This material is part of a project that has received funding from the European Union's Horizon 2020 research and innovation programme under grant agreement No. 101036854.

CIRCULAR FOAM

Rethinking Plastics

Workbook over Duurzaamheidsuitdagingen, Circulaire Oplossingen en Scenarioanalyse

Inleiding

Dit werkboek bevat een reeks van drie modules die zijn ontwikkeld in de context van het door de EU gefinancierde onderzoeksproject *"CIRCULAR FOAM – Systemic expansion of territorial CIRCULAR Ecosystems for end-of-life FOAM"* (https://circular-foam.eu/). Ze zijn bedoeld ter ondersteuning van leren en trainen voor wetenschappelijke doelgroepen uit verschillende disciplines aan universiteiten, waaronder docenten en studenten, evenals voor professionals in industriële omgevingen.

De modules kunnen afzonderlijk of opeenvolgend worden doorlopen. De eerste module geeft een algemene inleiding in de duurzaamheidswetenschap. Deze dient als kennisbasis, vooral voor de tweede module, die ingaat op het concept van de circulaire economie en de R-strategieën, zoals **reduce**, **reuse** of **recycle**. De laatste module gaat dieper in op de kwalitatieve scenarioanalyse, legt de methode uit en geeft een overzicht van hoe en waar deze kan worden toegepast.

Verdere kennis over deze onderwerpen en beknopte voorbeelden zijn te vinden in de deliverables van het CIRCULAR FOAM-project. Deliverable 1.5 past de kwalitatieve scenarioanalyse toe op de projectscope en analyseert zo de toekomst van kunststofrecycling en mogelijke circulaire systemen voor high-performance plastics, koelkasten en bouwmaterialen.

Terwijl Deliverables 1.1–1.6 voornamelijk regionale en sociaaleconomische analyses bevatten, zijn kwantitatieve milieu- en economische analyses te vinden in Deliverables 7.1–7.8. Daarnaast gaan andere Deliverables dieper in op aspecten zoals chemische recycling, ontwerp en logistiek, evenals economische valorisatie van de resultaten.

De inhoud van de modules is ontwikkeld en toegepast in de context van het seminar *"Future Skills"* aan de Ruhr-Universität Bochum in Duitsland in het zomersemester van 2025 (voor details zie Deliverable 8.5).

In dit werkboek zijn drie soorten kaders opgenomen die extra informatie bieden:

Dit kader bevat definities en belangrijke details, notities en nadere informatie over het onderwerp.

Dit kader illustreert het onderwerp en de methoden door middel van oefeningen die individueel of in groepen kunnen worden uitgevoerd om het begrip te verdiepen.

Dit kader bevat aanvullende literatuur om dieper in te gaan op wetenschappelijk onderzoek en actuele discussies over het onderwerp.

Dit materiaal maakt deel uit van het project *"CIRCULAR FOAM – Systemic expansion of regional CIRCULAR Ecosystems of End-of-Life FOAM"*. Het project heeft financiering ontvangen van het Horizon 2020-onderzoeks- en innovatieprogramma van de Europese Unie onder subsidieovereenkomst nr. 101036854.

De inhoud van dit document weerspiegelt uitsluitend de opvattingen van de auteurs, en de Europese Commissie is niet aansprakelijk voor enig gebruik dat van de daarin opgenomen informatie wordt gemaakt.

Bibliographic Information:

Publication Date: 31 August 2025

Main authors: Julia Uhlig, Dr.-Ing. David Piorunek, Jana Wegener, Dr. Jan-Hendrik Kamlage

Dutch Translation: Diana Boermans, Hogeschool van Amsterdam

Ruhr University Bochum (RUB), Bochum, Germany

Website: https://circular-foam.eu/

Duurzaamheidsuitdagingen van de plastics economie

Kunststofmaterialen, in vaktaal bekend als synthetische polymeren, vormen een materiaalklasse die sinds hun moderne industriële ontwikkeling aan het begin van de 20e eeuw de manier waarop producten kunnen worden ontworpen, geproduceerd en gebruikt, heeft gerevolutioneerd (Rasmussen, 2018). Tegenwoordig vertegenwoordigt hun productie een belangrijk onderdeel van de chemische industrie en technologie in de moderne samenleving (ibid.) en draagt daarmee aanzienlijk bij aan de sociaaleconomische ontwikkeling van landen wereldwijd.

Vanwege hun veelzijdig aanpasbare mechanische en functionele eigenschappen, evenals hun gunstige verhouding tussen prestaties en kosten, worden kunststofmaterialen in elke consumenten- en industriële markt toegepast, bijvoorbeeld voor verpakkingen, textiel, huishoudelijke apparaten en alledaagse producten, industriële machines, elektrische en elektronische apparaten, transport of de bouw- en constructiesector (Stegmann et al., 2022).

Ondanks de technische en economische voordelen van de plastics economie zijn er diverse milieuproblemen verbonden aan de levenscyclus van kunststoffen. Zo lekken jaarlijks miljoenen tonnen plastics in de vorm van macro-, micro- en nanoplastics in oceanen en zoetwaterreservoirs, terrestrische ecosystemen, biologische systemen en voedselketens (Bank en Hansson, 2022; Ellen MacArthur Foundation et al., 2016). Bovendien draagt de plastics economie aanzienlijk bij aan de mondiale uitstoot van broeikasgassen (GHG) die klimaatverandering aanjagen, omdat kunststoffen tot op heden grotendeels worden geproduceerd met eindige fossiele grondstoffen, zoals gas en olie, en vaak aan het einde van hun levensduur (EoL) worden verbrand (Bachmann et al., 2023). Helaas wordt slechts een klein deel, 5–20 % afhankelijk van de regio, gerecycled – vaak bovendien tot materialen en toepassingen van lagere waarde (Amadei et al., 2025; Sheldon en Norton, 2020).

Een andere dimensie die de duurzaamheidsuitdagingen van plastics verergert, is de verwachte toekomstige ontwikkeling en toename van kunststofproductie, gebruik en afvalstromen. Op mondiale schaal schatten Stegmann et al. (2022) dat de jaarlijkse kunststofproductie tegen 2050 meer dan zal verdubbelen, en dat bijgevolg ook de afvalproductie deze trend zal volgen. Zij tonen bovendien op basis van plausibele scenario's aan dat het merendeel van de gebruikte kunststoffen zich zal ophopen in de bouw- en constructiesector, waar onder andere technische kunststoffen, zoals polyurethaan (PUR) hardschuim, worden gebruikt voor isolatietoepassingen. Een ander recent onderzoek naar de verwachte kunststofconsumptie tot 2050 door Dokl et al. (2024) laat zien dat de Europese Unie haar jaarlijkse kunststofconsumptie mogelijk kan stabiliseren op circa 70–80 megaton (Mt) tegen 2050, mits aanzienlijke verbeteringen worden gerealiseerd in de recyclinginfrastructuur, -technologie en -percentages.

1. Duurzame ontwikkeling is ontwikkeling die voorziet in de behoeften van het heden zonder het vermogen van toekomstige generaties om in hun eigen behoeften te voorzien in gevaar te brengen. Het bevat twee kernconcepten:

- het concept van 'behoeften', in het bijzonder de essentiële behoeften van de armen in de wereld, waaraan voorrang moet worden gegeven; en
- het idee van beperkingen die worden opgelegd door de stand van de technologie en de sociale organisatie aan het vermogen van het milieu om in huidige en toekomstige behoeften te voorzien.

[...]

3. Ontwikkeling omvat een geleidelijke transformatie van economie en samenleving. Een ontwikkelingspad dat fysiek duurzaam is, zou theoretisch zelfs kunnen worden gevolgd in een rigide sociaal en politiek stelsel. Maar fysieke duurzaamheid kan niet worden gegarandeerd tenzij ontwikkelingsbeleid aandacht besteedt aan overwegingen zoals veranderingen in toegang tot hulpbronnen en in de verdeling van kosten en baten. Zelfs de beperkte notie van fysieke duurzaamheid impliceert een zorg voor sociale rechtvaardigheid tussen generaties, een zorg die logischerwijs moet worden uitgebreid naar rechtvaardigheid binnen elke generatie." (WCED, 1987, p. 41)

Het korte overzicht van de afweging tussen de techno-economische voordelen en de milieu-uitdagingen van de plastics economie laat zien dat het overwegend fossielgebaseerde bedrijfsmodel van de plastics economie zeer onhoudbaar is voor het milieu. Daarom pleiten steeds meer wetenschappers, beleidsmakers, NGO's en industriële initiatieven voor meer systemische en impactvolle veranderingen. Een voorbeeld hiervan is de industriële agenda *"The New Plastics Economy – Rethinking the Future of Plastics"*, die dit al in 2016 bepleitte en opriep tot "a new approach".

"Om verder te gaan dan kleinschalige en incrementele verbeteringen en een systemische verschuiving naar de New Plastics Economy te bereiken, zouden bestaande verbeterinitiatieven moeten worden aangevuld en geleid door een gezamenlijke, mondiale samenwerkingsinitiatief dat aansluit bij de omvang van de uitdaging en de kans. Een dergelijk initiatief bestaat vandaag de dag niet en zou daarom moeten worden opgezet, aangedreven door een onafhankelijk coördinerend orgaan." (Ellen MacArthur Foundation et al., 2016, p. 23)

De essentiële vraag blijft, zoals recent en duidelijk werd geformuleerd door het European Joint Research Centre (JCR, 2025): "Can the plastics sector become more

sustainable?". Een studie van Amadei et al. (2025) onderzocht de materiaalstromen in de gehele waardeketen van kunststoffen in de 27 EU-lidstaten in 2022 en toonde aan dat "incineration and landfilling still represent the dominant waste management options in the EU-27". Daarom beveelt het JCR de toepassing aan van kernstrategieën voor een circulaire kunststofwaardeketen:

Verbeterde inzameling en sortering van plastic afval zou het verlies van plastic naar het milieu verminderen, recycling bevorderen en uiteindelijk een meer circulaire waardeketen stimuleren.

