven worden op deze wijze gedwongen zich te ontwikkelen om aan de nieuwe standaarden te voldoen.

Tot slot speelt fiscaliteit een belangrijke rol in het circulaire vraagstuk, opnieuw om een internationaal *level playing field* te creëren. Fiscale stimulansen vormen een belangrijke randvoorwaarde om het doorbreken van een circulaire industrie te versnellen en te versterken. Een aantal van deze hefboomen is in lokale, gewestelijke of federale handen, maar de allerbelangrijkste hefboom ligt bij de Europese Unie. Deze moet een oplossing bieden voor volgende problematiek: indien strengere regels en meer circulariteit in Vlaanderen, België en de EU zouden leiden tot de vlucht van vervuilende productie naar toevluchtsoorden waar de milieuregels minder streng zijn, dan ontstaan er twee problemen. Ten eerste verliezen we tewerkstelling en economische toegevoegde waarde. Ten tweede daalt wel de uitstoot van onze productie, maar niet de uitstoot van de consumptie. We verliezen dus economische welvaart zonder dat het milieu daar iets mee opschiet. De onderliggende oorzaak hiervoor is de combinatie van vrijhandel met ongelijke behandeling van vervuiling in verschillende landen, waardoor de vervuiling gewoon beweegt naar het punt met de minste milieuregels. De logische oplossing is een douaneheffing op CO₂ of andere vormen van vervuiling om het speelveld van internationale handel opnieuw milieuvlak te maken. Een *carbon border tax* vergroot de welvaart. Weliswaar doet een dergelijke douaneheffing de prijzen voor met vervuiling geproduceerde producten initieel stijgen, maar terzelfdertijd stijgen de lokale tewerkstelling en economische toegevoegde waarde en daalt de wereldwijde emissie. De twee laatste effecten wegen bovendien zwaarder dan het eerste, waardoor de totale welvaart toeneemt. Op langere termijn vergroot een dergelijke douaneheffing ook de interne Europese agglomeratie-effecten, wat uiteindelijk ook tot lagere prijzen voor deze producten kan leiden.

Bouwsteen 5. Betrek de volledige waardeketen

Om een circulaire industrie zo snel mogelijk te laten doorbreken, moet de volledige waardeketen steeds meegenomen worden. Dit slaat hier op twee aspecten, enerzijds de verschillende individuele actoren langsheen de waardeketen, anderzijds de verschillende disciplines en sectoren die nodig zijn om tot een gedragen oplossing te komen. Enkele krachtlijnen zijn in dit kader belangrijk, namelijk:

- Dat ontwikkelingen in de circulaire industrie op de juiste drempel naar elke stakeholder gebracht moeten worden. Concepten zoals triple helix en quadruple helix zijn een logische invulling van het feit dat iedereen betrokken moet zijn die relevant is. Dus eerder dan het kind een naam te geven, kunnen we gewoon stellen: betrek wie nodig is en houdt erbuiten wie niet nodig is. Maak deze analyse grondig aan het begin en niet *ad hoc*.
- Bekijk waar de voornaamste vraag in de waardeketen vandaan moet komen. Er zijn probleemeigenaars, makelaars en eindgebruikers. Een voorbeeld hiervoor is nutriëntenrecuperatie na biogasproductie. Eigenaars van anaerobe vergisters halen stikstof en fosfor uit hun effluenten om kosten en milieu te besparen, echter de verhoopte marktwaarde van de gerecupereerde grondstoffen als meststof wordt zelden gerealiseerd. Een cruciale fout in deze ontwikkeling, vooral voor fosfor, is dat de afnemers (meststoffenindustrie/makelaars en boeren/eindgebruikers) niet van in het begin nauw betrokken werden.



