



Opdrachtgever:  
**Ministerie van IenW**



Ministerie van Infrastructuur  
en Waterstaat



# Circulaire Potentie Methodiek

Handboek

Amsterdam, 24 juli 2025 | Kenmerk: 24213-007e



# Voorwoord

De transitie naar een circulaire economie vraagt om heldere doelen, onderbouwde keuzes en praktische methoden. De door TNO ontwikkelde Circulaire Potentie Methodiek (CPM) biedt een gestructureerde aanpak om het circulaire potentieel van productgroepen in kaart te brengen en te vertalen naar concrete, meetbare doelstellingen voor Nederland. Dit handboek beschrijft de achtergronden, uitgangspunten en stappen van de CPM, zodat beleidsmakers, experts en andere betrokkenen inzicht krijgen in de werking en toepassing van de methodiek.

Met deze methode leggen we de basis voor onderbouwde beleidskeuzes en een gerichte versnelling van de circulaire economie. We hopen dat dit handboek bijdraagt aan het vergroten van kennis, het stimuleren van samenwerking en het realiseren van impactvolle circulaire oplossingen.

## Auteurs



**Niels Ahsmann**  
Adviseur



**Jonna Bouwknecht**  
Adviseur

# Inhoud

|  |           |
|--|-----------|
| <b>1. Inleiding</b>  | <b>7</b>  |
| 1.1 Doelgroep en structuur van het handboek  | 7         |
| 1.2 Leeswijzer   | 8         |
| <b>2. Context en doel circulaire potentie</b>  | <b>9</b>  |
| 2.1 Noodzaak voor een snelle inschatting van de impact potentie van circulaire strategieën.              | 9         |
| 2.2 Recent werk dat nut en noodzaak van potentie-inschatting aantoont                                    | 10        |
| 2.3 Publicaties over het bepalen van potentieel  | 11        |
| <b>3. Methodiek</b>  | <b>15</b> |
| 3.1 Uitgangspunten CPM   | 15        |
| 3.2 Producteigenschappen als voorspeller van theoretisch potentieel                                      | 18        |
| 3.3 Expert workshop: van theoretisch potentieel naar de circulaire potentie van voorbeeld productgroepen | 23        |
| 3.4 Rekenmodel: opschalen van voorbeeld productgroepen naar de hele Nederlandse economie                 | 23        |
| 3.5 Rekenmodel: milieueffecten van behalen van de circulaire doelen                                      | 25        |
| <b>4. Discussie en aanbevelingen</b>   | <b>28</b> |
| <b>Bijlagen</b>  |           |
| <b>Bijlage 1    Producteigenschappen</b>   | <b>29</b> |

## Definitielijst

| Definitie                         | Omschrijving   |
|-----------------------------------|--|
| Circulaire potentie               | <p>Het circulaire potentieel is het vermogen van een productgroep om (de grondstoffen/onderdelen van) producten binnen de economische kringloop te houden. Het circulaire potentieel wordt per circulariteitsstrategie als volgt uitgedrukt:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Vermindering grondstoffen - Het circulair potentieel geeft aan hoeveel minder grondstoffen er over 10 jaar nodig zijn ten opzichte van het basisjaar 2016 door intensiever gebruik van grondstoffen en producten.</li><li>• Substitutie - Het circulair potentieel geeft aan hoe groot het aandeel secundaire (gebruikte) grondstoffen plus bio-grondstoffen over 10 jaar kan zijn ten opzichte van het totaal aantal benodigde grondstoffen.</li><li>• Levensduurverlenging - Het circulair potentieel geeft aan hoeveel minder grondstoffen er over 10 jaar nodig zijn ten opzichte van het basisjaar 2016 door langere levensduur van grondstoffen en producten.</li><li>• Hoogwaardige verwerking - het circulair potentieel geeft aan hoe groot het aandeel van afval dat hoogwaardig gerecycled kan worden over 10 jaar is.</li></ul> |
| Circulariteitsstrategieën         | <p>Het Nationaal Programma Circulaire Economie (NPCE) stuurt op vier strategieën om grondstoffengebruik meer circulair te maken: (1) vermindering van grondstoffen, (2) substitutie van grondstoffen: primaire grondstoffen vervangen door secundaire of duurzame (bio)grondstoffen (3) levensduurverlenging: verlengen van levensduur van producten en onderdelen en (4) hoogwaardige verwerking: verwerken van grondstoffen en producten op een hoogwaardige manier.</p>   |
| CO <sub>2</sub> -equivalenten     |  |
| DMC (Direct Material Consumption) | <p>Hoeveelheid grondstoffen, materialen en producten die bedrijven en consumenten in Nederland consumeren. Import minus export.</p>  |
| DMI (Direct Material Input)       | <p>Hoeveelheid grondstoffen, materialen en producten die wij winnen en importeren, minus wederuitvoer.</p>   |
| Drijfveer                         | <p>Een gebeurtenis of handeling die bedrijven of consumenten aanzet tot actie of anders handelen, zoals wetgeving, technologische ontwikkelingen, kostenbesparing of duurzaamheid.</p>   |

|                       |  |
|-----------------------|--|
| Fossiel               | Grondstoffen die zijn gevormd uit oude biologische resten, zoals olie, gas of kolen, met een niet-hernieuwbare aard.   |
| Grondstof             | Grondstof als verzamelterm voor alle grondstoffen die worden toegepast als grondstof in bulk (e.g. een zak zand) als halffabricaat (e.g. een condensator) of een product (e.g. een deur).  |
| Impactgebied          | Het specifieke domein waarin de productie of het gebruik van een product invloed heeft, zoals milieu, economie of maatschappij.  |
| Klimaatimpact         | De invloed van een product, proces of activiteit op het klimaat, vaak gemeten in termen van broeikasgasemissies.   |
| Landgebruik           | De hoeveelheid land dat wordt ingezet voor productie (zoals landbouw, bosbouw, infrastructuur) plus eventuele landgebruiksverandering (bijvoorbeeld het kappen van bos om landbouw of infrastructuur mogelijk te maken).                                     |
| PESTEL                | Afkorting voor de 6 categorieën die worden gehanteerd om drijfveren in onder te verdelen Politiek, Economie, Sociaal, Technologie, Ecologie, Legal (juridisch).  |
| (Potentieel)benutting | Het deel van het <i>theoretische potentieel</i> wat benut kan worden wanneer <i>drijfveren</i> plaatsvinden/in werking treden.   |
| Productexpert         |  |
| Productgroep          | Een verzameling producten die vergelijkbare eigenschappen of functies delen. Voorbeelden zijn stofzuigers of houten klerhangers.   |
| Productgroepencluster | Een cluster van meerdere productgroepen die zijn gevormd op basis van hun verwante kenmerken of markten. Een voorbeeld is 'complexe elektronica' of 'hout en papier'. In totaal werken we met 14 productgroepenclusters zoals beschreven in paragraaf 2.1.4. |
| Producteigenschap     | In totaal zijn er 11 producteigenschappen waarmee er door productexperts aan een productgroep-scores toegekend kunnen worden. Voorbeelden van producteigenschappen zijn prijs, gewicht en technische levensduur. Op basis van de                             |

---

|                                    |   |
|------------------------------------|---|
|                                    | producteigenschappen kan de theoretische potentie berekend worden.  |
| Recycklaat                         | Grondstoffen die hergebruikt zijn na recycling en wordt ingezet in nieuwe productieprocessen.   |
| SBI-code                           | Een codering op basis van de Standaard Bedrijfsindeling, die bedrijven categoriseert op basis van hun economische activiteiten ( <a href="#">link naar CBS</a> )  |
| Theoretische (circulaire) potentie | De theoretische potentie is het circulaire potentieel dat in theorie, intrinsiek in het product zit. De theoretische potentie wordt berekend aan de hand van producteigenschappen. Deze eigenschappen zijn voorspellers van de potentie om de vier circulaire strategieën toe te kunnen passen op een productgroep. |

---

# 1. Inleiding

Sinds 2016 kent de Nederlandse Rijksoverheid een overkoepelend doel voor de circulaire economie; volledig circulair in 2050. Met een tussendoel in 2030 om het primair abiotisch grondstoffengebruik met 50% te verminderen. De afgelopen jaren is er veel beleid geformuleerd, zijn er veel resultaten geboekt en wordt er steeds meer gedeeld begrip van de circulaire economie geformuleerd (waar leidt het toe, hoe is het te meten in bijvoorbeeld de bouw, wat is de koppeling met klimaatverandering etc.).

Echter, naarmate de doelstellingen – met name de doelstelling in 2030 – naderen blijkt er toch meer behoefte aan een concrete onderbouwing wat die doelen behelzen, waarom ze zijn zoals ze zijn, tot welke neven doelen ze bijdragen (e.g. klimaatverandering) etc. Kortom er is een duidelijke behoefte ontstaan om te komen tot een meer onderbouwde (set aan) doelstelling(en) voor de circulaire economie.

Om antwoord te geven op de behoefte vraag om te komen tot een meer onderbouwde doelstelling is men uitgekomen op de **Circulaire Potentie Methodiek (CPM)**. TNO heeft in de afgelopen jaren gewerkt aan deze methodiek. Deze methodiek richtte zich in eerste instantie op de maakindustrie in Nederland maar bleek al snel breder toepasbaar te zijn voor nagenoeg de gehele economie in Nederland. De methodiek kijkt op basis van producteigenschappen wat het circulaire potentieel is van producten. Dus in plaats van een doel formuleren en bepalen hoe daar te geraken (*backcasting*) is deze methodiek erop gericht een optelsom van mogelijke aanpassingen aan het product te inventariseren om zodoende het potentieel bloot te leggen (*forecasting*). Dit project ziet mede toe op het volledig uitgelijnd krijgen van de methodiek op de opgave; het bepalen van de circulaire potentie voor de gehele Nederlandse economie.

Het bepalen van de potentie in brede zin voor stappen richting circulaire producten en businessmodellen is een gecompliceerde activiteit. Dit model streeft een “quick & dirty” methode na om tot een inventarisatie te komen. Deze inventarisatie legt in eerste instantie het potentieel van ‘kilogrammen’ bloot. Dit verschil in gewicht kan worden vertaald middels kengetallen naar bijvoorbeeld de impact op klimaatverandering en mogelijk andere impactgebieden zoals landgebruik, uitputting fossiele bronnen etc.