De studie benadrukt dat de combinatie van mechanische en chemische recycling van fundamenteel belang zou kunnen zijn.

Chemische recycling, die momenteel slechts een verwaarloosbaar aandeel in de sector uitmaakt, kan namelijk het beheer mogelijk maken van materialen die met andere methoden niet gerecycled konden worden." (Joint Research Centre, 2025)

Samengevat laten industriële agenda's en routekaarten zoals *"The New Plastics Economy"* (Ellen MacArthur Foundation et al., 2016) of *"The Plastics Transition"* met ambitieuze doelen zoals *"net-zero emissions by 2050"* (Plastics Europe, 2024), in lijn met recente wetenschappelijke studies, zien dat de duurzaamheidsuitdagingen van de plastics economie meer samenwerking, transformatieve en systemische veranderingen vereisen om de huidige milieueffecten te verminderen en de verwachte toename daarvan tot het jaar 2050 te voorkomen.

Academische wereld en onderwijs

Welke onderzoeksbenaderingen zijn het meest cruciaal binnen jouw discipline om duurzame alternatieven of strategieën te ontwikkelen met betrekking tot de levenscycli en milieueffecten van kunststoffen?

Vanuit jouw academisch perspectief, wat zijn de meest significante systemische barrières voor het bereiken van een meer milieuvriendelijke plastics economie?
Hoe kunnen jouw onderzoeks- of onderwijsinitiatieven de noodzakelijke samenwerkingsgerichte en transformatieve veranderingen binnen jouw vakgebied, of met andere disciplines, bevorderen om deze barrières aan te pakken?

Industrie

Hoe kan jouw bedrijf de technische voordelen van kunststoffen benutten en tegelijkertijd innoveren in productontwerp, materiaalkeuze en productieprocessen om de afhankelijkheid van eindige fossiele grondstoffen aanzienlijk te verminderen?

Als jouw bedrijf actief is in de plastics economie, bijvoorbeeld in sectoren met grote volumes en lange levenscycli, welke specifieke

technische uitdagingen en kansen brengen de bovengenoemde duurzaamheidskwesties met zich mee?

Hoe kan jouw engineeringafdeling of technisch team actief bijdragen aan een meer systemische verschuiving richting duurzaamheid, bijvoorbeeld binnen de strategieën, operaties, het toeleveringsnetwerk of de productontwikkeling van jouw bedrijf?

Welke specifieke technische oplossingen of procesoptimalisaties kan jouw bedrijf implementeren om de ecologische voetafdruk – inclusief de uitstoot van koolstof – en andere milieueffecten die samenhangen met de productie, het gebruik of het einde-levensduurbeheer van kunststoffen, te verminderen?

Als je meer wilt weten over systemische benaderingen voor de verbetering van milieuduurzaamheid, kun je de volgende concepten en bijbehorende studies verkennen:

- Sustainable Development Goals (SDG's) (United Nations Department of Economic and Social Affairs, 2025)
- Planetary Boundaries and Health (World Economic Forum et al., 2025)
- Ecological Footprint and Overshoot Day (Global Footprint Network, 2025)

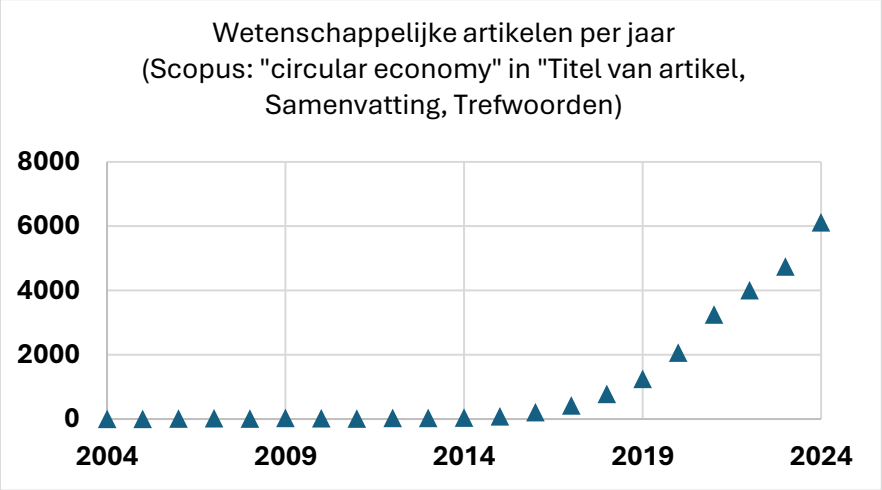
Circular Economy en R-Strategieën

Circular Economy

Milieuduurzaamheidsuitdagingen zijn fundamenteel voor benaderingen van de circulaire economie (CE), aangezien CE-strategieën vaak gericht zijn op het verminderen van het gebruik van natuurlijke hulpbronnen, het minimaliseren van afval en emissies, of het bevorderen van recycling van materialen en terugwinning van energie. Systemische circulaire oplossingen gaan zelfs verder dan recycling en terugwinning; ze richten zich op slimmer productgebruik en productie, het verlengen van de levensduur van producten en onderdelen, en het creëren van nuttige toepassingen van materialen (Potting et al., 2017). Voor de term **"circulaire economie"** zijn er belangrijke concepten en benaderingen voorgesteld en onderzocht door zowel de academische wereld als het bedrijfsleven. Vanuit een systemisch perspectief kan CE worden begrepen als de visie op een economisch systeem dat streeft naar een paradigmaverschuiving – waarbij het lineaire end-of-life (EoL) concept (van wieg tot afval) wordt vervangen door een circulair systeem dat de waarde van materialen en producten zo lang en zo hoog mogelijk behoudt binnen de hele waardeketen. Bovendien zouden CE-oplossingen, in lijn met duurzame ontwikkeling, een rechtvaardig evenwicht moeten creëren tussen economische belangen, milieubescherming en aspecten van sociale rechtvaardigheid (Bachmann et al., 2023; Kirchherr et al., 2023).

Een meer holistisch voorbeeld van een CE-concept dat zich richt op deze systemische samenhang is het **Cradle to Cradle (C2C)**-concept van McDonough en Braungart (2002), dat gevisualiseerd is in Figuur 2 (Müller, 2022). Vanuit het C2C-perspectief is het overkoepelende doel voor materiaal-, product- en systeemontwerp het nastreven

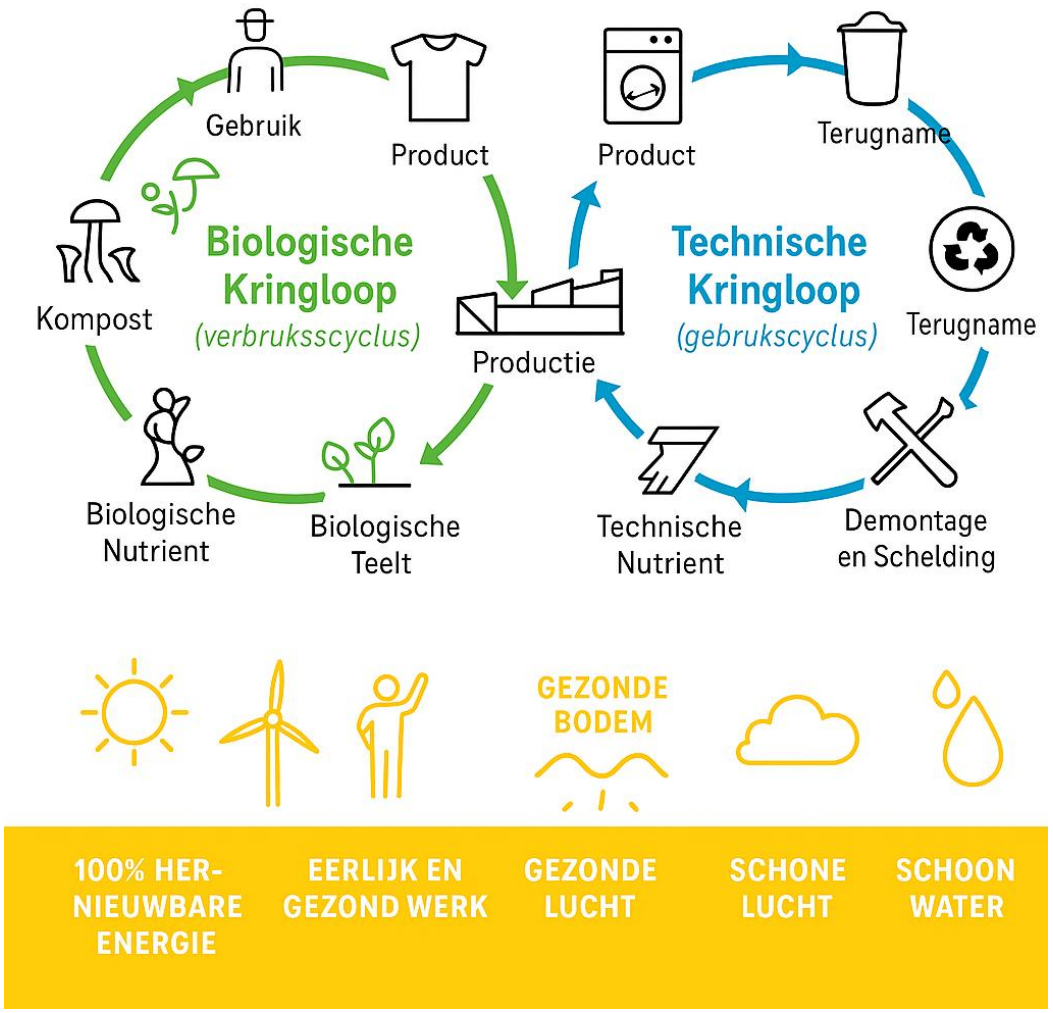
In de academische wereld is de belangstelling voor CE aanzienlijk toegenomen, vooral in de jaren tussen 2014 en 2024, zoals te zien is in deze figuur:



Figuur1: Aantal wetenschappelijke publicaties over CE per jaar (Scopus-zoekopdracht naar 'circular economy' in titel, samenvatting, trefwoorden, 2004–2024)

van volledig gesloten biologische of technische materiaalkringlopen. Aan de linkerkant, die de biologische cyclus weergeeft, zouden regeneratieve en eco-positieve processen circulariteit moeten bevorderen tijdens productie en daarna totdat de producten opnieuw organische nutriënten worden. Aan de rechterkant vereist de technische cyclus meer gecoördineerde CE-strategieën en -maatregelen, bijvoorbeeld voor demontage en scheiding, voordat productonderdelen opnieuw gebruikt kunnen worden of technische nutriënten gerecycled kunnen worden. Centrale motivaties voor beide cycli zijn ook het zo effectief en efficiënt mogelijk verlengen van de levensduur van materialen en producten, evenals het minimaliseren van systemische lekken en milieueffecten, zoals van giftige of gevaarlijke stoffen of broeikasgasemissies.

Daarnaast verschilt de rol van de **"consument"** of **"gebruiker"** aanzienlijk, afhankelijk van de regeneratieve of technische businessmodellen. Als onderdeel van de biologische cyclus hoeven consumenten zich idealiter minder zorgen te maken over het consumeren en weggooien van hun groene producten, aangezien deze bijvoorbeeld zijn ontworpen als biologisch afbreekbare nutriënten of voor biochemische processen zonder schadelijke of ongezonde stoffen in het milieu vrij te geven (Braungart et al., 2007). Als onderdeel van de technische cyclus is de deelname van gebruikers daarentegen cruciaal voor het inzamelen en sorteren van onderdelen van het product of het hele product, om de zeer waardevolle materiaalkringlopen te sluiten en passende CE-oplossingen toe te passen. Voor ontwerpers en ingenieurs vereist dit bovendien het heroverwegen van materiaal-, systeem- en productontwerp door **"het opnieuw maken van de manier waarop we dingen maken"** (ibid.) – producten en processen moeten niet alleen voordelig en positief zijn voor de economie, maar evenzeer voor het milieu en de samenleving.



Figuur 2: “Cradle to cradle”, visualisatie van een diagram van een circulaire economie (Müller, 2022, based on: Braungart & McDonough)

R-Strategieën

R-strategieën, zoals *reduce*, *reuse* of *recycle*, zijn gevestigde CE-benaderingen die zowel de academische wereld, consumenten, bedrijven als beleidsmakers kunnen helpen duurzaamheidsuitdagingen aan te pakken en hen kunnen inspireren om circulaire oplossingen te vinden. De logica van R-strategieën biedt een laagdrempelige instap in CE-concepten. Zo kan het je bijvoorbeeld uitnodigen om lineaire businessmodellen fundamenteel te heroverwegen – zoals het delen of huren van producten in plaats van ze te kopen. Het kan je ook helpen om concrete ideeën te verkennen voor circulaire oplossingen die specifieke duurzaamheidsuitdagingen aanpakken – zoals het verminderen van de verbranding van plastic afval door middel van nieuwe recyclingprocessen. Wetenschappelijke en/of industriële ontwikkeling, implementatie en evaluatie van potentiële circulaire oplossingen kunnen hierop voortbouwen en je helpen het duurzaamheidsvraagstuk grondiger te onderzoeken.

De leidende vraag kan zijn:

Welke R-strategie past het beste om jouw duurzaamheidsuitdaging op te lossen, door middel van slimmer productgebruik en productie, het verlengen van de levensduur van producten en hun onderdelen, en/of het creëren van nuttige toepassingen van materialen (vgl. Potting et al., 2017)?

Als je dieper wilt ingaan op de academische discussie over CE-concepten en een goed overzicht wilt krijgen van de wetenschappelijke literatuur, kun je de studie "Conceptualizing the Circular Economy (Revisited): An Analysis of 221 Definitions" van Kirchherr et al. (2023) raadplegen, waaruit het volgende citaat afkomstig is:

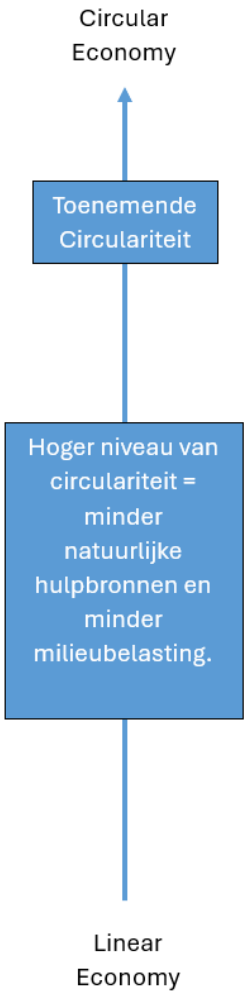
"Er is meer consensus ontstaan over de kernprincipes die ten grondslag liggen aan CE, waarbij 70 tot 80 procent van de artikelen 'hergebruik' en 'recyclen' erkent als de twee fundamentele principes van CE, vergelijkbaar met de analyse uit 2017. Opvallend is dat een toenemend aantal definities nu ook oproept tot fundamentele systemische veranderingen om de CE-transitie te bevorderen. Als zodanig lijkt CE minder goed realiseerbaar te zijn door enkel incrementele veranderingen." (Kirchherr et al., 2023, p.9)

Een goed startpunt om R-strategieën beter te begrijpen en te selecteren is het beleidsrapport *'Circular Economy: Measuring Innovation in the Product Chain'* (Potting et al., 2017). De auteurs ontwikkelden een conceptueel kader dat de rol van innovatie in CE-transities evalueert en pasten dit toe op verschillende hypothetische en praktische casussen, waaronder plastic verpakkingen en elektrische en elektronische apparatuur. Een belangrijk resultaat van het rapport is een

lijst van **10 R-strategieën**, gepresenteerd in een prioriteitsvolgorde van hoge circulariteit (laag R-nummer) naar lage circulariteit (hoog R-nummer), vergelijkbaar met de *"Ladder van Lansink"* voor afvalverwerking (WasteOnline, 2022). Het principe en de belangrijkste hypothese van dit kader is dat meer circulariteit over het algemeen leidt tot meer milieuwinst.

De geordende R-strategieën zijn gegroepeerd in drie CE-strategiecategorieën. De eerste groep, **"slimmer productgebruik en productie"**, met de hoogste circulariteitsprioriteit, omvat **Refuse (R0)**, **Rethink (R1)** en **Reduce (R2)**. De middelste categorie bestaat uit R-strategieën die de **"levensduur van producten en hun onderdelen verlengen"** zijn onder andere **Hergebruik (R3)**, **Reparatie (R4)**, **Refurbish/Opknappen (R5)**, **Remanufacture/Herfabricage (R6)** en **Repurpose/Hertoepassen (R7)**. De categorie **"nuttige toepassing van materialen"** omvat **Recyclen (R8)** en **Terugwinning (R9)**, die al gevestigde industriële circulaire oplossingen zijn om materiaalkringlopen te sluiten en thermische energie terug te winnen (Kirchherr et al., 2023). Een uitsnede uit de illustratie van het R-strategiekader van Potting et al. (2023, p. 5) is te zien in figuur 3, waarin ook definities van de verschillende strategieën worden gegeven.

Bekijk het R-strategiekader van Potting et al. (2017) eens nader. Aan de hand van de casestudy's 'plastic verpakkingen' en 'elektrische en elektronische apparatuur' (Potting et al., 2017, pp. 23–28) kunt u zich vertrouwd maken met het R-strategiekader en meer te weten komen over specifieke voorbeelden, zoals hoe u als consument plastic flessen kunt weigeren of hergebruiken, of wanneer u koelkasten en diepvriezers kunt laten reviseren.



Product besparen of slimmer gebruiken en produceren.	R0 Refuse	Overbodig maken van het product: de functie op een andere manier aanbieden
	R1 Rethink	Herontwerpen van product of gebruik om het product intensiever te benutten
	R2 Reduce	Verminderen van het grondstoffengebruik en verhogen van de efficiëntie in productie of gebruik Levensduur van producten of componenten verlengen
Levensduur van producten of componenten verlengen.	R3 Reuse	Hergebruiken door derden in de oorspronkelijke functie
	R4 Repair	Repareren en onderhouden van (defecte) producten om de oorspronkelijke staat te herstellen
	R5 Refurbish	Opknappen en actualiseren van oude producten
	R6 Remanufacture	Herfabriceren van oude onderdelen voor dezelfde functie in nieuwe producten
	R7 Repurpose	Herbestemmen van oude onderdelen voor andere functies in nieuwe producten
Materialen zinvol hergebruiken / valoriseren	R8 Recycle	Recycling van materialen voor hergebruik in nieuwe producten
	R9 Recover	Verbranden van afval voor energieterugwinning

Figuur 3: R-strategieën in volgorde van hun prioriteit (Potting et al., 2017, p. 5; vertaling gebaseerd op Prosperkolleg z.j.)