- Betrek alle relevante economische sectoren, gezien een ontwikkeling zelden op zichzelf staat. Recuperatie van grondstoffen zal bijvoorbeeld in veel gevallen energie-intensiever zijn dan *virgin production*, en dus moet voldoende (hernieuwbare) energie beschikbaar zijn. Het is dus belangrijk om ook voldoende te investeren in ondersteunende sectoren (logistiek en opleidingscentra zijn andere voorbeelden). De realiteit is dat de transitie richting een meer circulaire industrie, een energetisch veeleisende uitdaging is. Er moet, met andere woorden, over gewaakt worden dat er voldoende duurzame energie kan opgewekt worden om de circulaire omwenteling te ondersteunen en te onderhouden. In dat kader is het een meerwaarde om de juiste beleidsondersteunende instrumenten te ontwikkelen die al deze inzichten meenemen. Een belangrijke nuance, is dat ook de factor tijd hierbij niet vergeten mag worden. Als je vandaag een platina katalysator gebruikt in een wagen, dan kan het twintig jaar duren alvorens het platina opnieuw ter beschikking komt. Er is dus een ernstige tijdsverschuiving mogelijk voor bepaalde grondstoffen. In een groeiende markt zitten grondstoffen langer vast dan gemiddeld nodig.
- Creëer een klimaat van open innovatie: in een circulaire economie en een circulair industrieel weefsel is het belangrijk om innovatie te implementeren op niveau van de waardeketen. Bedrijven moeten dus samen innoveren in een open innovatieklimaat (samen met bijvoorbeeld toeleveranciers, technologieleveranciers, afnemers, logistiek, overheden, maatschappij ...). Dit is cruciaal omdat circulaire industriële aspecten voor het doorsnee bedrijf niet de *core business* zijn. Een klassiek voorbeeld is watertechnologie. Relatief gezien wordt er weinig in innovatie rond water geïnvesteerd door bedrijven omdat het vaak niet als de eigen verantwoordelijkheid gezien wordt om dit 'perifeer probleem' aan te pakken. Toch is het net omdat water in praktisch alle sectoren wordt ingezet en belangrijk is, dat veel bedrijven er baat bij hebben om samen met andere actoren op zoek te gaan naar innovatiemogelijkheden.

Bouwsteen 6. Ontwerp producten en infrastructuur voor een circulaire industrie

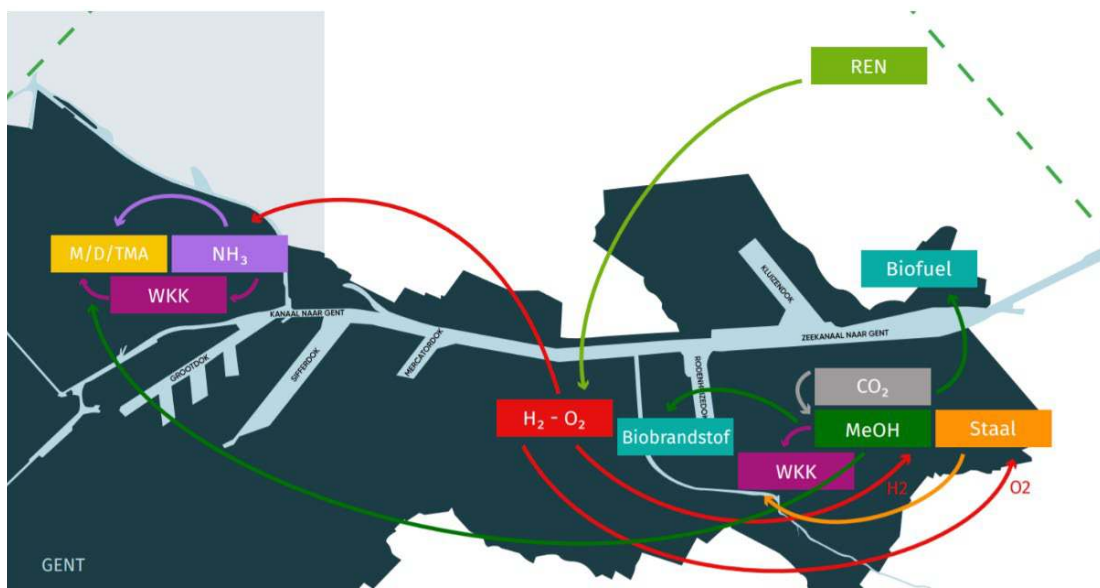
De circulaire doorbraak kan ook versneld worden door van meet af aan te kiezen voor ontwerpen die circulariteit ten volle dienen. Dit kan zowel op productniveau zijn, maar evengoed op veel groter gebieds- of regioniveau.