## 1.1 Doelgroep en structuur van het handboek

Deze methodologische beschrijving is bedoeld om een gedetailleerd inzicht te geven in de onderbouwing van de methodiek en hoe deze methodiek toegepast wordt in dit project. Het handboek is enerzijds geschreven voor alle betrokkenen in het proces, experts die deelnemen, geïnteresseerde stakeholders die het proces nauwgezet volgen, betrokken binnen de Rijksoverheid die de uitkomsten moeten vertalen naar nationale doelstellingen, enzovoorts. Anderzijds biedt het een naslagwerk en een vastlegging om nadien te herleiden hoe (tussen)resultaten tot stand zijn gekomen. En om eventueel de methodiek periodiek uit te voeren om zo het potentieel ofwel te verfijnen ofwel te actualiseren over tijd.

## 1.2 Leeswijzer

In het handboek komen de volgende blokken voor:

### **Samenvatting**

[In deze blokken geven we een samenvatting van het hoofdstuk of de desbetreffende stap in de methodiek.]

### **Voorbeeld**

[In deze blokken geven we voorbeelden van de toepassing van de circulaire potentie methodiek. Deze praktijkcases illustreren hoe de methodiek concreet kan worden ingezet en welke resultaten daarmee worden behaald.]

### **Achtergrond**

[In deze blokken geven we achtergrondinformatie over relevante thema's en concepten binnen de circulaire economie en de methodiek. Deze informatie dient als verdieping en ondersteuning bij de toepassing van de methodiek.]

# 2. Context en doel circulaire potentie

## 2.1 Noodzaak voor een snelle inschatting van de impact potentie van circulaire strategieën.

Het bepalen van de richting van circulair beleid wordt idealiter gestuurd door specifieke kennis over milieu-impacts van productie en gebruik van producten, materiaalgebruik voor die producten, bestaande voorraden van producten of inzicht in reststromen aangeboden voor afvalverwerking. En die kennis zou beschikbaar moeten zijn voor een inschatting van de bestaande situatie en over de situatie die ontstaat als gevolg van een circulaire innovatie of circulair beleidsinitiatief. Het verschil tussen die twee situaties zegt immers iets over de potentie van (bijvoorbeeld) beleidsinitiatieven.

Gedetailleerde data om beslissingen over circulaire investeringen en initiatieven te ondersteunen over een (bijna per definitie) brede groep producten en materialen zijn dikwijls afwezig. De methode die in dit rapport wordt uitgewerkt en toegelicht moet het mogelijk maken een ruwe eerste inschatting te maken van de potentie van circulaire maatregelen.

Daarbij is het uitgangspunt dat deze informatie methodisch, transparant en te repliceren is en kan worden ingezet om richting en gevoel te geven aan betrokken partijen.

Deze eerste inschatting is relevant voor richting bepaling, maar wordt niet gesuggereerd als vervanging van beproefde onderzoeksmethoden voor het bepalen van impact, zoals bijvoorbeeld de Life Cycle Assessment.

### Voorbeelden van noodzaak bepalen circulaire potentie

In de afgelopen jaren hebben zich tal van situaties voorgedaan waarin circulair beleid werd ontwikkeld op regionaal, nationaal en Europees niveau. In die situaties was de beschikbaarheid van impact potentie informatie noodzakelijk om doelgericht te kunnen investeren. Bijvoorbeeld:

- Een team actief in het Uitvoeringsprogramma Circulaire Economie dat heeft moeten besluiten tot een projectportfolio voor het komende jaar.
- Een regionale ontwikkelingsmaatschappij die samen met de binnen hun regio aanwezige maakindustrie gericht en onderbouwd enkele icoonprojecten wil starten.
- Beleidsmakers rond de Rijksinkoop die willen verifiëren in welke mate kengetallen overeenkomen met milieu-impacts zoals gebruikt in wetenschappelijke studies.

Het is in deze situaties waardevol om te kunnen beschikken over een methode die producteigenschappen, 'vingerafdrukken', kan identificeren en op basis van die eigenschappen de potentie kan bepalen van beleidsmaatregelen. De vingerafdrukken geven algemene antwoorden over circulariteit en helpen om specifieke vragen te stellen die **vervolgens door verder onderzoek beantwoord** moeten worden.

Het schetsen van circulaire potentie is iets dat op tal van plaatsen en manieren heeft plaatsgevonden. We komen daar in paragraaf 1.3 in enig detail op terug.

Een van de hoofddoelen van het circulaire-economie-beleid is het reduceren van de milieu-impact die voortkomt uit de consumptie en productie van de goederen die ons dagelijks leven vormgeven. De circulaire potentie moet dus bij voorkeur geïnterpreteerd worden als potentie om negatieve milieu-impact te reduceren.

Doorgaans worden milieu-impacts bepaald door middel van een Levens Cyclus Analyse (LCA). Het volledig uitvoeren van LCA-methodieken kan een doorlooptijd (enkele weken) en een budget (al snel meer dan 10.000EUR) vergen. En dat kan verhinderen dat een beslissing wordt ondersteund door een op maat gemaakte LCA-studie en daarmee goed onderbouwde informatie. De benodigde kennis maakt het voor organisaties bovendien niet eenvoudig om zelf een LCA in detail op te stellen of te doorgronden. Daarnaast kan men zich voorstellen dat het onhaalbaar is als voor bijvoorbeeld alle producten beschreven in beleidsdocumenten op Rijksniveau een LCA zou moeten worden uitgevoerd voordat een goede keuze voor gericht beleid kan worden gemaakt. Als we een eerste filter zouden kunnen toepassen op het niveau van productgroepen waarvoor bepaalde strategieën impact zouden kunnen hebben, wordt het mogelijk een snelle eerste toets te verrichten of de bewuste strategie voldoende impact heeft en op welke producten. Dat kan op zijn beurt weer leiden tot prioritering van (bijvoorbeeld) onderzoeksmiddelen. Dat filter maakt het ook mogelijk inzichten die gebaseerd zijn op de analyse van de impact van strategieën op individuele en gedetailleerde LCA's te extrapoleren naar een bredere groep product(groep)en.

Het is ook mogelijk om, naast milieu-impacts, andere (door circulaire economie beleidsdocumenten) gestelde doelen in een potentiebepaling op te nemen, zoals bijvoorbeeld materiaalbehoefte, leveringszekerheid, acceptabele arbeidsomstandigheden, economisch belang en behoud van waarde. Indien materiaalgebruik of leveringszekerheid het doel van de analyse is, lijkt het vanzelfsprekend essentieel dat een goede koppeling is gelegd tussen materiaalgebruik, (met bijzondere aandacht voor kritieke materialen die onderhevig kunnen zijn aan problemen rond leveringszekerheid) en productgroepen zoals gedefinieerd op macroniveau. De monitor materiaalstromen van het CBS maakt het bijvoorbeeld mogelijk de verbinding te leggen tussen materialen, de producten waarin deze materialen zijn toegepast en sectoren die met deze producten verbonden zijn.

Het doel van de studie is aldus om een transparante, repliceerbare methode te ontwikkelen die snel inzicht kan bieden in de potentie van circulaire strategieën om bij te dragen aan de doelen van het CE-beleid, op basis van producteigenschappen en drijfveren voor verandering

## 2.2 Recent werk dat nut en noodzaak van potentie-inschatting aantoont

De maatschappelijke bewustwording over de noodzaak om binnen de grenzen van onze planeet te gaan leven is de afgelopen jaren sterk toegenomen. Deze noodzaak komt naar voren in beleid van internationale klimaatafspraken, reclame-uitingen naar huishoudelijke consumenten en beleid van nationale overheden. Zodra deze krachten zich vertalen in maatschappelijke doelstellingen, zijn keuzes nodig die het mogelijk maken om de doelstellingen te halen. Zowel bedrijfsleven als overheden zoeken naar transparante informatie over de 'potentiële' milieu-impact van 'circulaire' product- of procesinnovatie. De potentie om de milieu-impact van producten te verbeteren bepaalt immers het tempo waarmee duurzaamheidsdoelstellingen gehaald kunnen worden.

In het werkprogramma monitoring en sturing circulaire economie (MSCE) lopen naast dit project nog twee andere projecten die de impact van producten onderzoeken. Eén project richt zich op de voetafdruk (i.e. de emissie van broeikasgassen over de gehele productieketen) van producten ingekocht door het Rijk. Een ander project bepaalt de voetafdruk van de consumptie van Nederlandse huishoudens.

Voor het produceren van vergelijkbare LCA-studies wordt op Europees niveau sinds 2005 gewerkt aan de Product Environmental Footprint (PEF). Deze inspanningen leiden tot een uniforme methode met bijbehorende data om alle producten in onze Europese samenleving te beoordelen op hun milieu-impact. Deze gegevens kunnen ook dienen als een manier om de

milieu impact potentie van circulaire strategieën te bepalen, alhoewel de vereiste inspanning vergelijkbaar is als die voor het uitvoeren van een LCA.

## 2.3 Publicaties over het bepalen van potentieel

Het meten van de huidige staat van een circulaire economie is één ding, het is iets anders om het milieu impact strategieën voor producten te bepalen. Hieronder volgt een overzicht van gepubliceerd werk dat het bepalen van de milieu impact potentie als basis heeft, gezien vanuit producteigenschappen, IO analyse, microdata en expert judgement.

### Potentie op basis van product eigenschappen

De Ellen MacArthur Foundation (EMF) publiceerde in 2012 haar eerste rapport omtrent de circulaire economie: TOWARDS THE CIRCULAR ECONOMY – Economic and business rationale for an accelerated transition. De EMF stelt daarin dat het hart van de kansen die zij signaleren ligt bij zogenaamde **“Medium-lived complex products”**. Het gaat dan om producten die *“are in use for a short enough timeframe that they are subject to frequent technological innovation, but long enough that they are not subject to one-off consumption. Most products in these sectors contain multiple parts and therefore are suitable for disassembly or refurbishment. Finally, this portion of the economy is quite large (...) The eight sectors (...) are as follows: machinery and equipment; office machinery and computers; electrical machinery and apparatus; radio, television, and communication equipment and apparatus; medical, precision and optical instruments, watches and clocks; motor vehicles, trailers, and semi-trailers; other transport equipment; and furniture and other manufactured goods.”*

Aan de hand van enkele uitgewerkte cases (mobiele telefoon, bestelauto's, wasmachines) wordt in deze EMF-studie vervolgens een analyse gemaakt van de potentie van de besparingen als gevolg van een circulaire economie. De lessen uit deze case studies worden vervolgens geprojecteerd op tal van andere producten, en de resultaten van deze lessen geplot in een matrix die enerzijds aangeeft wat het totale circulaire potentieel is, uitgezet tegen de mate waarin dat potentieel nu al 'geogst' is.