Academi sche wereld en onderwijs

Gezien de aanzienlijke toename van academische belangstelling voor CE tussen 2014 en 2024: heb jij al gewerkt aan CE-uitdagingen in onderzoeksprojecten, of heb je CE-concepten en literatuur gebruikt in het onderwijs? Welke aspecten van het onderzoeken/onderwijzen van CE zijn het meest uitdagend? Waarom?

Wat vind je van de volgende stelling: *"CE-oplossingen zouden, in lijn met duurzame ontwikkeling, een eerlijk evenwicht moeten creëren tussen economische belangen, milieubescherming en aspecten van sociale rechtvaardigheid"*? Ben je het daarmee eens of niet? Bespreek dit vanuit jouw disciplinaire invalshoek: is een eerlijk evenwicht haalbaar, en/of welke trade-offs zijn mogelijk? Bespreek dit eventueel samen met je team/studenten.

Hoe kan het **Cradle to Cradle (C2C)**-concept, dat streeft naar volledig gesloten biologische of technische materiaalkringlopen, effectief worden ingezet in onderwijscontexten om de verschillende rollen van consumenten en de specifieke ontwerpeisen voor producten in elke cyclus te illustreren?

Welke soorten casestudy's of praktische oefeningen uit jouw discipline, vergelijkbaar met de voorbeelden *"plastic verpakkingen"* en *"elektrische en elektronische apparatuur"* in Potting et al. (2017), komen bij je op? Bereid passende voorbeelden voor en bespreek ze met je onderzoeksteam/studenten, waarbij je de leidende vraag toepast: **"Welke R-strategie past het beste om jouw duurzaamheidsuitdaging op te lossen?"**

Hoe kan de academische gemeenschap bijdragen aan de interdisciplinaire wetenschappelijke ontwikkeling, implementatie en evaluatie van potentiële circulaire oplossingen op basis van specifieke R-strategieën, in het bijzonder die welke minder vaak in de industrie worden toegepast, zoals **"Refuse" (R0)**, **"Rethink" (R1)** en **"Reduce" (R2)**?

Industrie

Hoe interpreteert en implementeert jouw bedrijf momenteel benaderingen van de circulaire economie, in het bijzonder in het streven naar vermindering van het gebruik van natuurlijke hulpbronnen, het minimaliseren van afval en emissies, of het bevorderen van recycling van materialen en terugwinning van energie?

Op welke manieren zouden het productontwerp en de productieprocessen van jouw bedrijf opnieuw kunnen worden geëvalueerd door de bril van het Cradle to Cradle (C2C)-concept, om zo te evolueren naar volledig gesloten biologische of technische materiaalkringlopen? Is dit idealistische concept toepasbaar? Zo niet, waarom niet? Met welke economische, milieugerelateerde of sociale uitdagingen zou je worden geconfronteerd bij het heroverwegen van je businessmodel, of de materialen en producten die je gebruikt/produceert?

Hoe pakt jouw organisatie de uitdaging aan om consumenten en gebruikers van producten te betrekken, zodat hun deelname aan het inzamelen en sorteren van onderdelen wordt gewaarborgd om waardevolle materiaalkringlopen te sluiten? Profiteren zij van jouw businessmodel, bijvoorbeeld economisch, ecologisch of psychologisch? Zo niet, waarom niet, en hoe zou je dit eventueel kunnen veranderen?

Welke uitdagingen of kansen zie je in de overgang van incrementele veranderingen in duurzaamheidsinspanningen naar het omarmen van meer fundamentele systemische verschuivingen die vereist zijn voor een brede toepassing van diverse R-strategieën binnen je waardeketen?

Naast gevestigde industriële oplossingen zoals Recyclen (R8) en Terugwinning (R9), hoe onderzoekt en implementeert jouw bedrijf actief R-strategieën met hogere prioriteit, zoals Weiger (R0), Herdenk/Hernieuw (R1) en Verminder (R2), om te komen tot slimmer productgebruik en productie?

Welke R-strategieën uit de categorie “levensduur van producten en onderdelen verlengen” – Hergebruik (R3), Reparatie (R4), Opknappen (R5), Herfabricage (R6) of Hertoepassing (R7) – bieden binnen jouw huidige productportfolio het grootste potentieel voor milieuvoordelen en economische waarde, en welke stappen zijn veelbelovend en haalbaar om ze te integreren?

Als je werkt met of gebruikmaakt van hoogwaardige, complexe en/of technisch geavanceerde materialen – zoals speciale legeringen, composieten of hoogwaardige kunststoffen/polymeren – welke R-strategie past dan het beste bij jouw materiaalsysteem en levenscyclus? Waarom? Welke trade-offs en/of synergieën zie je bij de toepassing van een specifieke R-strategie in relatie tot de economische, ecologische en maatschappelijke duurzaamheidsdoelen van je bedrijf?

Kwalitatieve scenarioanalyse

Scenarioanalyse is een methode die wordt toegepast in uiteenlopende contexten en vakgebieden, zoals het interdisciplinaire domein van toekomststudies in de wetenschappelijke context, of als strategisch besluitvormingsinstrument op terreinen als crisismanagement, beleidsvorming en het bedrijfsleven. Het kan worden geclassificeerd als een transdisciplinair toepassingsgebied, en toekomstmethoden winnen breed aan populariteit en relevantie door de dynamische en snel veranderende mondiale situatie (Greeuw et al., 2000, p. 6; Bradfield et al., 2005, p. 796). De scenariomethodologie richt zich op verwachte structurele ontwikkelingen in de toekomst en hun effecten. Er bestaan veel verschillende benaderingen, definities en technieken, wat leidt tot een diversiteit aan mogelijke ontwerpen van de methode die kunnen worden afgestemd op specifieke onderwerpen (Bishop et al., 2007; Bradfield et al., 2005, p. 795; Gausemeier et al., 1998; Kosow & Gaßner, 2008, p. 9, 18; van Notten et al., 2003, pp. 424).

Een scenario is een plausibele, redelijke en mogelijke weergave van de toekomst. Scenario's pretenderen geen voorspellingen te zijn, noch zelfvervullend of volledig. De nadruk ligt niet alleen op een plausibel toekomstbeeld en de systematische weg daarheen, maar ook op meerdere alternatieve paden en beelden die moeten worden geschetst en beargumenteerd.

Het toont alternatieve ontwikkelingsmogelijkheden en biedt besluitvormingsregels.

Daarom is het doel van de scenariomethodologie het beschrijven van meerdere mogelijke ontwikkelingen tot een specifiek punt

Benaderingen: Kwalitatief vs. Kwantitatief vs. Gemengd

Er bestaan verschillende benaderingen om scenario's te ontwikkelen, waardoor er geen sprake is van één enkele, universeel toepasbare aanpak. Een basaal onderscheid wordt gemaakt tussen systematisch-geformaliseerde en creatief-narratieve benaderingen. Bij de eerste worden de sleutelfactoren duidelijk gedefinieerd en vervolgens gevarieerd en gecombineerd om de *scenariotrechter* te openen en scenario's te ontwikkelen. Alle beïnvloedende factoren van het thema worden geïdentificeerd om de afzonderlijke factoren te vergelijken en hun interacties in overweging te nemen. Op deze manier wordt de wederzijdse relatie voor elk paar factoren vastgesteld. Deze aanpak staat ook bekend als de modelgebaseerde benadering, omdat zij vaak wordt ondersteund door aanvullende software. Klassieke technieken binnen deze aanpak zijn invloedanalyse, consistentieanalyse en cross-impactanalyse (Kosow & Gaßner, 2008, p. 38; van Notten et al., 2003, p. 427).

De creatief-narratieve benaderingen zijn gebaseerd op intuïtieve logica en zien scenariovorming als een proces dat grotendeels wordt gedreven door creativiteit en de kennis van de deelnemers. Creativiteit en technieken zoals brainstormen zijn immers waardevolle en belangrijke onderdelen van serieus toekomstdenken (Pillkahn, 2008, p. 190).

Tegelijkertijd wordt bij deze methode ook een scenariotrechter toegepast op de formele kenmerken van de sleutelfactoren. In deze context worden creatieve technieken en impliciete kennis bewust ingezet. Het proces is opgezet als een participatieve benadering, waarbij dezelfde fundamentele principes worden gevolgd als bij de systematisch-geformaliseerde methode. Veelgebruikte technieken in deze benadering zijn intuïtieve logica en normatief-narratieve scenario's.

In de praktijk van scenariovorming moet echter worden benadrukt dat de grenzen tussen beide benaderingen vloeiend zijn. Het concrete ontwerp van een analyse is zelden ideaaltypisch, en technieken van de ene aanpak kunnen sterker geformaliseerd worden, terwijl technieken van de andere juist creatiever kunnen worden uitgewerkt, waardoor een gemengde benadering ontstaat.