Aan dit eerste, het herdenken van producten en materialen om ze beter in een circulaire economie context te plaatsen, is al veel aandacht gegeven. Vooral in het veld van plastics en polymeren zijn de concepten *design for recyclability* en *design from recycling* gemeengoed, onder andere door zeer uitgebreide bijdragen vanuit de Ellen McArthur foundation.³⁶ Deze evolutie moet verder versterkt worden en zal vanzelfsprekend implementatie versnellen. Een mogelijke toepassing kan er bijvoorbeeld uit bestaan dat producten vergezeld worden van (digitale) materialenpaspoorten, zodat gedurende hun gehele levenscyclus duidelijk is hoe ze verwerkt kunnen worden na gebruik. Dit zou twee belangrijke voordelen hebben. Een eerste is dat er op die manier meer zicht wordt gekregen op de hoeveelheid secundaire grondstoffen die beschikbaar is in een regio, dat is simpelweg een optelsom van informatie die uit materialenpaspoorten komt. Daarnaast wordt met een materialenpaspoort ook duidelijk hoe lang stromen niet beschikbaar zijn en vastzitten in een product (zoals in bouwsteen 5 al aangehaald is het belangrijk een goed zicht te krijgen op hoe lang secundaire grondstoffen niet beschikbaar zijn).

³⁶ www.ellenmacarthurfoundation.org/

Design als een bouwsteen is ook op een grootschaliger niveau toepasbaar. Als we bijvoorbeeld denken aan de (her)inrichting van industriële sites, dient deze ook herdacht te worden om ruimte te creëren voor nieuwe ontwikkelingen in het kader van industriële symbiose, uitwisselingen van nevenstromen of secundaire grondstoffen of om nieuwe activiteiten in de figuurlijke periferie te stimuleren. We nemen als voorbeeld het North-C-Methanol project in North Sea Port (figuur 6)³⁷. In dit project wordt hernieuwbare energie gebruikt om via elektrolyse waterstof te maken die vervolgens gecombineerd wordt met CO₂ om methanol te produceren.³⁸ Interessant aan dit project is dat een volledige ecologie op een vernieuwende manier aan elkaar geschakeld moet worden, wat te bevorderen is via een goede inplanting van infrastructuur. De vereiste stappen in dit project zijn:³⁹

1. Hernieuwbare energie komt binnen via het Stevin project⁴⁰;
2. Op locatie wordt water gesplitst in waterstof en zuurstof via elektrolyse. De waterstof gaat naar de methanolfabriek, de zuurstof wordt afgenomen door buurbedrijf ArcelorMittal;
3. ArcelorMittal zuivert CO₂ op uit zijn eigen afgassen en levert die aan de methanol fabriek;
4. Binnen North Sea Port is meer verbruik van methanol (bijvoorbeeld voor productie van biobrandstoffen en methylamines) dan er momenteel geproduceerd kan worden in het project, de afname is dus verzekerd;
5. Warmte wordt gevaloriseerd via WKK;



Figuur 6. De ecologie van een circulair project. De meeste inputs en outputs moeten in 1 regio verwerkt worden, anders zijn er te grote reststromen of verliezen. (figuur: North-C-Methanol project, aangeleverd door North Sea Port)⁴¹

37 <https://northccuhub.eu/nl/north-c-methanol-2/>

38 De productie van methanol wordt in een eerste fase op zo'n 45000 ton geschat, terwijl de vraag in de North Sea Port alleen al rond de 300000 ton ligt. Er is veel marge naar opschaling toe, zeker als de grotere regio wordt beschouwd.

39 https://stad.gent/sites/default/files/media/documents/CCUhub_Rapport.pdf

40 www.elia.be/nl/infrastructuur-en-projecten/infrastructuurprojecten/stevin

41 https://stad.gent/sites/default/files/media/documents/CCUhub_Rapport.pdf

Voor de duidelijkheid, dit project wordt momenteel ontwikkeld en staat nog voor enkele uitdagingen, maar figuur 6 verduidelijkt alleszins dat een goede ruimtelijke inplanting van verschillende activiteiten efficiëntie bevordert. Er zijn veel voorbeelden in wording waar dergelijke symbiose samenkomt, van het waterhergebruik van groentenproducent Ardo voor landbouwirrigatie in de zomer⁴² tot het verwarmen van Volvo Cars Gent met warmte van papierproducent Stora Enso⁴³. De voornaamste opdracht voor de verschillende overheden is om met visie een ruimtelijke architectuur op te zetten zodat deze projecten integraal een succes zijn.

Bouwsteen 7. Aanvaard initiële verliezen, gekaderd in een perspectief van winst op langere termijn.