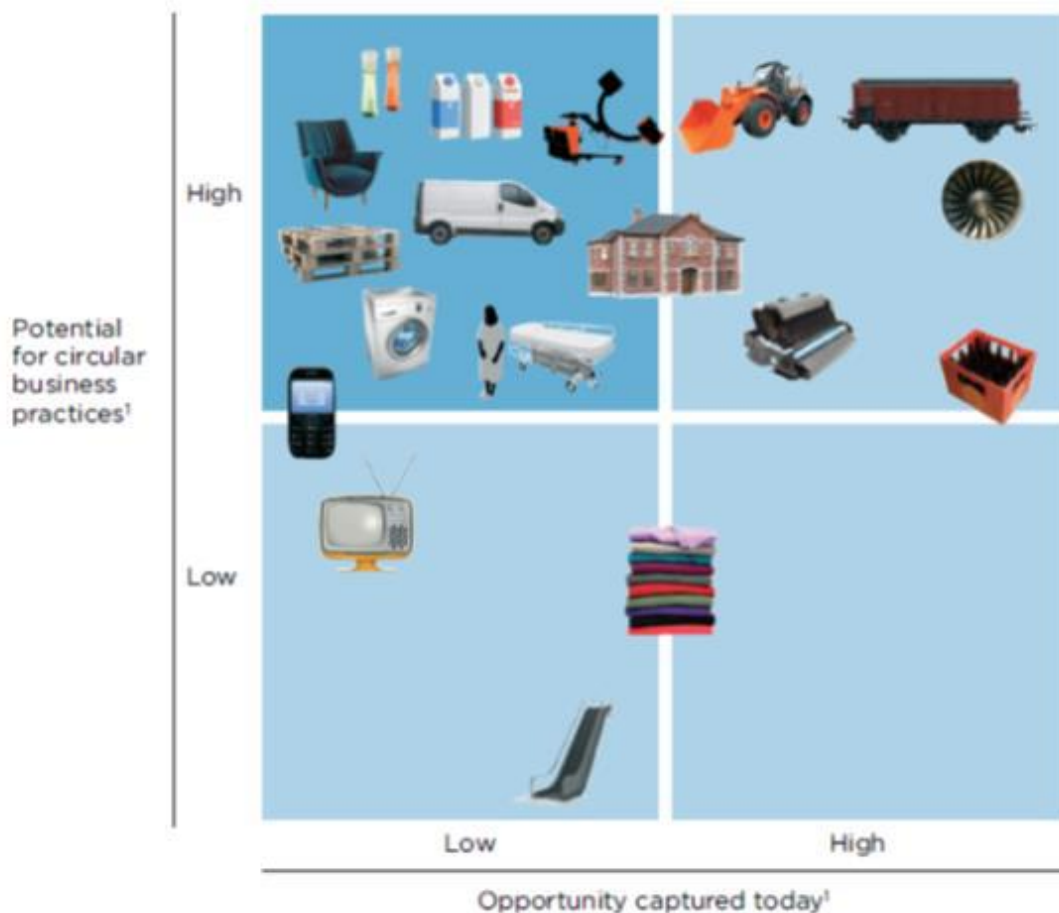
De belangrijkste productkarakteristieken die de EMF identificeert zijn:

- Geschiktheid van ontwerp:
  - o Geen gebruik toxische materialen;
  - o Eenvoud van ontmanteling;
  - o Modulaire opbouw.
- De aanwezigheid van een reeds ontwikkelde hergebruik-infrastructuur
  - o Efficiënte collectie en transport;
  - o Bestaande behandelingsinfrastructuur.
- De mate waarin een circulaire businesspraktijk al is ingevoerd en omarmd door klanten (een hoge mate duidt op een geringe potentie)
- Geschikt voor transitie van eigendoms- naar gebruiksrelatie, bijvoorbeeld op basis van gebruiksfrequentie vs. TCO (total cost of ownership).

De resultaten van deze overwegingen door de EMF zijn weergegeven in Figuur 1. Producten in het kwadrant linksboven representeren volgens de EMF de meeste potentie: er is potentie die op dit moment nog niet volledig is geogst. Daarbij horen verpakkingsmateriaal, ziekenhuisbedden, bouw-equipment, zware machines en luchtvaart (alhoewel de laatste drie categorieën al ontwikkelde business modellen lijken te hebben ontwikkeld).

Tegelijk geeft het schema impliciet aan dat het mogelijk is dat voor sommige producten bepaalde circulaire strategieën zeer onwaarschijnlijk of zelfs fundamenteel onmogelijk worden geacht. Daarnaast is het interessant om ons af te vragen of producten die niet in het figuur zijn opgenomen minder potentie hebben of dat ze minder herkenbaar zijn en daarom nog

onbenutte potentie vertegenwoordigen. Het 'oogsten' van de nog niet benutte circulaire potentie is één van de grote uitdagingen voor het vormgeven van circulair beleid van overheden en bedrijven.



*Figuur 1: voorbeeld van circulaire potentie inschatting (Ellen MacArthur Foundation 2012) De hoek rechtsonder toont textiel en glas als grensgevallen.*

In het rapport van Green Alliance (2013) wordt een systematiek geschetst die inzicht geeft in de eventuele barrières voor het introduceren van meer circulaire systemen (Figuur 2). Producten die gekarakteriseerd worden onder "Circular Use Likely" kennen een lage barrière om in de markt gezet te worden via een circulaire businessmodel. Circulaire businessmodellen voor producten gekenschetst door "Circular Use Unlikely" zullen overheidsinterventies vergen om meer levensvatbaar te kunnen zijn.

| Characteristic   | Circular use likely | ↔          | Circular use unlikely    |
|--|---------------------|------------|--------------------------|
| <b>Value:</b><br>products or materials with high value or high end-of-life harm justify investment in recovery   | high                | medium     | low                      |
| <b>Control, collection and communication:</b><br>the ability to control or reliably collect a known quantity of materials or products enables circular models  | single owner        | two owners | many owners              |
| <b>Ease of recycling, remanufacturing and reuse:</b><br>circular systems are more likely where the physical characteristics of products or materials make them easy to transform   | easy                | moderate   | difficult                |
| <b>Pace of change:</b><br>If product or material function changes too rapidly, investment in recovery may not occur. This is especially an issue where material substitution, technological development, or fashion changes demand rapidly | slow                | medium     | fast                     |
| <b>Concentration / contamination:</b><br>Where materials are dissipated or contaminated, recovery is either more expensive or impossible   | pure / concentrated | moderate   | contaminated / dispersed |

Figuur 2: Op basis van het werk van de "Resource resilient UK – report from the Circular Economy Task Force", vijf eigenschappen van productgroepen die de circulaire potentie van die productgroepen beschrijven

Producten waar circulair gebruik volgens deze studie waarschijnlijk is, op basis van de huidige eigenschappen, kenmerken zich door een hoge waarde, eenvoud om gebruikers aan te spreken of te kunnen volgen, het gemak waarmee hergebruik of recycling ingezet kan worden, een traag tempo van technologische (of modieuze) verandering en een hoge concentratiegraad van de reststromen. Voorbeelden die in deze studie conform dit stramien worden uitgewerkt zijn lease van auto's (geen obstakels, de markt pakte het op), auto-recycling, smartphone-hergebruik (in toenemende mate door markt opgepakt) versus remanufacturing van smartphones (zeer complex door technologische verandering van componenten en technologie van recycling).

### Potentie op basis van IO-analyse

Jaarlijks publiceren statistische bureaus de nationale rekeningen. Deze statistiek ligt aan de basis van zogenaamde Input-Output Analyse, die op een macro economische niveau analyseert welke producten in een economie worden gebruikt door bedrijven, overheden en huishoudens. Op basis van Input-Output tabellen zijn enkele methoden gepubliceerd door Geerken et al. (2019) voor het bepalen van potentie van circulaire strategieën:

- Verschil tussen BAT (best beschikbare technologie) die wordt toegepast op alle sectoren van regio's en DTP (disruptive technology potential) groei
- Economische structuur (vergelijking van de aandelen van landbouw, productie, diensten, met nadruk op CE-gerelateerde diensten)
- Balassa-index, die beschrijft welke sectoren over- of ondervertegenwoordigd zijn in een specifieke regio
- Waardeketenanalyse (hoe de toegevoegde waarde wordt verspreid over een input-outputstructuur, waardoor kan worden geanalyseerd hoe een binnenlandse euro die aan finale consumptie wordt besteed, de nationale toegevoegde waarde verhoogt en ervoor zorgt dat producten binnen de nationale grenzen circuleren)
- Vervangingspotentieel van strategieën voor duurzaam materialenbeheer (SMM)
- Afvalverwerkingsscenario's op basis van fysieke en hybride input-outputanalyse (gebruikmakend van bestaand materiaalverbruik om te analyseren welk deel van dat materiaalverbruik kan worden gedekt door secundaire materialen)

### Potentie op basis van microdata

Een andere methode om het potentieel te beoordelen is te vinden in de Ellen MacArthur Foundation (2015b) publicatie over circulariteitsindicatoren, waar een uitgebreide set van

formules het productpotentieel op gedetailleerd niveau uitdrukt. De indicator die wordt gebruikt om het op productbasis voorgestelde potentieel op productniveau te beoordelen (in tegenstelling tot de economie of organisatie van een land), is de indicator voor materiaalcirculairiteit (MCI), die hergebruik en langer gebruik omvat. Omdat de MCI geen data over de kwaliteit van materialen geeft, is complementariteit met andere indicatoren aan te raden, waardoor de benadering sterk lijkt op kaders voor levenscyclusanalyse (LCA), zoals ReCiPe en ILCD (JRC-IES 2011; Huijbregts et al. 2016). Deze potentiële MCI-indicatoren kunnen echter niet operationeel worden gemaakt op maatschappelijk niveau als gevolg van het ontbreken van openbare data. De methode gaat dus impliciet uit van het gebruik van LCA databases waar licentiekosten voor betaald moeten worden en die slechts met zakelijke doeleinden kan worden gebruikt. Dit geldt niet voor een kleine groep producten waarvoor wel publiek toegankelijke LCA databases beschikbaar zijn gesteld, bijvoorbeeld in PEF (Product Environmental Footprint) verband.