Er bestaat een breed scala aan benaderingen en technieken om een scenarioanalyse uit te voeren. Dit komt doordat het scenarioproces telkens individueel moet worden aangepast aan de specifieke situatie en de te beantwoorden onderzoeksvraag. Daarom kan er geen universeel geldige en toepasbare aanpak bestaan.

De keuze voor een benadering is gebaseerd op drie parameters die essentieel zijn voor het procesontwerp: het doel van het project, de beschikbare middelen en de te behalen inhoud (Bradfield et al., 2005; Kosow & Gaßner, 2008, p. 61).

Een overzicht van mogelijke technieken en instrumenten in meer kwalitatieve of kwantitatieve contexten is te vinden in:

Kosow, H., Gaßner, R., 2008. Methods of Future Scenario Analysis. Overview, Assessment, and Selection Criteria. https://www.idos-research.de/uploads/media/Studies_39.2008.pdf.

Doel van scenarioanalyse

Scenarioanalyse onderzoekt systematisch mogelijke gevolgen voor het heden. Het doel is transformatieprocessen te verklaren en het waarnemen en begrijpen van veranderingen te ondersteunen. Daarnaast verkent het de mogelijkheden voor verandering door middel van specifieke acties en de kansen om opkomende trends te beïnvloeden.

De methode is gebaseerd op een reeks verschillende beïnvloedende factoren en schetst mogelijke toekomstscenario's afhankelijk van bepaalde aannames. Deze scenario's houden rekening met verwachte ontwikkelingen, onzekere veranderingen en nieuwe invloeden die een rol kunnen gaan spelen. Het resultaat is dus geen volledig toekomstbeeld, maar eerder inzichten in specifieke, bijzonder relevante aspecten ervan.

Scenarioanalyse kan verschillende doeleinden dienen. Het is belangrijk om vooraf de mogelijke alternatieven in

overweging te nemen om het proces te concretiseren en het onderzoeksontwerp helder vorm te geven (van Notten et al., 2003, p. 426).

Vier hoofdfuncties van scenariovorming kunnen worden onderscheiden (Kosow & Gaßner, 2009, p. 18):

- Exploratieve en/of wetenschappelijke functie
- Communicatieve functie
- Doelconcretiserende en -scheppende functie
- Besluitvormings- en strategieontwikkelingsfunctie

Ten eerste kan scenarioanalyse bijdragen aan de conceptualisering en het begrip van het onderzoeksthema, doordat het helpt grenzen van kennis te identificeren, zoals onzekerheden, leemtes en complexiteit, en transformatieprocessen verklaart. Het kan mogelijkheden verkennen om in te grijpen of om potentiële catastrofale gevolgen van beïnvloedende factoren te vermijden. Daarmee verdiept het de kennis en laat het de grenzen daarvan zien.

Scenario's kunnen daarnaast deel uitmaken van een communicatieproces en dienen als hulpmiddel om een thema of probleem voor een diverse groep inzichtelijk te maken. Op die manier bevorderen zij communicatie en informatie-uitwisseling en vergroten ze het begrip.

De derde functie van scenarioanalyse is het ondersteunen van de ontwikkeling en concretisering van specifieke doelstellingen die nagestreefd of in gedachten gehouden moeten worden. Ze kunnen dienen als instrument om normatieve ideaalbeelden van de toekomst te ontwikkelen of om te reflecteren over de wenselijkheid van toekomstige ontwikkelingen.

Tot slot is scenarioanalyse een hulpmiddel dat kan worden geïntegreerd in besluitvormings- en strategische planningsprocessen, doordat het helpt de grenzen van kennis te identificeren en onzekerheid en complexiteit te reduceren. Het creëert heldere handelingsalternatieven en benoemt mogelijke risico's en kansen.

Kwalitatieve scenarioanalyse is vaak transdisciplinair en betrekt relevante stakeholders in het proces. Dit verrijkt de analyse en verhoogt de robuustheid van de gecreëerde scenario's.

Een beperking van kwalitatieve scenarioanalyse is dat deze doorgaans geen prognoses of voorspellingen oplevert, omdat het gericht is op het creëren en beschrijven van alternatieve toekomsten binnen een voorstelbare ruimte, van het heden tot een bepaald punt in de toekomst. Ongeacht de gekozen benadering bevat scenarioanalyse altijd in zekere mate subjectieve beslissingen.

Identificeer een onderzoeksonderwerp en reflecteer op het doel en de beperkingen van kwalitatieve scenarioanalyse.

<u>Stap 1: Onderzoeksonderwerp identificeren</u>
Bedenk een specifiek onderzoeksonderwerp voor kwalitatieve scenarioanalyse (bijv. klimaatverandering, digitalisering, gezondheidszorg).

<u>Stap 2: Doel definiëren</u>
Noteer drie doelen die je wilt bereiken met scenarioanalyse (bijv. identificeren van kennishiaten, verkennen van interventiemogelijkheden).

Stap 3: Reflecteer op beperkingen
Overweeg welke subjectieve keuzes je moet maken en hoe je deze transparant kunt maken. Bespreek kort hoe het betrekken van belanghebbenden de robuustheid van je scenario's kan vergroten.

Stap 4: Praktische uitvoering
Werk een voorbeeld uit van hoe je de resultaten kunt gebruiken om negatieve effecten te vermijden. Maak een korte lijst van interventiemogelijkheden.

Scenario Kegel van Plausibiliteit

Scenario's zijn ontwerparbeid en zijn gebaseerd op hypothetische aannames. Een veelgebruikte weergave van scenarioplanning is de **kegel van plausibiliteit**, ook wel trechter genoemd.

Deze benadering gaat ervan uit dat het systematisch verkennen van de toekomst een ruimte creëert van mogelijke toekomstige ontwikkelingen. Naarmate de tijdshorizon verder reikt, neemt het aantal potentiële uitkomsten toe, waardoor deze ruimte zich uitbreidt in de vorm van een kegel of trechter.

Wanneer men de ontwikkelingsmogelijkheden vanaf een bepaald punt onderzoekt, rekening houdend met de verschillende factoren of aspecten die het onderzoeksonderwerp beïnvloeden, blijkt dat deze mogelijkheden steeds diverser worden naarmate de tijdshorizon verder ligt. Voor elke beïnvloedende factor ontstaan afzonderlijke kegel- of trechtervormige ruimtes (Figuur 4, linkerafbeelding).

Deze factorgerelateerde kegels vormen samen de gemeenschappelijke ruimte van mogelijke toekomsten voor het onderzoeksonderwerp. Dit geheel wordt weergegeven door de scenario-trechter, waarvan de grenzen de uiterste mogelijkheden aangeven (Figuur 4, rechterafbeelding).

De scenariomethode bekijkt de scenariotrechter op een specifiek moment in de tijd. Verschillende kenmerken of verloop van de factoren tot dit moment worden

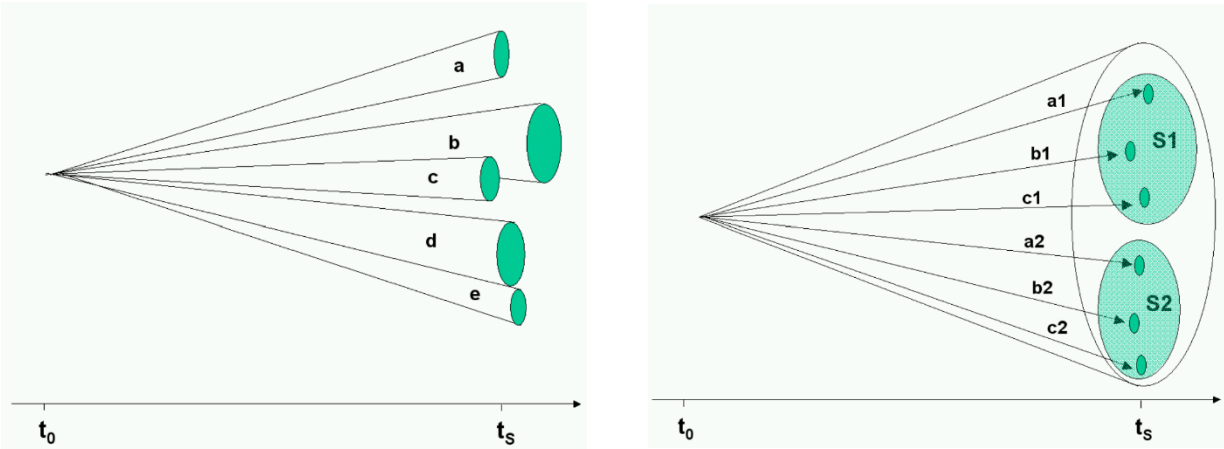


Figure 4: Factor-related funnel and scenario funnel (Kosow & Gaßner, 2008, pp. 15)

geselecteerd, gecombineerd en samengevat tot scenario's. De selectie van factoren en hun kenmerken hangt af van de kennisinteresse van het onderzoeksproject.

De scenariokegel, die het spectrum van mogelijke toekomstige ontwikkelingen laat zien, wordt opgespannen langs de extreme scenario's. Deze tonen de grenzen van de mogelijke toekomstige ontwikkelingen op de meest positieve (wenselijke) en negatieve (onwenselijke) manier.

In het algemeen bestaan er bijna oneindig veel toekomstbeelden die binnen de scenarioanalyse kunnen worden opgesteld. Doorgaans wordt het aantal scenario's beperkt gehouden om de analyse beheersbaar te houden. In de literatuur varieert het aantal scenario's, maar meestal wordt aanbevolen het aantal tussen de 4 en maximaal 10 te houden, tenzij het onderzoeksonderwerp zelf specifiek meer vereist (bijv. wanneer het zeer complex en zeer onzeker is, of wanneer het doel is om een breed scala aan verschillende scenario's voor een specifiek doel te creëren).