Naar circulaire economie overgaan is ondernemen, en ondernemen is aanvaarden dat in het begin nieuwe technologie en bedrijfsmodellen verlieslatend kunnen zijn, wat een typische innovatiekost is. Opnieuw het voorbeeld dat in de vorige bouwsteen werd aangehaald. Het North-C-Methanol⁴⁴ project in de North Sea Port wil tegen 2025, 45000 ton methanol produceren uit CO₂. Dit project volgt uit een voorstudie⁴⁵ die aantoonde dat vandaag deze methanol 20% duurder is dan fossiele methanol. Toch gaat het project vooruit, omdat de publieke en private partners bereid zijn leergeld te betalen en, belangrijker, er voldoende perspectief is op economische rendabiliteit op langere termijn (doordat de productiekosten steeds scherper zullen worden en de markt groeit door stijgende vraag naar CO₂-neutralere brandstoffen). Een standaard die een maximale CO₂ emissie vooropstelt per ton methanol zou dergelijke ontwikkeling vanzelfsprekend versnellen (bouwsteen 4), maar in de tussentijd zullen de bedrijven moeten investeren om later competitief te zijn in deze opkomende markt.

Cruciaal is dus om een traject af te spreken, waarbij de gemeenschap mee investeert om nieuwe ontwikkelingen in gang te helpen trekken zolang de ontwikkeling alvast op termijn economisch positief is. Drie zaken zijn hierbij essentieel.

1. een samenwerking (ook op financieel vlak) tussen betrokken actoren, zodat grote-impact ideeën toch tot ontwikkeling kunnen komen. Maar hier moet een stap aan voorafgaan en dat is punt twee.
2. de totale route voor een project moet vanuit een interdisciplinair kader bestudeerd worden. Concreet voor het North-C-Methanol verhaal: het was wel duidelijk dat de technologische mogelijkheden er waren, maar voorafgaand komt een waaier aan andere vragen aan bod; waarom methanol? Wie worden de afnemers? Zal er een markt zijn? Is het beleidsmatig en juridisch mogelijk? ... ? Al deze zaken moeten meegenomen worden in een scenario-analyse om tot een goede beslissing en inschatting te komen.
3. als je verliezen aanvaardt, zorg dan dat ze vanuit een gefundeerd kader vertrekken zodat duidelijk wordt op welke termijn ze worden omgezet in levensvatbare projecten en hoever de investeringen kunnen oplopen.

42 www.ardo.com/nl/actualiteit/hergebruik-gezuiverd-afvalwater-voor-irrigatie-eerste-leiding-gaat-in-de-grond

43 www.agoria.be/nl/Volvo-Cars-en-Stora-Enso-nemen-warmtenet-in-gebruik-in-Gent

44 www.northccuhub.eu/

45 www.stad.gent/nl/ondernemen/economische-sectoren/cleantech-cluster-regio-gent/projecten-partnerschap/carbon-capture-utilization-hub



Bouwsteen 8. Afstemming tussen de verschillende beleidsniveaus

Een andere uitdaging voor het realiseren van een circulaire economie is dat er op beleidsniveau verschillende relevante bevoegdheden door verschillende departementen en geografische schalen beheerd worden. Het betreft dus niet enkel departementen op regionaal niveau, maar evengoed de afstemming tussen regionaal en nationaal niveau. Zeker in een land als België bestaan er verschillende beleidsniveaus die vaak bevoegd zijn voor verschillende (deel)aspecten van een ontwikkeling, of allen eigen accenten gaan leggen op hetzelfde aspect.

De weg vooruit is dat er een duidelijke afstemming komt en dat er een consensus is over het doel en over de te volgen route over de grenzen van departementen heen. Essentieel hierbij is dat, zoals eerder vernoemd werd, regels en beleidsprogramma's kritisch worden beoordeeld zodat ze de doelstelling dienen, dus aanpasbaar zijn bij nieuwe innovaties/inzichten en niet bespeelbaar zijn.

Als er belangrijke transitie op ons afkomen, dan moet een goede afstemming over ministeries en departementen heen alleszins bijdragen om hierop versneld en daadkrachtiger in te spelen. Dit moet helpen om een eensgezinde missie op te stellen en gezamenlijk de kaart te trekken van de meest hoopvolle route richting doel. Momenteel zien we nog te veel een situatie waarbij er niet altijd een consensus bestaat over de missie (het lange termijn doel) en dat er op verschillende niveaus verschillende routes richting verschillende doelen worden uitgetekend.

Bouwsteen 9. Maak maximaal gebruik van digitalisatie

In hoofdstuk 2 werd geduid dat verschillende technologische golven elkaar niet alleen afwisselen, maar ook elkaar voeden en versterken. Als we de gehele S-curve willen versnellen, maken we best zo optimaal mogelijk gebruik van vorige technologische doorbraken. De link tussen industrie 4.0 en circulaire economie is een voorbeeld van hoe dit kan gebeuren.