### **Potentie op basis expert judgement**

Een meer kwalitatieve benadering is gebaseerd op expert judgement. In een rapport van TNO (2013) leverde een serie van drie workshops met circa 25 experts input om de baten van een circulaire transitie tussen 2013 en 2025 te kwantificeren. Deze waren gebaseerd op oordelen van experts zonder verder analytisch kader. De theoretische concepten om een dergelijk raamwerk te creëren zijn beschikbaar, maar de gegevens en informatie om de oordelen van experts te onderbouwen, zijn dat niet.

# 3. Methodiek

De Circulaire potentie methodiek werkt in een vijftal stappen om uiteindelijk te komen tot een inschatting van het circulaire potentieel voor de gehele (Nederlandse) economie.

1. In de eerste stap worden de uitgangspunten geformuleerd voor de toepassing van de CPM.
2. In stap 2 worden de producteigenschappen van een product bepaald die als voorspeller dienen van een theoretisch potentieel.
3. In de derde stap worden inschattingen van experts gebruikt om drijfveren te identificeren en kwantificeren om op basis daarvan te bepalen welk deel van het theoretisch potentieel benut wordt. Dit vormt het circulaire potentieel.
4. In stap 4 wordt op basis van (overeenkomstige) producteigenschappen het geschatte circulaire potentieel van de behandelde productgroepen gebruikt om het circulaire potentieel voor alle productgroepen in de economie te bepalen.
5. De uitkomsten op het niveau van de gehele economie worden tot slot gebruikt om – middels kengetallen – de effecten te bepalen op het gebied van klimaat, landgebruik, watergebruik en leveringszekerheid.

Deze vijf stappen vormen tevens de paragrafen in dit hoofdstuk.

## 3.1 Uitgangspunten CPM

Er zijn een aantal uitgangspunten die gelden bij het toepassen van de CPM:

- Product classificatie
- Basisjaar
- Afbakening economie
- Gebruik bestaande databases

### 3.1.1 Product classificatie

Voor de productgroep definitie wordt gekozen voor het Geharmoniseerd Systeem (Harmonised System), ook wel bekend als de Gecombineerde Nomenclatuur (Combined Nomenclature). De mate van detail en het feit dat deze classificatie wordt gebruikt om internationale handel te beschrijven zijn doorslaggevende argumenten voor de keuze voor deze nomenclatuur. Op 6-digit niveau beslaat de classificatie voor de hele economie tussen de 5300 en 5400 productgroepen. Dit wordt als een mate van detail beschouwd die een goede balans biedt tussen macroeconomische getallen en LCA data.

Alternatieve product classificaties zijn beschikbaar, zoals de “Central Product Classification” (CPC), de “Classification of Products by Activity” (CPA) of “Standard International Trade Classification” (SITC). Het voordeel van CPA is dat het vrij direct aan sectoren kan worden gekoppeld die in Nederland, de EU en wereldwijd worden gebruikt (SBI/NACE, op basis van de zogenaamde ISIC rev 4 classificatie). Er is echter een zogenaamde correspondentie tussen HS/GN en SBI beschikbaar, die dit voordeel wegneemt. De SITC is gericht op transportmodellen en biedt en heeft geen evenwichtige verdeling tussen bulkgoederen en high-tech producten.

De PEF<sup>1</sup> methodiek vraagt weliswaar om een specifieke productclassificatie, maar schrijft geen classificatie voor. Deze methode biedt dus geen houvast in de keuze voor productclassificatie.

### 3.1.2 Basisjaar

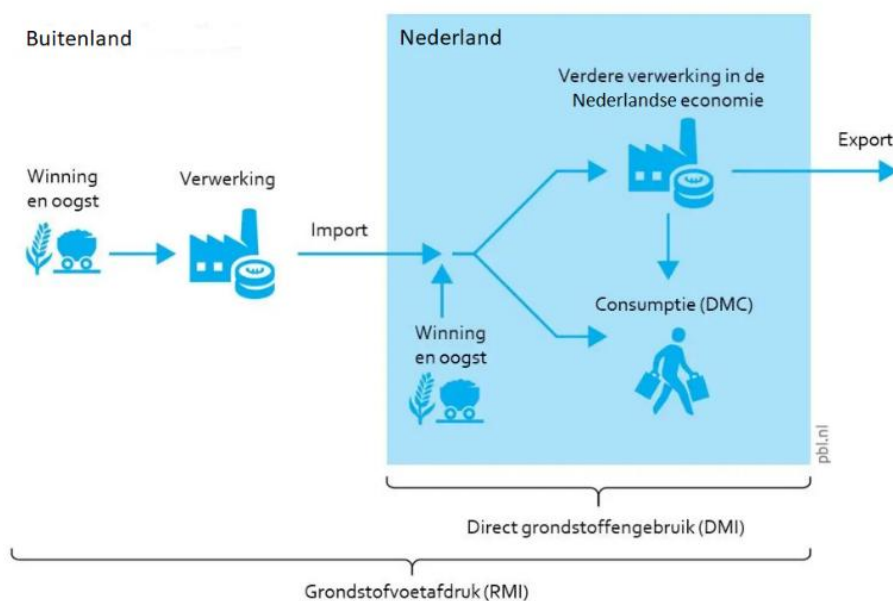
---

<sup>1</sup> [https://ec.europa.eu/environment/eussd/smgp/pdf/PEFCR\\_guidance\\_v6.3.pdf](https://ec.europa.eu/environment/eussd/smgp/pdf/PEFCR_guidance_v6.3.pdf)

In dit document is de toepassing van de Circulaire Potentie Methodiek beschreven om de circulaire potentie van de gehele Nederlandse economie op grondstofniveau te bepalen. Het ontwikkelde rekenmodel is nu gebaseerd op 2016, dat als basisjaar wordt gebruikt. Uit dit rekenmodel volgt dus altijd een potentie ten opzichte van basisjaar 2016. Om de potentie ten opzichte van een ander jaar te bepalen is een zorgvuldige 'basisset' nodig van de hele economie.

### 3.1.3 Afbakening economie

Er zijn diverse manieren om naar het grondstofgebruik van Nederland te kijken. Grondstof- en productketens zijn veelal opgeknipt in verschillende schakels en vinden verspreid plaats over de hele wereld. Ook geldt dat Nederland een belangrijk doorvoerland is en ook veel grondstoffen/halffabricaten en eindproducten produceert voor export. Het is dus van belang om een eenduidige visie te hebben over welke grondstoffen/producten worden meegenomen in de bepaling van het basisjaar en welke niet. Immers is dit van grote invloed op de te formuleren doelen. Onderstaand is in figuur 5 schematisch weergegeven hoe grondstoffen en producten hun weg vinden naar consumptie of naar export via Nederland.



Figuur 5: Schematische weergave productieketens (bron: PBL)

Grofweg zijn er vier mogelijkheden te definiëren langs een tweetal dimensies. De vier mogelijkheden zijn weergegeven in onderstaande tabel.

|   | <b>Input (productie + consumptieperspectief)</b>   | <b>Consumption (consumptieperspectief)</b>   |
|---|--|--|
| <b>Raw material (grondstoffen voetafdruk)</b> | <b>RMI:</b> Hoeveelheid grondstoffen die eerder in de keten nodig is voor alle grondstoffen, grondstoffen en producten die wij winnen en importeren.<br><br><b>(Import + winning) * omrekenfactor voetafdruk = RMI</b> | <b>RMC:</b> Hoeveelheid grondstoffen die nodig is voor alle grondstoffen, grondstoffen en producten die wij in Nederland consumeren<br><br><b>(Import + winning - export) * omrekenfactor voetafdruk = RMC</b> |
| <b>Direct material (grondstoffen-gebruik)</b> | <b>DMI:</b> Hoeveelheid grondstoffen, grondstoffen en producten die wij winnen en importeren   | <b>DMC:</b> Hoeveelheid grondstoffen, grondstoffen en producten die bedrijven en consumenten in Nederland consumeren.  |

Import + winning = DMI

Import + winning – export = DMC

### RMC en RMI (grondstoffenvoetafdruk)

De RMC en RMI gaan over zowel consumenten als producenten. Zo gaat RMC om de totale eindconsumptie van zowel bedrijven als consumenten. Het verschil zit hem er met name in dat de producten/grondstoffen die worden geëxporteerd wel in de RMI zitten en niet in de RMC. Dit is vooral gebaseerd op hoe Eurostat RMI en RMC definieert:

**“Raw material input (RMI)** is de hoeveelheid grondstoffen die nodig is om de goederen te produceren die beschikbaar zijn voor gebruik in productie- en consumptieactiviteiten van de economie.

**“Raw material consumption (RMC)**, geeft aan hoeveel grondstoffen er in totaal nodig zijn om de goederen te produceren die door de economie worden gebruikt.

De berekening van RMI en RMC:

*RMI* = Winning in eigen land **plus** alle in het productieproces gebruikte (primaire) grondstoffen voor producten die door Nederland geïmporteerd zijn.

*RMC* = Winning in eigen land **plus** alle in het productieproces gebruikte (primaire) grondstoffen voor producten die door Nederland geïmporteerd zijn (*Raw material input*), **minus** alle in het productieproces gebruikte (primaire) grondstoffen voor producten die door Nederland geëxporteerd zijn.