Het aantal mag niet minder zijn dan vier, omdat drie scenario's het risico met zich meebrengen dat de oriëntatie te veel naar het middelste scenario verschuift. Twee scenario's verschijnen als twee uitersten, een positief en een negatief, waardoor er weinig ruimte overblijft voor creativiteit en open discussie over het onderzoeksonderwerp. Het opstellen van slechts één scenario doet dit scenario lijken op het meest waarschijnlijke scenario (Pillkahn, 2008, p. 200).

Aanvullende introducties tot het concept van toekomst en scenario's zijn hier te vinden:

"How to navigate our uncertain future" by April Rinne at TEDxFrankfurt (06.01.2020): https://www.youtube.com/watch?v=mlzyH8kodCs

"Coping With Uncertainty" by MindToolsVideos (28.10.2019): https://www.youtube.com/watch?v=S3CU2kOBt3s

"Futurist Peter Schwartz on planning for the unthinkable" by INSEAD (27.04.2012): https://www.youtube.com/watch?v=hzEVNeIH_Z4

Fasen van de scenarioanalyse

In het algemeen kan het scenarioproces worden onderverdeeld in vijf fasen, die afhankelijk van de gekozen benadering met verschillende technieken worden vormgegeven (Figuur 5; Gausemeier et al., 1998, p. 115; Kosow & Gaßner, 2008, p. 24).

In de eerste fase wordt het scenarioveld gedefinieerd door het onderzoeksobject te identificeren en de grenzen van de analyse vast te stellen. Deze stap geeft aan wat de gecreëerde scenario's beogen te verklaren en definieert zowel het onderzoeksobject als de afbakening van het onderwerp voor de ontwikkeling van de scenario's, evenals de beperkingen van de scenarioanalyse. Daarnaast wordt de reikwijdte van de scenarioanalyse vastgesteld, waardoor het project wordt geconcretiseerd. Ook wordt bepaald vanuit welk perspectief de analyse wordt uitgevoerd: in een gesloten ontwerpparadigma, zoals een organisatie, zijn voornamelijk interne factoren relevant; een omgevingsperspectief richt zich vooral op externe factoren zoals milieu-invloeden; zogenaamde systeemsituaties onderzoeken de onderlinge samenhang tussen beide typen factoren.

Het is belangrijk om een concreet en ondubbelzinnig onderwerp te kiezen met een duidelijke definitie, wat de noodzaak benadrukt van een precieze beschrijving van wat de scenario's moeten verklaren. De toekomst van kunststofrecycling – een duurzaam circulair systeem voor hoogwaardig kunststof,

In de tweede fase worden sleutelfactoren geïdentificeerd die het scenarioveld beschrijven en er invloed op hebben, of waarop het veld zelf invloed uitoefent. Deze vormen het centrale aandachtspunt tijdens het proces en kunnen trends, variabelen, parameters, ontwikkelingen of zelfs gebeurtenissen zijn. Ze kunnen worden vastgesteld met behulp van diepgaand literatuur- en bronnenonderzoek (*desk research*), maar ook op participatieve wijze, bijvoorbeeld via expertinterviews, die tevens kunnen dienen als externe validatie van de bevindingen uit het desk research. Daarnaast bestaan er tal van andere technieken die toepasbaar kunnen zijn, afhankelijk van het object van de scenarioanalyse.

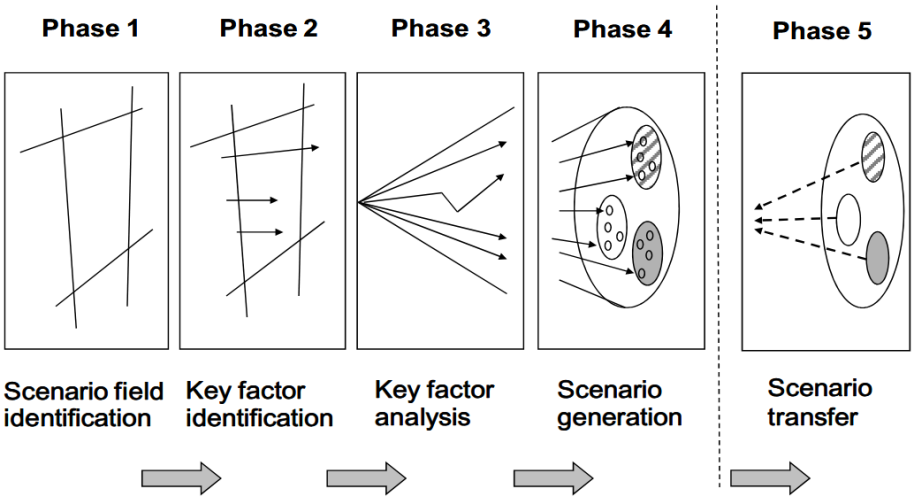


Figure 5: Five phases of the scenario analysis (Kosow & Gaßner, 2008, p. 25)

VOORBEELD Voorbeeldthema's in de context van dit werkboek kunnen zijn:

The future of plastics recycling - A sustainable circular system for high-performance plastics

- De toekomst van kunststofafvalbeheer in stedelijke gebieden,
- Circulaire businessmodellen voor de mode-industrie,
- Voedselverspilling in huishoudens verminderen.

Een ander nuttig instrument is de PESTEL-analyse. Dit is een omgevingsanalyse die beïnvloedende factoren identificeert op basis van zes categorieën, waaruit de naam is afgeleid: politiek, economisch, sociaal-cultureel, technologisch, ecologisch-geografisch en juridisch (European Commission, z.d.; Karadzhov & Patarchanova, 2025; Kaufmann, 2021, p. 19).

De PESTEL-analyse kan de verzameling en systematisering van factoren ondersteunen in het proces van deze fase (Wegener et al., 2025, p. 27).

Het is cruciaal om het totaal aan mogelijke beïnvloedende factoren van het onderwerp terug te brengen tot een hanteerbaar aantal van de belangrijkste factoren, de zogeheten **sleutelfactoren**. Een mogelijke methode hiervoor is het gebruik van een **Wilson-matrix**, die in het volgende hoofdstuk zal worden geïntroduceerd. De sleutelfactoren zijn die factoren die het belangrijkst zijn voor de toekomstige ontwikkeling van het onderzoeksthema en die tegelijkertijd het minst voorspelbaar zijn wat betreft de mogelijke toekomstige ontwikkeling (Pillkahn, 2008, p. 202).

VOORBEELD In de context van de toekomst van kunststofrecycling in de EU kunnen plausibele sleutelfactoren bijvoorbeeld zijn: mondiale verantwoordelijkheid en coördinatie (politieke factor), ontwikkeling van digitale diensten en databeschikbaarheid (economische factor), bewustzijn van de circulaire economie (socioculturele factor), ontwerp voor circulariteit (technologische factor), het belang van ecologische transformatie voor bedrijven (ecologisch-geografische factor) en financiële prikkelsystemen voor inzameling (juridische factor).

Een diepgaande scenarioanalyse over "De toekomst van kunststofrecycling – Een duurzaam circulair systeem voor hoogwaardig kunststof", met alle noodzakelijke stappen voor de uitvoering van de analyse, is te vinden in: Wegener et al., 2025.

In de derde fase worden de sleutelfactoren verder geanalyseerd en worden hun mogelijke toekomstige kenmerken vastgelegd. De nadruk ligt hier op het bepalen en beschrijven van deze kenmerken. In de literatuur wordt deze stap op verschillende manieren uitgevoerd, maar altijd met een combinatie van intuïtieve en creatieve elementen om uiteenlopende toekomstige ontwikkelingen voor te stellen: deskresearch en interviews worden veel gebruikt, maar ook creatieve-intuïtieve

methoden zoals brainstormtechnieken zijn mogelijk. Expertinterviews kunnen worden ingezet om de bevindingen te valideren. Het doel van deze fase is het identificeren van mogelijke ontwikkelingsrichtingen van elke sleutelfactor, die worden aangeduid als kenmerken, projecties of variaties.

VOORBEELD

In de context van de toekomst van kunststofrecycling kan bijvoorbeeld de **belangrijkheid van ecologische transformatie voor bedrijven** in de toekomst als lage prioriteit worden beschouwd, wat resulteert in een *"service by the book"*-benadering — dit kan worden gezien als projectie 1. Een alternatief is dat deze sleutelfactor juist een hoge prioriteit krijgt, waardoor bedrijven optreden als pioniers en veranderingsactoren — projectie 2.

Vervolgens worden in **fase vier** scenario's ontwikkeld en geconcretiseerd. Hierbij worden niet alleen de geïdentificeerde sleutelfactoren, maar ook hun kenmerken systematisch gepresenteerd. Dit gebeurt door het creëren van consistente bundels van factoren, waarbij telkens één kenmerk van elke sleutelfactor op systematische wijze wordt gecombineerd tot consistente en haalbare scenario's. Het doel is om verschillende scenario's te creëren die intern consistent zijn, maar onderling divers, en zo de scenariotrechter te illustreren.

Deze fase sluit de scenarioanalyse in enge zin af en kan worden uitgevoerd met behulp van een **morfologisch veld**, dat de analyse visualiseert en een geordend overzicht geeft van de sleutelfactoren en hun projecties.