De transitie van een lineair naar een circulair systeem impliceert dat er een zeer goede kennis moet zijn van de locatie, stromen, hoeveelheden en specificaties van een grondstof binnen het systeem. In een lineair systeem was dit nooit een probleem en werden stromen *ad hoc* aangepast aan de noden. In een circulair systeem zal er meer nood zijn aan monitoring en controle van die stromen. Gelukkig kunnen we hierbij maximaal gebruik maken van de recente ontwikkelingen voortvloeiend uit de digitale revolutie zoals *Internet of Things* (IoT), *digital twins*, soft sensoren, kunstmatige intelligentie, enz. Deze laatste *tools* worden nu volop geïntroduceerd in verschillende sectoren (weliswaar op verschillende snelheden), maar ook over sectoren heen moeten digitale systemen kunnen communiceren, want alleen dan kan men op systeemniveau gaan optimaliseren.⁴⁶ De mogelijkheden hiervan worden geïllustreerd door de J-Park Simulator, waar een industrieterrein in Singapore digitaal is nagebouwd. Op basis van publiek beschikbare data samen met geanonimiseerde privé- en bedrijfsdata kunnen beslissingen worden genomen voor bijvoorbeeld het aan- en afschakelen van elektriciteitscentrales afhankelijk van emissies en de vraag naar energie.⁴⁷

⁴⁶ Een voorbeeld is de water-energie nexus. Voor energieproductie is veel (koel)water nodig, terwijl voor (drink)waterproductie, vooral uit nieuwe bronnen zoals effluënten en zoutwater, veel energie nodig is. De vraag dringt zich dus op wanneer het ideale moment is om water te produceren en wanneer energie.

⁴⁷ www.cares.cam.ac.uk/research/j-park-simulator/



Bouwsteen 10. Laat de curve niet afremmen: knelpunten in actie

Bij gelijk welke doorbraak heb je zaken die ervoor zorgen dat een technologie trager of niet doorbreekt. Je hiervan bewust zijn en deze actief aanpakken is een meerwaarde. Enkele knelpunten die wij zien zijn:

- De focus dient voorbij het technologische te gaan: technologie staat natuurlijk centraal bij technologische omwentelingen, maar alleen dat is niet voldoende. Doorheen deze tekst zijn er verschillende voorbeelden aan bod gekomen die dat duiden. Benader de circulaire doorbraak dan ook vanuit verschillende invalshoeken. Zaken zoals consumentengedrag, businessmodellen, regelgeving en financiering zijn sterk bepalend voor de ontwikkeling van een circulaire economie.
- Circulaire economie moet weg uit de niche: Sommige mensen gaan om met ecologische vraagstukken alsof het een religie betreft. Daar is niks mis mee, maar je moet je dan wel afvragen of dat geen obstakel is om de hele economie duurzamer te maken waarvoor je een breed draagvlak zal moeten bouwen. Heel wat economische en technische systemen functioneren in onze complexe economie alleen maar als ze een kritische drempel overschrijden, als er een zekere schaalgrootte is. Bij nichemarkten of nicheproducten is dat zelden het geval. Circulaire economie moet een basisstramien worden voor heel onze economie. Pas als we dat principe kunnen toepassen op grote schaal, gaan we er zowel economisch als ecologisch sterk op vooruit.
- Besteed aandacht aan transitie management: dingen moeten vaak ook rijpen en dus mogen we bepaalde evoluties niet te snel willen doorvoeren. Dat geldt ook voor bedrijven. Men is een bepaalde manier van werken gewoon en men wil gedane investeringen zo goed mogelijk laten renderen. Iedereen weet hoe moeilijk verandering is. Om die perceptie te kunnen overwinnen moet je kunnen aantonen dat iets haalbaar is en dat het op termijn ook alleen maar beter en efficiënter is.
- Perceptie speelt ook een grote rol bij het gebruik van producten en grondstofstromen. Gerecycleerd plastic kan er minder *flashy* uitzien in vergelijking met *virgin* fossiel plastic, maar kan perfect dezelfde eigenschappen hebben. Het gebruik van drinkwater of proceswater dat gemaakt is uit gezuiverd rioolwater maakt veel gebruikers allicht argwanend, terwijl de kwaliteit perfect gewaarborgd kan worden en misschien zelfs beter kan gemonitord worden dan bij water uit natuurlijke bronnen. Toch lijken consumenten niet altijd bereid te zijn om over te stappen naar alternatieve mogelijkheden. Een belangrijke boodschap hier is dat het overwinnen van gebruikersbarrières ook een belangrijk element is om aan te pakken.
- Bevoorradingzekerheid en kwaliteit: Er worden met de regelmaat van de klok circulaire innovaties gepresenteerd waarbij nevenstromen succesvol tot een product of secundaire grondstof worden opgewerkt. Echter om een waardeketen op een duurzame manier te kunnen ontwikkelen is het belangrijk dat vraag en aanbod op elkaar afgestemd zijn. Als een reststroom uit een bepaalde industrie geschikt lijkt om in te zetten in een andere industrie, dan zal het voor deze laatste (de afnemer) duidelijk moeten zijn dat de hoeveelheden kunnen overeenstemmen met zijn noden en dat de bevoorrading aansluit op productiecycli. Daarnaast moeten grondstoffen ook steeds aan bepaalde kwaliteitsgaranties voldoen en moet deze voor lange tijd gegarandeerd worden. Perspectief op continuïteit en consistentie van grondstoffen en productafname zijn essentieel om investeringen in procesveranderingen te verantwoorden. De tijdsfactor, ook al besproken in bouwsteen 5, speelt hier een belangrijke rol. Duidelijkheid kan geboden worden door volop in te zetten op digitale oplossingen over sectoren heen.