### DMI/DMC (grondstoffengebruik)

Ook de DMI en DMC gelden voor zowel de consument als de producent. Het grondstofgebruik in Nederland (de consumptie van grondstoffen), noemen we Direct Material Consumption (DMC). Het grondstofgebruik voor de hele Nederlandse economie is de DMC plus alles wat we importeren en (deels) verwerken voor we het weer exporteren. Dit noemen we de Direct Material Input (DMI). Het verschil met het gebruik voor de economie (DMI) is dus dat grondstoffen die worden geëxporteerd wel in de DMI zitten en niet in het eigen gebruik (DMC). Grondstoffen die worden geïmporteerd en direct geëxporteerd (zonder dat er een be-/verwerkingsstap in Nederland plaatsvindt), vallen hierbuiten. Denk bijvoorbeeld aan grondstoffen die de havens binnenkomen en direct per spoor verlaten naar Duitsland.

### Manier van bepalen in de CPM

De verschillende perspectieven kennen een andere wijze om te bepalen wat de omvang is:

- **DMI** wordt bepaald door de totale hoeveelheid winning op Nederlandse bodem op te tellen bij de totale hoeveelheid import op basis van handelsdata.
- **DMC** wordt bepaald door de DMI te pakken en hier de totale export van af te halen op basis van dezelfde handelsdata.
- **RMI** wordt bepaald door de DMI te vermenigvuldigen met abstracte kengetallen op basis van Exiobase waarin de verhouding is bepaald tussen productie en consumptie van een gehele industrie (in totaal tien kengetallen).
- **RMC** wordt bepaald door de DMC te vermenigvuldigen met dezelfde – op Exiobase gebaseerde – kengetallen.

## 3.1.4 Gebruik bestaande databases

Bij het opzetten van de methodiek om op basis van vingerafdrukken en circulaire potentie de milieu-impact in te kunnen schatten is gebruik gemaakt van de volgende databases.

- CBS handelsdata<sup>2</sup>. De gegevens worden jaarlijks gerapporteerd in gewicht en waarde, van zowel import als export.
- EcolInvent. De database van de in Zwitserland gebaseerde inventaris wordt wereldwijd maar met name in Europa alom gebruikt voor het verrichten van LCA's. Met behulp van aggregaties zijn de kengetallen van deze database toegesneden op de GS/GN classificatie die de basis vormt van de database.
- EIPRO<sup>3</sup>. Dit Europese project uit 2009 biedt een rapportage en vooral ook een database die overeenkomsten vertoont met de doelstellingen van dit project. De database wordt gekoppeld aan de producten in de GS/GN classificatie.
- EXIOBASE<sup>4</sup>. Deze zogenaamde Environmentally Extended Input-Output database biedt voor ca. 160 productgroepen kengetallen voor bijna 50 nationale economieën in de wereld.
- De database van de eerdergenoemde studie materiaalstromen in Nederland van CBS. Voor bijna 400 producten zijn deze voor de Nederlandse economie bepaald. Met de materiaalstromen kunnen de gevonden CO<sub>2</sub>eq van andere bronnen gekalibreerd c.q. geverifieerd. Zo kunnen we zeker zijn dat de coëfficiënten die de methode gebruikt op macroniveau optellen tot de bekende nationale emissietotalen.

De genoemde databases hebben verschillende scopes: cradle-to-gate, gate-to-gate en cradle-to-grave. Dit betekent dat de emissie coëfficiënten in de database niet alleen over de productie in een sector gaan (gate-to-gate).

- Vanuit de EcolInvent data kunnen stroomopwaartse emissies meegerekend worden (cradle-to-gate). Daarnaast bevat de EcolInvent data ook de afdankingsfase (grave)
- Vanuit de EIPRO data kan ook de gebruiksfase worden geanalyseerd. Dit betekent ook dat de afdankingsfase niet is meegenomen in de kengetallen.
- Vanuit de EXIOBASE data zijn gate-to-gate getallen beschikbaar die het productieperspectief weergeven.

De gevonden kengetallen voor de methode zullen worden ondergebracht in het Grondstoffen Informatie Systeem, dat naar door RIVM binnen het werkprogramma monitoring en sturing circulaire economie wordt gezet.

De keuze om de methode niet te richten op ontwerpers maakt het gebruik van de EcoCostValue<sup>5</sup> data minder logisch.

## 3.2 Producteigenschappen als voorspeller van theoretisch potentieel

Deze paragraaf gaat in op (3.2.1) welke producteigenschappen zijn er, (3.2.2) welke circulaire strategieën staan centraal en (3.2.3) hoe wordt het theoretisch potentieel berekend.

### 3.2.1 Welke producteigenschappen zijn er?

TNO is in haar studie naar de Circulaire Potentie Methodiek gekomen tot een tiental producteigenschappen die dienen als voorspeller voor potentieel. Door KplusV en CE Delft is hier een elfde producteigenschap aan toegevoegd (eigenschap 11). Met als voornaamste reden om de circulaire strategie substitutie goed te kunnen modelleren.

<sup>2</sup> <https://opendata.cbs.nl/statline/#/CBS/nl/navigatieScherm/thema?themaNr=81287>

<sup>3</sup> [https://ec.europa.eu/environment/ipp/pdf/eipro\\_report.pdf](https://ec.europa.eu/environment/ipp/pdf/eipro_report.pdf)

<sup>4</sup> <https://www.exioibase.eu/>

<sup>5</sup> <https://www.ecocostsvalue.com/>

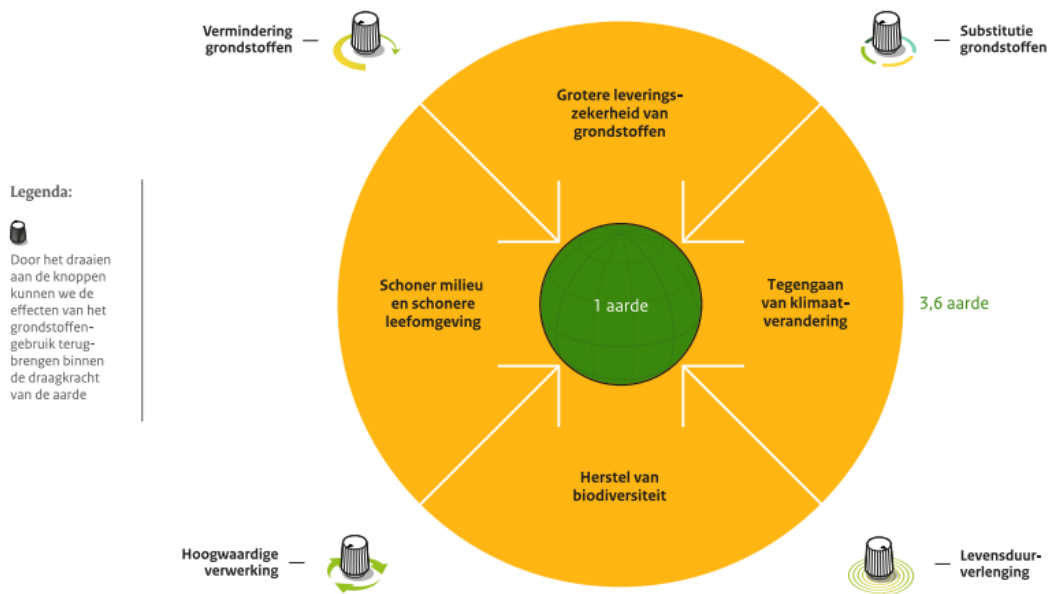
In totaal zijn er dus 11 producteigenschappen die een voorspeller zijn voor het circulaire potentieel:

1. Gemiddelde prijs product
2. Levensduur product
3. Volume/gewicht per product
4. Technische dynamiek
5. Paraat staan
6. Data beschikbaarheid
7. Gereed te maken voor volgend gebruik
8. Modulariteit
9. Dissipatief gebruik
10. Inschatting aandeel materialen in product dat op vergelijkbaar prijsniveau kan worden gerecycled ten opzichte van virgin/primair
11. Aanwezigheid fossiele grondstoffen in het (half)product?

Deze eigenschappen staan in meer detail beschreven in bijlage 1.

### 3.2.2 Welke circulaire strategieën staan centraal?

De CPM sluit grotendeels aan op de vier circulaire strategieën uit het Nationaal Programma CE 2023–2030 zoals hieronder afgebeeld.



De substrategieën zijn hierbij als volgt geformuleerd in het NPCE:

| Hoofdstrategie            | Substrategie | Toelichting  |
|---------------------------|--------------|--|
| Vermindering grondstoffen | Afwijzen     | Een product niet aanschaffen of gebruiken, door van de functie af te zien of de functie op een andere manier in te vullen. |
|                           | Heroverwegen | Het gebruik van een product intensiveren door delen met anderen of door het product meer functies te geven.                |

|                          |               |  |
|--------------------------|---------------|--|
|                          | Verminderen   | Een product efficiënter fabriceren door minder grondstoffen en materialen te verwerken en efficiënter maken in gebruik.  |
| Substitutie grondstoffen | Vervangen     | Primaire grondstoffen vervangen door secundaire grondstoffen en duurzame biograndstoffen die zo hoogwaardig mogelijk toegepast worden, of door meer algemeen beschikbare grondstoffen met minder milieudruk. |
| Levensduurverlenging     | Hergebruiken  | Hergebruik van een product in dezelfde functie door een andere gebruiker.  |
|                          | Repareren     | Repareren en onderhouden van een kapot product om het te gebruiken in zijn oude functie.   |
|                          | Opknappen     | Opknappen of moderniseren van een oud product.   |
|                          | Herfabriceren | Onderdelen van een afgedankt product gebruiken in een nieuw product met dezelfde functie.  |
|                          | Herbestemmen  | Een product, of onderdelen ervan, gebruiken in een nieuw product met een andere functie.   |
| Hoogwaardige verwerking  | Recyclen      | Materialen verwerken tot een nieuw product van dezelfde (hoogwaardige) of, indien niet mogelijk, mindere (laagwaardige) kwaliteit.   |

De CPM kan niet iedere circulaire strategie (even) goed modelleren. Met name de substrategie 'afwijzen' (ook wel Refuse) en 'verminderen' (ook wel Reduce) worden niet goed meegenomen in de CPM.