"De General Morphological Analysis (GMA) is een methode om het geheel aan relaties binnen multidimensionale, niet-kwantificeerbare probleemcomplexen systematisch te structureren en te analyseren."

Parameters worden geïdentificeerd en gedefinieerd, waarna een reeks relevante waarden of toestanden wordt toegewezen. Dit creëert een **morfologisch veld**, waarin de parameters in tabelvorm tegenover elkaar worden gezet.

In de context van scenarioanalyse kan het morfologisch veld de **sleutelfactoren en hun projecties** illustreren en helpen bij het onderzoeken van alle configuraties die plausibel, consistent en relevant zijn (Ritchey, 2009, p. 1; Ritchey, 2001, p. 83).

Parameter A	Parameter B	Parameter C	Parameter D
Condition A1	Condition B1	Condition C1	Condition D1
Condition A2	Condition B2	Condition C2	Condition D2
Condition A3	Condition B3	Condition C3	
Condition A4		Condition C4	
		Condition C5	

Figure 6: Morphological field (Ritchey, 2009, p. 3)

De **vijfde fase** is optioneel en staat bekend als de **scenariotransfer**. Deze fase maakt daarom niet rechtstreeks deel uit van de scenariovorming, maar betreft het verdere gebruik of de verwerking van de ontwikkelde scenario's. Scenariotransfer kan bijdragen aan het vervullen van de verschillende functies die de scenarioanalyse dient te

ondersteunen en kan worden ingezet als communicatiemiddel om de verschillende scenario's verder over te dragen, toe te lichten en te laten doordringen.

Mogelijke vormen van transfer zijn illustraties, verhalende beschrijvingen of video's. Kwalitatieve scenariotransfer wordt op een creatieve manier uitgevoerd.

Illustratieve voorbeelden van mogelijke scenariotransfers zijn te vinden in: Friedrich-Ebert-Stiftung, Global Future en International Organization for Migration. *Tomorrow's World of Migration*. Genève, Zwitserland: FES, Global Future, IOM, 2017.

Pas de fasen van de kwalitatieve scenarioanalyse toe op een beheersbaar onderwerp.

Stap 1: Bepaal het Scenarioveld

Onderwerp: Kies een klein, beheersbaar onderwerp.

Stel de scope vast: Bepaal het perspectief (interne, externe of systeemsfactoren) en de tijdshorizon voor je analyse.

Stap 2: Identificeer Sleutelfactoren

Identificeer de kritische factoren van je onderwerp via literatuuronderzoek, expertinterviews en een PESTEL-analyse.

Stap 3: Analyseer Sleutelfactoren

Beschrijf op basis van je onderzoek en interviews mogelijke toekomstige kenmerken van de sleutelfactoren. Je kunt ook brainstormtechnieken gebruiken om uiteenlopende toekomstige ontwikkelingen te verbeelden en een gezamenlijke expertworkshop organiseren om je bevindingen te valideren en verfijnen.

Stap 4: Genereer Scenario's

Gebruik een morfologische doos om systematisch sleutelfactoren en hun kenmerken te combineren en selecteer een beheersbaar aantal scenario's (bijv. 2–3) die de meest plausibele en relevante toekomsten vertegenwoordigen.

Stap 5: Transfer

Werk op basis van je scenario's mogelijke maatregelen of aanbevelingen voor je onderwerp uit.

Reflecteer hoe de scenario's kunnen worden gebruikt om besluitvorming of strategieontwikkeling te ondersteunen.

Minimal, Standard and Maximum benadering

Volgens Pillkahn (2008, p. 200) bestaan er verschillende benaderingen die kunnen worden toegepast binnen scenarioanalyse: de **Minimal Approach**, de **Standard Approach** en de **Maximum Approach**. Deze vertegenwoordigen oplopende niveaus van methodologische diepgang en structurele zorgvuldigheid in strategische scenarioplanning. Elke benadering sluit aan bij een ander niveau van complexiteit, beschikbare middelen en gewenste analysetoepassing, variërend van laagcomplexe, efficiënte methoden tot hooggespecialiseerde, onderzoeksintensieve procedures.

De **Minimal Approach** vertegenwoordigt de meest beknopte vorm van scenarioanalyse en richt zich uitsluitend op de essentiële stappen die nodig zijn om voorlopige inzichten te genereren. Deze wordt doorgaans toegepast in situaties waarin tijd en middelen beperkt zijn, of wanneer het doel is om snel oriëntatie te verkrijgen binnen een volatiele of onzekere strategische context. In deze benadering worden slechts de meest kritieke beïnvloedende factoren geïdentificeerd en gebruikt om een kleine set scenario's te formuleren, vaak gebaseerd op slechts twee onzekere factoren. Toegepaste technieken zijn onder meer snelle deskresearch, korte en gerichte expertworkshops, eenvoudige kwalitatieve projecties en een vierkwadrantenmatrix. Hoewel deze methode detail en precisie inruilt voor snelheid en efficiëntie, kan zij zeer waardevol zijn als startpunt voor meer uitgebreide scenarioanalyses.

De **Standard Approach** start doorgaans met de systematische identificatie en analyse van sleutelfactoren en onzekerheden, die meestal tussen de 3 en 8 liggen. Het scenariovormingsproces levert vaak meerdere plausibele toekomstconfiguraties op die nog beheersbaar blijven, waaronder niet alleen extreme uitkomsten, maar ook tussenvormen. Methodieken zoals matrixgebaseerde scenariobouw (bijvoorbeeld een Wilson-matrix), morfologische analyse, interdisciplinair samengestelde expertpanels en gestructureerde workshops worden hierbij vaak toegepast. De Standard Approach is met name geschikt voor toepassingen in **strategische bedrijfsplanning**, **beleidsontwikkeling** en andere besluitvormingscontexten waarin een gemiddelde mate van complexiteit en onzekerheid moet worden behandeld zonder dat een volledig onderzoeksintensief ontwerp vereist is.

Een veelgebruikt instrument voor de Standard Approach is de Wilson-matrix (Pillkahn, 2008, p. 202).
Elke beïnvloedende factor wordt hierbij geëvalueerd op twee dimensies: de mate van onzekerheid met betrekking tot de toekomstige ontwikkeling en de mogelijke impact van de factor op de potentiële ontwikkeling van het onderwerp.

Factoren met een hoge mate van onzekerheid en een grote impact zijn bijzonder belangrijk. Deze worden beschouwd als de *kritieke factoren* en vormen de sleutelfactoren van de analyse.

Factoren met een grote impact maar lage onzekerheid worden gezien als *zekere factoren* en zijn in elk scenario hetzelfde.

Irrelevante factoren hebben een lage impact en kunnen variëren van lage tot hoge onzekerheid. Ook deze zijn in elk scenario hetzelfde.

De Wilson-matrix kan worden ingezet in participatieve settings om de sleutel-, zekere en irrelevante factoren te identificeren en kan daarnaast dienen als algemeen visualisatie-instrument.

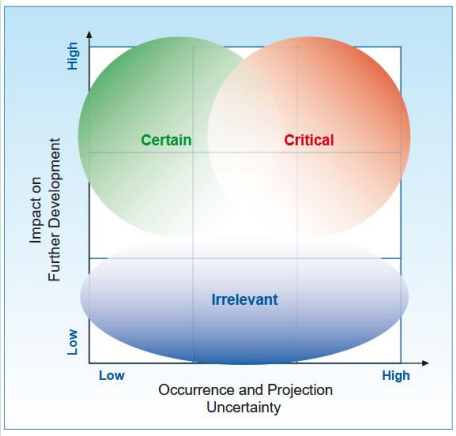


Figure 7: Wilson matrix (Pillkahn, 2008, p. 202)

De **Maximum Approach** vertegenwoordigt de meest methodologisch strikte en middelenintensieve vorm van scenarioanalyse. Deze benadering wordt doorgaans toegepast in contexten die een hoge mate van precisie vereisen, een uitgebreide dekking van onzekerheden (meestal meer dan acht onzekere factoren), en de capaciteit om complexe onderlinge relaties te modelleren, zoals grootschalige beleidskaders, strategische beslissingen met hoge inzet in het bedrijfsleven of onderzoeksgerichte toekomstverkenningsprojecten.

Het analytische proces omvat hier een breed scala aan fasen: het identificeren van relevante factoren, het uitvoeren van dynamische systeemanalyse, het analyseren van cross-impacts en het iteratief verfijnen van scenario's via meerdere expertworkshops. Kwantitatieve methoden zoals cross-impactanalyse, consistentieanalyse, de Wilson-matrix en morfologische analyse worden daarbij vaak gecombineerd met kwalitatieve expertise. Het resultaat is een reeks robuuste scenario's die niet alleen extreme mogelijkheden omvatten, maar ook genuanceerde, multidimensionale ontwikkelingen weerspiegelen.

Deze aanpak maakt het mogelijk om zwakke signalen vroegtijdig te detecteren, systemische risico's te verkennen en veerkrachtige strategieën te identificeren onder omstandigheden van diepe onzekerheid.

Samen vormen deze drie benaderingen een veelzijdig methodologisch spectrum, waarmee analisten de reikwijdte, diepgang en complexiteit van hun scenarioanalyse kunnen afstemmen op de strategische behoeften, beschikbare middelen en besluitvormingscontext. Waar de Minimal Approach snelheid en haalbaarheid vooropstelt, combineert de Standard Approach praktische toepasbaarheid met analytische rijkdom, en levert de Maximum Approach het hoogste niveau van methodologische robuustheid — weliswaar tegen de prijs van aanzienlijke investeringen in tijd en middelen.