- Omgaan met een lobby: De weerstand komt vaak vanuit bestaande businessmodellen. De minder aangename kant van economische ontwikkeling is *creative destruction*. Van wat vandaag bestaat zijn er altijd delen die moeten plaats maken voor iets nieuws. Bestaande businessmodellen worden aangepast of maken plaats voor iets nieuws. Als de politiek dan te veel oor heeft voor het bestaande en niet voor het nieuwe, dan werkt dat contraproductief. Dat is vaak een rem voor innovatieve ontwikkelingen. De politiek moet dat kunnen overstijgen en creatieve destructie toelaten. Ons economisch model moet zich constant kunnen aanpassen om tot het meest ideale circulaire systeem te komen met minimale impact op de omgeving.
- *Too big to fail*: spelers betrokken in de winning en verwerking van primaire grondstoffen zijn vaak zeer grote bedrijven en hebben soms (al dan niet in specifieke regio's) een monopoliepositie. Denk hierbij aan multinationals betrokken in mijnbouw, ertsverwerking, olie- en gaswinning etc. Dit kan ervoor zorgen dat zij – tot op zekere hoogte – de economische wetmatigheid dat goederen en grondstoffen duurder worden naarmate ze schaarser worden (tijdelijk) kunnen omzeilen en hun prijzen artificieel kunnen laten zakken. Dit bemoeilijkt de doorbraak van circulaire alternatieven. Het is aangewezen dat nationale of supranationale overheden een kader ontwikkelen om via fiscale en regulatoire maatregelen, maar ook via standaarden en normen, dergelijke praktijken op een economisch en juridisch verantwoorde wijze te verhinderen.
- Een versnipperd landschap: De industrie heeft zich ten gevolge van diverse factoren (toegang tot primaire grondstoffen, technologische behoeften, sociaal overleg, vergunningsaspecten, investeringsbeslissingen,...) sterk sectoraal georganiseerd. Het risico hierbij is dat sectoren weinig voeling hebben met hoe de dynamiek in een andere sector in elkaar zit, terwijl een overkoepelend systeemperspectief net belangrijk is voor het doorbreken van circulariteit. Versnippering is ook van toepassing op technologische en wetenschappelijke ontwikkelingen. Universiteiten zijn opgedeeld in faculteiten en vakgroepen met elk hun specifiek expertisedomein, die van nature relatief geïsoleerde eilanden zijn. Om oplossingen op waardeketenniveau te kunnen bieden zal veel meer samenwerking over disciplines heen noodzakelijk zijn en moeten ook daar structuren in vraag durven worden gesteld.
- Het internationale karakter van een waardeketen: het belang van waardeketens voor de circulaire industrie kwam eerder in deze tekst aan bod. Een element dat daarbij nog onderbelicht bleef, is het belang van het internationale kader. Hierbij gaat het ofwel over bedrijven die zich in dezelfde waardeketen bevinden, of bijvoorbeeld over internationale concurrenten. Met betrekking tot dit eerste aspect is het een moeilijkheid dat internationale spelers (die aan elkaar verbonden zijn, zoals bijvoorbeeld toeleveranciers en eindafnemers) niet altijd in dezelfde richting bewegen en dat ze onderhevig zijn aan een andere, eventueel tegenstrijdige nationale regelgeving. Met betrekking tot dit tweede aspect bestaat het risico dat er geen *level playing field* bestaat, welke problematiek eerder aan bod kwam (bouwsteen 4).