### 3.2.3 Theoretisch potentieel

TNO heeft in haar studie bepaald op welke wijze de verschillende keuzeopties per producteigenschap hun uitwerking hebben op een circulaire strategie. Grofweg zijn er 4 mogelijkheden met bijbehorende 6 scores:

- Neutraal: de eigenschap heeft geen invloed (score 0) op de circulaire strategie.
- Positief: de eigenschap heeft licht positieve invloed (score 0,5) of positieve invloed (score 1) op de circulaire strategie.
- Negatief: de eigenschap heeft een licht negatieve invloed (score -0,5) of negatieve invloed (score -1) op de circulaire strategie.
- Onmogelijk: de eigenschap maakt dat de circulaire strategie (nagenoeg) niet mogelijk is (score -99).

Deze scores worden in de volgende figuren weergegeven door respectievelijk (licht) groen voor positieve eigenschappen en (licht) rood voor negatieve eigenschappen.

#### Weging producteigenschappen voor circulaire strategie 'vermindering'

| Producteigenschap                      | Vermindering (narrow the loop) |        |        |          |       | Narrow the loop (vermindering) |      |     |   |     |
|--|--------------------------------|--------|--------|----------|-------|--------------------------------|------|-----|---|-----|
|  | <= 1                           | 1-10   | 10-100 | 100-1000 | 1000< | -0,5                           | -0,5 | 0,5 | 1 | 1   |
| Prijs/artikel (€)                      | <= 1                           | 1-10   | 10-100 | 100-1000 | 1000< | -0,5                           | -0,5 | 0,5 | 1 | 1   |
| Levensduur (jaar)                      | <1                             | 1-2    | 5-10   | 10-20    | 20<   | 0                              | 0    | 0   | 0 | 0   |
| Volume/gewicht per artikel (kg)        | <=1                            | 1-10   | 10-100 | 100-1000 | 1000< | 0                              | 0    | 0   | 0 | 0   |
| Dynamiek (oud, trends, etc.)           | <2                             | 2-5    | 5-10   | 10<      |       | 1                              | 1    | 0,5 |   | 0,5 |
| Paraatheid product                     | >80%                           | 30-80% | 5-30%  | 5% >     |       | -99                            | 0,5  |     | 1 | 1   |
| Data beschikbaarheid                   |                                | Ja     |        | Nee      |       |                                | 1    |     |   | 0   |
| Gereed voor volgende gebruiker         |                                | Ja     |        | Nee      |       |                                | 1    |     |   | 0   |
| In 5 onderdelen uit elkaar te halen    |                                | Ja     |        | Nee      |       |                                | 1    |     |   | 0   |
| Treed slijtage op?                     |                                | Ja     |        | Nee      |       |                                | -0,5 |     |   | 0   |
| Recycling op vergelijkbaar prijsniveau | <= 1                           | 1-5%   | 5-10%  | 10-50%   | 50%<  | 0                              | 0    | 0   | 0 | 0   |
| Primair bestanddeel fossiel?           |                                | Ja     |        | Nee      |       |                                | 0    |     |   | 0   |

Enkel voor de circulaire strategie vermindering (lees: het gebruik van een product intensiveren door delen met anderen of door het product meer functies te geven) geldt dat indien de paraatheid van het product >80% is dat deze circulaire strategie onmogelijk is.

### Weging producteigenschappen voor circulaire strategie 'levensduurverlenging'

| Producteigenschap                      | Langere levensduur (slow the loop) |        |        |          |       | Slow the loop (langere levensduur) |      |     |   |   |
|--|------------------------------------|--------|--------|----------|-------|------------------------------------|------|-----|---|---|
|  | <= 1                               | 1-10   | 10-100 | 100-1000 | 1000< | -1                                 | -0,5 | 0,5 | 1 | 1 |
| Prijs/artikel (€)                      | <= 1                               | 1-10   | 10-100 | 100-1000 | 1000< | -1                                 | -0,5 | 0,5 | 1 | 1 |
| Levensduur (jaar)                      | <1                                 | 1-2    | 5-10   | 10-20    | 20<   | 0                                  | 0    | 0,5 | 1 | 1 |
| Volume/gewicht per artikel (kg)        | <=1                                | 1-10   | 10-100 | 100-1000 | 1000< | 0                                  | 0    | 0,5 | 1 | 1 |
| Dynamiek (oud, trends, etc.)           | <2                                 | 2-5    | 5-10   | 10<      |       | -1                                 | 0    | 0,5 |   | 1 |
| Paraatheid product                     | >80%                               | 30-80% | 5-30%  | 5% >     |       | 0,5                                | 0,5  | 1   |   | 1 |
| Data beschikbaarheid                   |                                    | Ja     |        | Nee      |       |                                    | 1    |     |   | 0 |
| Gereed voor volgende gebruiker         |                                    | Ja     |        | Nee      |       |                                    | 1    |     |   | 0 |
| In 5 onderdelen uit elkaar te halen    |                                    | Ja     |        | Nee      |       |                                    | 1    |     |   | 0 |
| Treed slijtage op?                     |                                    | Ja     |        | Nee      |       |                                    | -1   |     |   | 0 |
| Recycling op vergelijkbaar prijsniveau | <= 1                               | 1-5%   | 5-10%  | 10-50%   | 50%<  | 0                                  | 0    | 0   | 0 | 0 |
| Primair bestanddeel fossiel?           |                                    | Ja     |        | Nee      |       |                                    | 0    |     |   | 0 |

### Weging producteigenschappen voor circulaire strategie 'hoogwaardige verwerking'

| Producteigenschap                      | Hoogwaardige verwerking (close the loop) |        |        |          |       | Close the loop (recycling) |      |     |     |     |
|--|--|--------|--------|----------|-------|----------------------------|------|-----|-----|-----|
|  | <= 1                                     | 1-10   | 10-100 | 100-1000 | 1000< | 0,5                        | 0,5  | 0,5 | 1   | 1   |
| Prijs/artikel (€)                      | <= 1                                     | 1-10   | 10-100 | 100-1000 | 1000< | 0,5                        | 0,5  | 0,5 | 1   | 1   |
| Levensduur (jaar)                      | <1                                       | 1-2    | 5-10   | 10-20    | 20<   | 0                          | 0    | 0   | 0   | 0   |
| Volume/gewicht per artikel (kg)        | <=1                                      | 1-10   | 10-100 | 100-1000 | 1000< | 0                          | 0    | 0   | 0,5 | 0,5 |
| Dynamiek (oud, trends, etc.)           | <2                                       | 2-5    | 5-10   | 10<      |       | 0                          | 0    | 0   | 0   | 0   |
| Paraatheid product                     | >80%                                     | 30-80% | 5-30%  | 5% >     |       | 0                          | 0    | 0   | 0   | 0   |
| Data beschikbaarheid                   |  | Ja     |        | Nee      |       |                            | 1    |     |     | 0   |
| Gereed voor volgende gebruiker         |  | Ja     |        | Nee      |       |                            | 0    |     |     | 0   |
| In 5 onderdelen uit elkaar te halen    |  | Ja     |        | Nee      |       |                            | 1    |     |     | 0   |
| Treed slijtage op?                     |  | Ja     |        | Nee      |       |                            | 0    |     |     | 0   |
| Recycling op vergelijkbaar prijsniveau | <= 1                                     | 1-5%   | 5-10%  | 10-50%   | 50%<  | -0,5                       | -0,5 | 0,5 | 1   | 1   |
| Primair bestanddeel fossiel?           |  | Ja     |        | Nee      |       |                            | 1    |     |     | 0   |

### Weging producteigenschappen voor circulaire strategie 'substitutie'

De oorspronkelijke circulaire potentie methodiek van TNO bevatte de circulaire strategie substitutie niet. Op verzoek van het ministerie van I&W in het kader van het project 'concretisering tussendoelen CE' is deze strategie toegevoegd en is hier de score voor bepaald zoals onderstaand weergegeven.

| Producteigenschap                      | Substitutie |        |        |          |       | Substitutie |   |     |   |     |
|--|-------------|--------|--------|----------|-------|-------------|---|-----|---|-----|
|  | <= 1        | 1-10   | 10-100 | 100-1000 | 1000< | 0           | 0 | 0   | 0 | 0   |
| Prijs/artikel (€)                      | <= 1        | 1-10   | 10-100 | 100-1000 | 1000< | 0           | 0 | 0   | 0 | 0   |
| Levensduur (jaar)                      | <1          | 1-2    | 5-10   | 10-20    | 20<   | 0           | 0 | 0   | 0 | 0   |
| Volume/gewicht per artikel (kg)        | <=1         | 1-10   | 10-100 | 100-1000 | 1000< | 0           | 0 | 0   | 0 | 0   |
| Dynamiek (oud, trends, etc.)           | <2          | 2-5    | 5-10   | 10<      |       | 1           | 1 | 0,5 |   | 0,5 |
| Paraatheid product                     | >80%        | 30-80% | 5-30%  | 5% >     |       | 0           | 0 | 0   |   | 0   |
| Data beschikbaarheid                   |             | Ja     |        | Nee      |       |             | 1 |     |   | 0   |
| Gereed voor volgende gebruiker         |             | Ja     |        | Nee      |       |             | 0 |     |   | 0   |
| In 5 onderdelen uit elkaar te halen    |             | Ja     |        | Nee      |       |             | 0 |     |   | 0   |
| Treed slijtage op?                     |             | Ja     |        | Nee      |       |             | 1 |     |   | 0   |
| Recycling op vergelijkbaar prijsniveau | <= 1        | 1-5%   | 5-10%  | 10-50%   | 50%<  | 0           | 0 | 0   | 0 | 0   |
| Primair bestanddeel fossiel?           |             | Ja     |        | Nee      |       |             | 1 |     |   | 0   |

Zoals zichtbaar zijn er vier producteigenschappen (inclusief de toegevoegde 11<sup>e</sup> eigenschap) een voorspeller voor de circulaire strategie substitutie.

### Berekening theoretisch potentieel

Het theoretische potentieel van een productgroep wordt berekend per circulaire strategie. Kortom, er komen een viertal theoretische potenties uit. Het theoretische potentieel wordt berekend door de optelsom van de score van een product te nemen en dit te delen door het aantal eigenschappen dat van toepassing is op een circulaire strategie.