Reflecteer op een recente strategische beslissing of planningsuitdaging in jouw organisatie, onderzoek of dagelijks leven. Identificeer welke scenarioaanpak het meest geschikt zou zijn, en leg je keuze uit op basis van de context, beschikbare middelen en de complexiteit van de betrokken onzekerheden. Welke factoren hebben je tot deze aanpak doen besluiten, en hoe zou het scenarioanalyseproces de besluitvormingskwaliteit in jouw specifieke geval kunnen verbeteren?

Referenties

Amadei, A., Venturelli, S., Manfredi, S., 2025. Plastics materials flows in the EU-27 and their environmental impacts: Unveiling the European plastic value chain. Publications Office, Luxembourg, 102 pp.

Bachmann, M., Zibunas, C., Hartmann, J., Tulus, V., Suh, S., Guillén-Gosálbez, G., Bardow, A., 2023. Towards circular plastics within planetary boundaries. Nat Sustain 6, 599–610. https://doi.org/10.1038/s41893-022-01054-9.

Bank, M.S., Hansson, S.V., 2022. The Microplastic Cycle: An Introduction to a Complex Issue, in: Bank, M.S. (Ed.), Microplastic in the Environment: Pattern and Process. Springer International Publishing, Cham, pp. 1–16.

Bishop, P., Hines, A., Collins, T., 2007. The current state of scenario development: an overview of techniques. Foresight, Vol. 9 No. 1, 5-25. https://doi.org/10.1108/14636680710727516.

Bradfield, R., Wright, G., Burt, G., Cairns, G., van der Heijden, K., 2005. The irigins and evolution of scenario techniques in long range business planning. In Futures 37, 795-812. doi:10.1016/j.futures.2005.01.003

Braungart, M., McDonough, W., Bollinger, A., 2007. Cradle-to-cradle design: creating healthy emissions – a strategy for eco-effective product and system design. Journal of Cleaner Production 15, 1337–1348. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2006.08.003.

Dokl, M., Copot, A., Krajnc, D., Fan, Y. V., Vujanovic, A., Aviso, K. B., Tan, R. R., Kravanja, Z., Cucek, L., 2024. Global projections of plastic use, end-of-life fate and potential changes in consumption, reduction, recycling and replacement with bioplastics to 2050. Sustainable Production and Consumption Vl. 51, 498-518. https://doi.org/10.1016/j.spc.2024.09.025.

Ellen MacArthur Foundation, World Economic Forum, McKinsey & Company, 2016. The New Plastics Economy - Rethinking the future of plastics: Industry Agenda. https://www3.weforum.org/docs/WEF_The_New_Plastics_Economy.pdf.

European Commission. N.d. https://wikis.ec.europa.eu/pages/viewpage.action?pageId=50109048.

Fink, A., Schlake, O., Siebe, A., 2001. Erfolg durch Szenario-Management. Prinzip und Werkzeuge der strategischen Vorausschau, Frankfurt am Main.

Friedrich-Ebert-Stiftung, Global Future and International Organization for Migration. Tomorrow's World of Migration. Geneva, Switzerland: FES, Global Future, IOM, 2017.

Gausemeier, J., Fink, A., Schlake, O., 1998. Scenario Management: An Approach to Develop Future Potentials. https://doi.org/10.1016/S0040-1625(97)00166-2.

Global Footprint Network, 2025. Earth Overshoot Day. https://overshoot.footprintnetwork.org/ (accessed 18 August 2025).

Greeuw, S. C.H., van Asselt, M. B.A., Grosskurth, J., Storms, C. A.M.H., Rijkens-Klomp, N., Rothman, D. S., Rotmans, J., 2000. Cloudy crystal balls. An assessment of recent European and

global scenario studies and models. Copenhagen, Denmark: EEA, Environmental issues series 17.

Haigh, N., 2019. Scenario planning for climate change - A guide for strategists. https://doi.org/10.4324/9781351016353

Hoffart, F. M., Schmitt E.-J., Roos, M., 2021. Rethinking Economic Energy Policy Research – Developing Qualitative Scenarios to Identify Feasible Energy Policies, J. sustain. dev. energy water environ. syst., 9(2), 1080331, https://doi.org/10.13044/j.sdewes.d8.0331

Joint Research Centre, 2025. Can the plastics sector become more sustainable? https://joint-research-centre.ec.europa.eu/jrc-news-and-updates/can-plastics-sector-become-more-sustainable-2025-08-11_en (accessed 13 August 2025).

Karadzhov, V., Patarchanova, E., 2025. How to Create the Best PESTEL Analysis. International Journal of Digital Research Vol. 1(3), 3033-179X. https://doi.org/10.63711/ijdr.net20250301.

Kaufmann, T., 2021. Strategiewerkzeuge aus der Praxis. Analyse und Beurteilung der strategischen Ausgangslage, Berlin.

Kirchherr, J., Yang, N.-H.N., Schulze-Spüntrup, F., Heerink, M.J., Hartley, K., 2023. Conceptualizing the Circular Economy (Revisited): An Analysis of 221 Definitions. Resources, Conservation and Recycling 194, 107001. https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2023.107001.

Kosow, H., Gaßner, R., 2008. Methods of Future Scenario Analysis. Overview, Assessment, and Selection Criteria. https://www.idos-research.de/uploads/media/Studies_39.2008.pdf.

McDonough, W., Braungart, M., 2002. Cradle to cradle: Remaking the way we make things, 1st ed. North Point Press, New York, NY, 193 pp.

Müller, F.J., 2022. Cradle to Cradle - A concept by M. Braungart and W. McDonough. CC BY-SA 4.0: https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/. https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Cradle_to_Cradle_concept.png (accessed 27 August 2025).

Pillkahn, U., 2008. Using Trends and Scenarios as Tools for Strategy Development, Erlangen.

Plastics Europe, 2024. The Plastics Transition: Our industry's roadmap for plastics in Europe to be circular and have net-zero emissions by 2050. https://plasticseurope.org/wp-content/uploads/2023/10/PlasticsEurope_Summary_24.10.pdf (accessed 13 August 2025).

Potting, J., Hekkert, M., Worrell, E., Hanemaaijer, A., 2017. Circular economy: Measuring innovation in the product chain: English translation of the report 'Circulaire economie: Innovatie meten in de keten', The Hague. https://research-portal.uu.nl/files/40538049/Circular.pdf (accessed 19 August 2025).

Rasmussen, S.C., 2018. Revisiting the Early History of Synthetic Polymers: Critiques and New Insights. Ambix 65, 356–372. https://doi.org/10.1080/00026980.2018.1512775.

Ritchey, T., 2011. Modeling Alternative Futures with General Morphological Analysis. World Futures Review. DOI: 10.1177/194675671100300105

Ritchey, T., 2009. Future Studies using General Morthological Analysis. https://www.swemorph.com/pdf/futures.pdf (accessed 28 August 2025).

Roos, M., Kamlage, J.-H., Schmitt, E.-J., 2022. Klimaresiliente Kommunalpolitik, Bochum.

Rotmans, J., van Asselt, M., Anastasi, C., Greeuw, S., Mellors, J., Peters, S., Rothman, D., Rijkens, N., 2000. Visions for a sustainable Europe, in: Futures Nr. 32/2000, S. 809–831. https://doi.org/10.1016/S0016-3287(00)00033-1

Sheldon, R.A., Norton, M., 2020. Green chemistry and the plastic pollution challenge: towards a circular economy. Green Chem. 22, 6310–6322. https://doi.org/10.1039/d0gc02630a.

Stegmann, P., Daioglou, V., Londo, M., van Vuuren, D.P., Junginger, M., 2022. Plastic futures and their CO2 emissions. Nature 612, 272–276. https://doi.org/10.1038/s41586-022-05422-5.

United Nations Department of Economic and Social Affairs, 2025. The Sustainable Development Goals Report 2025, New York. https://unstats.un.org/sdgs/report/2025/The-Sustainable-Development-Goals-Report-2025.pdf (accessed 18 August 2025).

Van Notten, P. W.F., Rotmans, J., van Asselt, M., Rothman, D. S., 2003. An updated scenario typology, in: Futures 35/2003, S. 423-443. https://doi.org/10.1016/S0016-3287(02)00090-3

WasteOnline, 2022. The hierarchy of waste. https://wasteonline.uk/blog/the-hierarchy-of-waste/ (accessed 20 August 2025).

Wegener, J., Piorunek, D., Uhlig, J., Stehr, C., Jagoda, A., Kiba-Janiak, M., Kołakowski, T., Marcinkowski, J., Zięcina, A., Białas, P., Boermans, D., Leminski, D., 2025. Report on “Dialog-based format for implementation with partners in industry, science, administration” D1.5. https://circular-foam.eu/Outcomes/Deliverables/_/CIRCULAR%20FOAM_Deliverable%201.5.pdf (access 27 August 2025).

World Commission on Environment and Development (WCED). (1987). Our Common Future. Oxford: Oxford University Press.

World Economic Forum, PIK, CDP, 2025. State of Nature and Climate 2025 - Centre for Nature and Climate: Briefing Paper. https://reports.weforum.org/docs/WEF_State_of_Nature_and_Climate_2025.pdf (accessed 18 August 2025).

Wulf, T., Meißner, P., Stubner, S., 2010. A Scenario-based Approach to Strategic Planning – Integrating Planning and process Perspective of Strategy, Working Paper No. 6, Leipzig.