Conclusie

De locatie waar industrie of een cluster zich vestigt en het economisch patroon dat daardoor ontstaat, is niet willekeurig. Het wordt bepaald door een waaier aan factoren, typisch een interactie tussen de nabijheid tot sterke markten (nabij consumenten en andere industrieën) of tot input (grondstoffen, ruimte, infrastructuur, werknemerspotentieel). Als een regio competitief wil blijven en zijn industrieel weefsel op lange termijn wil bestendigen, moet nagedacht worden over wat toekomstige economische verschuivingen kunnen zijn en hoe we deze in een regio kunnen verankeren. Aldus wordt toekomstige competitiviteit gegarandeerd.

In deze visietekst gaven wij onze kijk op hoe je dit voor een volgende belangrijke verschuiving, de opkomst van de circulaire industrie kan doen. We zijn overtuigd dat België volop deze kaart moet trekken. Niet alleen zien we dat de technologische mogelijkheden zich in toenemende mate ontwikkelen, ook zien we een toenemende aandacht hiervoor vanuit maatschappelijk en beleidsmatig oogpunt. Daarbij komt dat er duidelijke troeven aanwezig zijn die een goede voedingsbodem vormen voor een circulaire industrie, in het bijzonder in de vorm van een interessant industrieel apparaat, sterke wetenschappelijke spelers en een overheid die de ambitie toont om deze evolutie te ondersteunen. Dit alles kan een perfecte storm zijn die alle kansen voor een circulaire doorbraak samenbrengt. Wel zijn bijkomende impulsen vereist om deze troeven volledig uit te spelen zodat België een koploper op het vlak van een circulair industrieel weefsel kan worden. De vraag moet dus zijn: hoe zorgen we dat de S-curve van de circulaire industrie hier volledig tot stand komt en dat dit zo snel mogelijk gebeurt.

Om hier een antwoord op te bieden stellen wij tien bouwstenen voor, die voor een breed gamma aan grondstoffen toepasbaar zijn. Belangrijke kernpunten daarbij zijn dat de uitrol van technologische mogelijkheden goed moet ondersteund worden, dat we vanuit verschillende invalshoeken naar de doorbraak van de S-curve kijken (anders denken, het grotere verhaal bekijken, vanuit de volledig waardeketen en vanuit een attitude die ook verliezen aanvaardt), dat een afzetmarkt versterkt wordt, dat infrastructuur aanwezig is of doordacht ontwikkeld wordt en dat de doorbraak van digitalisatiemogelijkheden optimaal de circulaire industrie moet voeden. Belangrijk is om voldoende aandacht te besteden aan eventueel afremmende factoren, zodat deze de investeringen in een versnelde doorbraak niet tegenwerken of tenietdoen. Wat alleszins duidelijk moet zijn, is dat het tot wasdom komen van een circulaire industrie een veelheid aan capaciteiten en vaardigheden vereist. Dit betekent niet alleen dat verschillende disciplines en actoren zo goed mogelijk moeten samenwerken, maar ook dat verschillende beleidsniveaus vanuit een gemeenschappelijke visie en met een duidelijke missie werken. We moeten vertrekken vanuit een waardeketen waarin duidelijk is wat en wie we nodig hebben (deze visietekst is daartoe een goede aanzet), en eensgezind aan dezelfde kar trekken.



Circulariteit of duurzaamheid

In de context van circulariteit wordt vaak snel de verbinding gelegd met duurzaamheid in de context van milieu en onze leefomgeving. Anderzijds wordt er bij het woord duurzaamheid al snel aan circulaire economie gedacht. Voor een goed begrip van deze tekst is het belangrijk een duidelijk onderscheid te maken tussen beide begrippen. Een circulaire economie of industrie houdt in dat er zoveel mogelijk van de inhoud wordt hergebruikt en dat nieuwe input minimaal is. Een duurzame activiteit, economie of industrie houdt in dat deze in staat is zichzelf over langere periode te handhaven.