#### Voorbeeld – theoretisch potentieel 'Chips voor machines en apparaten'

De producteigenschappen voor 'chips voor machines en apparaten' zijn door een expert in het project 'Concretisering CE tussendoelen' als volgt ingeschat:

| Producteigenschap                   | Opties |        |        |          |        |
|-------------------------------------|--------|--------|--------|----------|--------|
|                                     | <= 1   | 1-10   | 10-100 | 100-1000 | 1000 < |
| Prijs/artikel (€)                   | <= 1   | 1-10   | 10-100 | 100-1000 | 1000 < |
| Levensduur (jaar)                   | <1     | 1-2    | 5-10   | 10-20    | 20 <   |
| Volume/gewicht per artikel (kg)     | <=1    | 1-10   | 10-100 | 100-1000 | 1000 < |
| Dynamiek (oud, trends, etc.)        | <2     | 2-5    | 5-10   | 10 <     |        |
| Paraatheid product                  | >80%   | 30-80% | 5-30%  | 5% >     |        |
| Data beschikbaarheid                | Ja     |        |        | Nee      |        |
| Gereed voor volgende gebruiker      | Ja     |        |        | Nee      |        |
| In 5 onderdelen uit elkaar te halen | Ja     |        |        | Nee      |        |
| Treed slijtage op?                  | Ja     |        |        | Nee      |        |
| Recycling                           | <= 1   | 1-5%   | 5-10%  | 10-50%   | 50% <  |
| Primair bestanddeel fossiel?        | Ja     |        |        | Nee      |        |

Op basis van deze producteigenschappen kan het theoretische potentieel per circulaire strategie als volgt worden bepaald:

| Circulaire strategie    | Score product (noemer) | Aantal eigenschappen (teller) | Theoretisch potentieel |
|-------------------------|------------------------|-------------------------------|------------------------|
| Substitutie             | 2,5                    | 4                             | 63%                    |
| Vermindering            | 4                      | 7                             | 57%                    |
| Levensduurverlenging    | 6                      | 9                             | 67%                    |
| Hoogwaardige verwerking | 3,5                    | 6                             | 57%                    |

### 3.3 Expert workshop: van theoretisch potentieel naar de circulaire potentie van voorbeeld productgroepen

In het handboek toepassing circulaire potentie methodiek is uitgebreid beschreven hoe werkvormen toe te passen om inzichten bij experts op te halen om tot inschattingen te komen van het circulaire potentieel. In deze paragraaf beschrijven we beknopt de achtergrond hiervan.

#### Producteigenschappen

PM: toelichten in de workshop door experts bepaald.

#### Drijfveren voor benutting van het theoretisch potentieel

PM: Hoe drijfveren theoretische potentieel circulaire potentieel maakt. Tijdshorizon toevoegen

#### Circulair potentieel

PM: van benutting drijfveren naar circulair potentieel. Waar sta je nu met substitutie en wat is er nog meer mogelijk →dit opnemen in deze paragraaf. Totale benutting drijfveren

### 3.4 Rekenmodel: opschalen van voorbeeld productgroepen naar de hele Nederlandse economie

De vierde stap betreft het opschalen van de opgehaalde inzichten van experts en de behandelde productgroepen naar de volledige Nederlandse economie. Om deze vervolgens te vertalen naar nationale doelen. Dit vindt plaats in een viertal stappen:

1. Clustering productgroepen
2. Bepalen van de producteigenschappen van alle productgroepen in de database
3. Op basis van representativiteit de inzichten opschalen

#### 3.4.1 Clustering productgroepen

De gehele economie is voor dit project ingedeeld in veertien productgroepenclusters. De clustering van productgroepen is in overleg tussen beleidsmedewerkers van IenW, EZK en TNO opgesteld. Voor de indeling is gebruik gemaakt van SBI-codes. Dit is de standaard manier om de economie onder te verdelen. Bij het indelen van de clustering wordt uitgegaan van productgroepen (en ketens). De productgroepenclusters zijn gebaseerd op drie criteria:

1. De basissamenstelling van productgroepen zijn onderverdeeld in vier categorieën o.b.v. de belangrijkste grondstoffenstroom binnen de productgroep: (1) biomassa; (2) fossiele brandstoffen; (3) non-metaal mineralen; (4) metaal. Productgroepen waarvan de basissamenstelling binnen dezelfde categorie valt zijn geclusterd.
2. Er is gekeken in welke sector/keten een productgroep valt.

De productgroepenclusterindeling die wordt gehanteerd, is als volgt:

| #     | Naam cluster                                    | SBI codes  |
|-------|---|--|
| 1     | Voeding & landbouw                              | 10, 11, 12   |
| 2     | Textiel   | 13, 14, 15   |
| 3     | Hout & papier                                   | 16 (minus 1624), 17 (minus 17122, 1721)                |
| 4     | Chemische & farmaceutische producten            | 20, 201, 203, 205, 206                                 |
| 5     | Kunststoffen & rubber                           | 22, 221, 2221, 2223, 2229                              |
| 6 & 7 | Primaire metalen en verwerkte metaalproducten   | 24, 241, 244, 245, 25, 255, 256, 257, 259 (minus 2592) |
| 8     | Complexe elektrische en elektronische apparaten | 26, 261-265, 267                                       |
| 9     | Consumentenelektronica                          | 27, 271, 273-275, 32, 325, 329                         |
| 10    | Machines  | 281, 282, 289  |
| 11    | Voertuigen excl. auto's                         | 283, 284, 292, 30, 301, 302, 309                       |
| 12    | Auto's  | 291, 293   |
| 13    | Meubels   | 31   |
| 14    | B&U en GWW                                      | 23, 251, 41, 42, 43                                    |
| 15    | Verpakkingen                                    | 17122, 1721, 2222. 2592, 1624                          |

#### Achtergrond

Cluster 6 en 7 zijn gaandeweg het traject samengevoegd als cluster. De nummering van clusters is wel in stand gebleven (dus meubels was 12 en is 12 gebleven). De reden dat clusters 6 en 7 zijn samengevoegd heeft te maken met de nadrukkelijke verweving van deze twee ketens. Beide grondstoffen in deze clusters belanden in min of meer dezelfde eindproducten.

#### Achtergrond

De indeling die hier is gekozen staat los van de prioritaire sectoren en productgroepen zoals omschreven in het NPCE 2023-2030. Het belangrijkste argument hiervoor is dat deze methodiek de volledige Nederlandse economie becijfert. De prioritaire productgroepen uit het NPCE dekken niet de volledige Nederlandse economie af.

### 3.4.2 Producteigenschappen

Van alle productgroepen zoals opgenomen in de analyse (alle fysieke productgroepen) op GN6 code niveau hebben eigenschappen toegekend op de 12 producteigenschappen. Dit is door TNO uitgevoerd bij het opzetten van het model en geverifieerd door KplusV en CE Delft. Het gaat om de volgende eigenschappen:

- **Prijs** van het product / per eenheid
- **Gewicht** van het product / per eenheid
- **Hoofdbestanddeel**; fossiel, mineraal, metaal, biomassa
- **Stadium product**; grondstof, halffabricaat, eindproduct<sup>6</sup>
- **Technische levensduur**; de technische levensduur van het product
- **Dynamiek / trends**; snelheid waarmee het product *outdated* raakt
- **Paraatheid**; percentage van de tijd dat het product gereed moet staan om de functie te vervullen
- **Data beschikbaar**; data beschikbaarheid over samenstelling product en/of over gebruiksfase

<sup>6</sup> Deze eigenschap is een voorspeller voor andere eigenschappen (bv. paraatheid). Het is geen voorspeller voor een circulaire strategie

- **Gereed te maken voor volgend gebruik;** met minimale inspanning gereed te maken voor een volgende gebruiker
- **5+ onderdelen uit elkaar te halen;** bestaat het product uit minder dan 5 onderdelen en/of is het eenvoudig uit elkaar te halen
- **Dissipatie/slijtage;** treedt (significante) slijtage op van het product tijdens de levensfase van het product, dusdanig dat er sprake is van gewichtsverlies
- **Recycling<sup>7</sup>;** percentage van het gewicht van het product dat als gerecyclede content concurrerend kan worden afgezet ten opzichte van virgin grondstoffen

In bijlage 4 CPM methodiekbeschrijving is een nadere toelichting gegeven hoe tot de bepaling van producteigenschappen is gekomen.

De producteigenschappen zijn een voorspeller van het theoretische potentieel. Het bepalen van de twaalf producteigenschappen op alle ~5800 productgroepen leidt dus direct tot een berekende inschatting van het theoretische potentieel per circulaire strategie.

### 3.4.3 Opschalen inzichten op basis van representativiteit

De volgende stap is om de behandelde productgroepen in een cluster in een workshop te vergelijken met alle andere productgroepen in dat betreffende cluster. De vergelijking vindt plaats door naar de producteigenschappen te kijken en te bepalen hoeveel van de eigenschappen overeenkomstig zijn. Voor alle behandelde producten in de workshop wordt de overeenkomstigheid met alle andere productgroepen in het cluster bepaald. Op basis hiervan kan de benutting van het potentieel van de behandelde producten in de workshop worden gebruikt voor alle productgroepen in het cluster.

#### Voorbeeld

De productgroep winterjassen en de productgroep sokken zijn in het cluster textiel behandeld. Een winterjas heeft 8 van de 11 eigenschappen overeenkomstig met een zomerjurk en sokken 6 van de 11 eigenschappen. Hierdoor zijn de uitspraken over de winterjas voor 73% representatief voor de zomerjurk en van de sokken 55% representatief.

Vervolgens wordt het gewogen gemiddelde genomen van de benutting van het potentieel van de behandelde productgroepen. Dit wil zoveel zeggen dat uitspraken over behandelde productgroepen die sterk overeenkomstig zwaarder meetellen dan uitspraken over behandelde productgroepen die beperkt overeenkomstig zijn. Dit resulteert erin dat voor iedere productgroep voor iedere circulaire strategie een 'benutting potentieel' is berekend. Dit is gebaseerd op de uitspraken van expert over de behandelde productgroepen in de workshop.