Om te bepalen of circulariteit bijdraagt aan duurzaamheid voor het milieu en klimaat wordt er meestal een *Life Cycle Assessment* (LCA) uitgevoerd. Bij dit type analyse worden vele factoren (grondstof gebruik, afvalstromen, landgebruik, biodiversiteit, etc.) van een keten meegewogen om te bepalen of een proces duurzamer is dan een bepaald alternatief. Het kan dus best zijn dat een circulair proces, over de gehele keten beschouwd, niet duurzamer scoort op milieuaspecten in vergelijking met een lineair proces, bijvoorbeeld door een zeer zware energievraag.

Duurzaamheid kan ook beschouwd worden vanuit een sociaal-economisch perspectief. Hierbij wordt gekeken naar de impact van (nieuwe) productieprocessen en -ketens op het (lokaal) maatschappelijk weefsel. Nieuwe circulaire processen kunnen immers leiden tot behoud van of nieuwe economische activiteiten en mogelijkheden voor de maatschappij, denk hierbij aan opleidingen, baan zekerheid etc. Tegengesteld is het ook mogelijk dat nieuwe circulaire waardeketens kunnen leiden tot baanverlies doordat extensieve primaire productie of verwerking wordt ingeruild tegen efficiënte en hoogtechnologische circulaire processen.

Circulaire industrie en economie, met andere woorden, kan dus een positieve of negatieve impact hebben op verschillende duurzaamheidsaspecten in de brede zin van het woord. Het is daarom essentieel vooraf te beschouwen wat het doel is van het opzetten of herdenken van waardeketens. Zijn dit milieuaspecten, grondstofzekerheid, werkgelegenheid of....? Wat is het primaire doel en wat zijn bijkomstigheden van het opzetten van nieuwe circulaire paradigma's?

Voor een ideale duurzame circulaire maatschappij is het dus essentieel alle aspecten (materiaal, energie, water, sociaal, economisch,.....) te beschouwen en kritisch te bedenken waar de systeemgrenzen liggen en naar welke parameters geoptimaliseerd moet of kan worden. Dit zijn maatschappelijke keuzes die met een duidelijke visie ontwikkeld en vastgelegd kunnen worden.



Bibliografie

- Albrecht, J., & Merlevede, B. (2018). *Oikonomia: inzicht in economie*. OWL Press/Borgerhoff & Lamberigts; Oikonomia.
- Christensen, C. M. (1992). Exploring the limits of the technology S-curve. Part I: component technologies. *Production and Operations Management*, 1(4) 334-357.
- Friant, M. C., Vermeulen, W. J., & Salomone, R. (2020). A typology of circular economy discourses: Navigating the diverse visions of a contested paradigm. *Resources, Conservation and Recycling*, 161, 104917.
- Korhonen, J., Honkasalo, A., & Seppälä, J. (2018). Circular economy: the concept and its limitations. *Ecological economics*, 143, 37-46.
- Krugman, P. (1998). What's new about the new economic geography?. *Oxford review of economic policy*, 14(2), 7-17.
- Lieder, M., & Rashid, A. (2016). Towards circular economy implementation: a comprehensive review in context of manufacturing industry. *Journal of cleaner production*, 115, 36-51.
- Midelfart-Knarvik, K. H., Overman, H. G., Redding, S. J., & Venables, A. J. (2000). The location of European industry.
- Morseletto, P. (2020). Targets for a circular economy. *Resources, Conservation and Recycling*, 153, 104553.
- Parker, D.S. (2011). Introduction of New Process Technology into the Wastewater Treatment Sector. *Water Environment Research* 83(6), 483-497
- Perez, C. (2003). *Technological revolutions and financial capital*. Edward Elgar Publishing.
- Perez, C. (2010). Technological revolutions and techno-economic paradigms. *Cambridge journal of economics*, 34(1), 185-202.
- Potting, J., Hekkert, M. P., Worrell, E., & Hanemaaijer, A. (2017). *Circular economy: measuring innovation in the product chain* (No. 2544). PBL Publishers.
- Raworth, K. (2017). *Doughnut economics: seven ways to think like a 21st-century economist*. Chelsea Green Publishing.
- Ronsse, S., & Rayp, G. (2015). What determined the location of industry in Belgium, 1896-1961?. *Journal of Interdisciplinary History*, 46(3), 393-419.
- Ronsse, S. (2021). *Als de raket niet opgaat: 12 valkuilen van innovatie*. Pelckmans.
- Van Berkel, R., & Fadeeva, Z. (2020). Role of Industries in Resource Efficiency and Circular Economy. In *Waste Management as Economic Industry Towards Circular Economy* (pp. 171-183). Springer, Singapore.