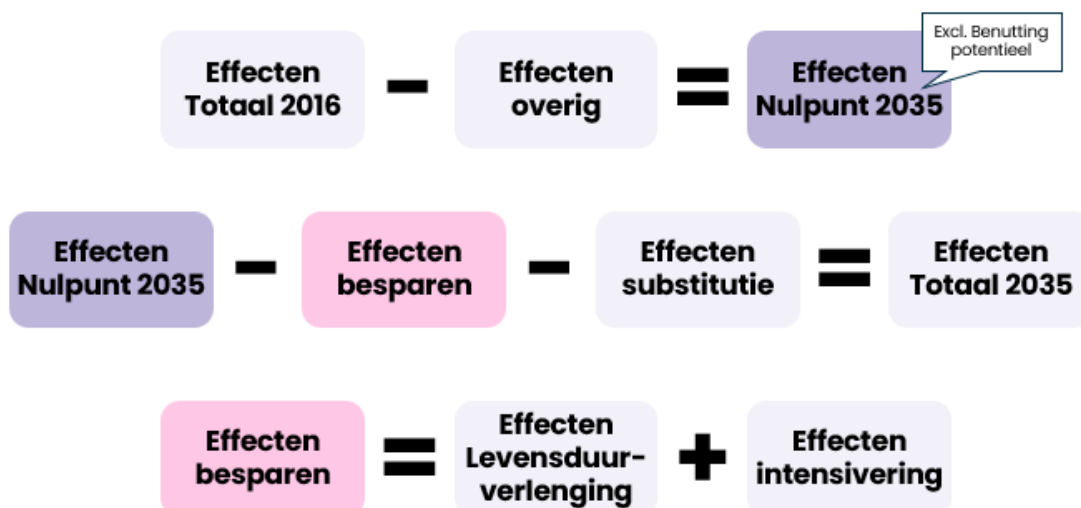
Deze 'benutting potentieel' wordt vermenigvuldigd met het theoretische potentieel van iedere productgroep. Zo ontstaat het circulaire potentieel van iedere productgroep.

## 3.5 Rekenmodel: milieueffecten van behalen van de circulaire doelen

De vier circulaire strategieën worden toegepast om de belasting op de aarde te verlagen. Daarom worden de milieueffecten van het behalen van de doelen inzichtelijk gemaakt. In deze studie zijn inschattingen gemaakt van de effecten op uitstoot van broeikasgassen, op landgebruik en watergebruik. De effecten worden berekend voor het basisjaar (2016) en voor de situatie in 2035. Hiervoor worden eerst de effecten berekend van het "nulpunt" in 2035. Dit

<sup>7</sup> Volgens de definitie en kadering zoals toegepast in de methodiek.

zouden de effecten in 2035 als de circulaire potentie niet benut zou worden. Vervolgens worden hier de effecten van benutten van het circulair potentieel vanaf getrokken om de effecten in 2035 te bepalen wanneer de circulaire doelen worden behaald.



Doel 1, besparen bestaat uit de circulaire strategieën levensduurverlenging en intensivering. Beide vermijden niet alleen de impact voor grondstoffengebruik, maar ook de impact van productie tot product. Voor de strategie substitutie (doel 2, behouden) wordt de impact voor grondstofgebruik vervangen door een lagere impact. De effecten van de strategie recyclen (doel 3, behouden) zijn in deze studie niet meegenomen om dubbeltelling tussen substitutie en recycling te voorkomen.

| Circulaire strategie | Materiaal | Productie |
|----------------------|-----------|-----------|
| Levensduurverlenging | ✓         | ✓         |
| Intensivering        | ✓         | ✓         |
| substitutie          | ✓         |           |

De effecten van de circulaire strategieën (vermeden impact) wordt berekend in 2 stappen. Eerst worden de impactfactoren berekend (het effect per volume) op clusterniveau berekend. In de tweede stap worden deze impactfactoren gekoppeld aan de bespaarde of vervangen volumes.



### Stap 1: impactfactoren

Voor elk cluster bepalen we impactfactoren per ton product. Dat gebeurt door selectie van proceskaarten met levenscyclusinformatie (LCI) van materialen en productieprocessen uit milieudatabases. Deze proceskaarten worden doorgerekend met de impactanalysemethoden voor klimaatimpact, landgebruik en watergebruik (Tabel 1). De factoren, zoals klimaat-effect (CO<sub>2</sub>-equivalenten) per ton product, geven aan wat er vermeden wordt door de circulaire strategieën.

## Stap 2: koppeling impactfactoren aan vermeden grondstof/producten

De impactfactoren worden gekoppeld aan de hoeveelheid vermeden materiaal/product, zoals bepaald via de CPM-methodiek.

**Tabel 1.** Toegepaste impactanalysemethoden voor berekening van de klimaatimpact, landgebruik en watergebruik.

| Milieu-impact-indicator | Omschrijving impactanalyse-methode  |
|-------------------------|---|
| Klimaatimpact           | 'Impact on climate change', ofwel het broeikasgaseffect, uitgedrukt in kilogrammen CO <sub>2</sub> -equivalent. Dit omvat de klimaatimpact van alle uitgestoten broeikasgassen, volgens onderzoek van het IPCC <sup>1</sup> .   |
| Landgebruik             | Hiervoor passen we de analysemethode 'Land use' toe, die landgebruik uitdrukt in m <sup>2</sup> , zoals beschikbaar in de overkoepelende analysemethode ReCiPe <sup>2</sup> . Het omvat de hoeveelheid land die nodig is voor productie, zoals landbouw, bosbouw of infrastructuur. Ook houdt de methode rekening met landgebruiksverandering die in de laatste 20 jaar heeft plaatsgevonden.   |
| Watergebruik            | Hiervoor passen we de analysemethode 'Water use' toe, die watergebruik uitdrukt in m <sup>3</sup> , zoals beschikbaar in de overkoepelende analysemethode ReCiPe <sup>2</sup> . Het gaat om de hoeveelheid zoetwater (oppervlaktewater, grondwater) dat wordt gebruikt voor teelt en productie. Dit wordt ook wel 'blauw watergebruik' genoemd. Niet inbegrepen is regenwater en water dat hergebruikt wordt in een gesloten systeem. |

## 4. Discussie en aanbevelingen

De methodiek zoals ontwikkeld door TNO en door KplusV en CE Delft gereed gemaakt voor dit project betreft een modelmatige vereenvoudiging van de complexe circulaire economie opgave. Gaandeweg de uitvoering van het project zijn diverse aandachtspunten aan het licht gekomen waar de CPM beter rekening mee moet kunnen houden. Onderstaand zijn de aanbevelingen gegeven om de methodiek door te ontwikkelen voor bijvoorbeeld een herijking van de doelen over een aantal jaar of ten behoeve van de inzet in de gesprekken met sectoren.

- **Substrategie ‘afwijzen’ en ‘efficiëntie in de keten’ inbouwen;** Het integreren van de strategieën ‘afwijzen’ en ‘efficiëntie in de keten’ is cruciaal om een completer beeld te krijgen van het circulaire potentieel.
- **Uitsplitsing hoogwaardige recycling en recycling algemeen;** Een onderscheid tussen hoogwaardige recycling en recycling algemeen in de CPM-methodiek is noodzakelijk om beleidsmaatregelen beter te richten en daadwerkelijke grondstofwaarden inzichtelijk te maken.
- **Producteigenschappen herijken;** Het is aan te bevelen om producteigenschappen zoals levensduur, recyclebaarheid en materiaaltype binnen de CPM-methode te herijken, inclusief heldere keuzeopties, zodat de eigenschappen beter aansluiten op alle productgroepen in de fysieke economie.
- **Gewicht tussen de producteigenschappen;** Door gewichten toe te kennen aan producteigenschappen wordt beter recht gedaan aan de werkelijke impact van elke eigenschap.
- **Mogelijkheid om sector/keten af te bakenen;** Het afbakenen van de CPM per sector en keten maakt gerichte effectmeting mogelijk, sluit beter aan bij sectorale dynamiek en vergroot de toepasbaarheid van circulaire beleidsmaatregelen in de praktijk.
- **Basisvolumes 2016 specificeren naar (economische) regio’s;** Specificeer het basisjaar 2016 per (economische) regio zodat provincies, regio’s en gemeenten eigen beleidskaders kunnen ontwikkelen, gericht kunnen monitoren en gericht kunnen sturen op circulaire doelstellingen passend bij hun lokale context.
- **Mogelijkheid voor simuleren scenario’s;** Het modelleren van meerdere scenario’s in de CPM, zoals ‘staand beleid’, ‘aanvullend beleid’ en ‘maximaal mogelijk’, biedt inzicht in beleidskeuzes, stimuleert adaptief handelen en ondersteunt het stellen van realistische doch ambitieuze doelen.
- **Effect op economische parameters inzichtelijk maken;** Het inzichtelijk maken van economische effecten en parameters van circulariteitsdoelen is essentieel om beleidskeuzes te onderbouwen, investeringen te optimaliseren en draagvlak te creëren voor een toekomstbestendige circulaire economie.

## Bijlage 1    Producteigenschappen

In totaal zijn er dus 11 producteigenschappen die een voorspeller zijn voor het circulaire potentieel:

1. Gemiddelde prijs product
2. Levensduur product
3. Volume/gewicht per product
4. Technische dynamiek
5. Paraat staan
6. Data beschikbaarheid
7. Gereed te maken voor volgend gebruik
8. Modulariteit
9. Dissipatief gebruik
10. Inschatting aandeel materialen in product dat op vergelijkbaar prijsniveau kan worden gerecycled ten opzichte van virgin/primair
11. Aanwezigheid fossiele grondstoffen in het (half)product?

### **Gemiddelde prijs product**

De orde van grootte van de prijs van het product is wellicht de belangrijkste eigenschap van elk product in een (circulair) economische analyse. De gemiddelde prijs kan door experts eenvoudig worden bepaald. Op macro-economisch niveau kan de gemiddelde prijs (zonder belastingen, subsidie of verkoopmarge) worden bepaald op basis van handelsstatistieken die prijs en aantal stuks vermelden. Voor goederen die in kg worden gerapporteerd wordt de prijs per kg aangehouden.

Deze eigenschap wordt voor het becijferen van potentie ingedeeld in vijf klassen, te weten (<1euro, <10EUR, <100EUR, <1000EUR, >1000EUR).

Voor intensiever gebruik van producten wordt aangenomen dat alleen producten van 100EUR of meer circulaire potentie hebben gericht op het streven naar een lange levensduur of intensiever gebruik via bijvoorbeeld het delen van goederen

De circulaire potentie voor duur product is hoog, maar daarentegen kan aangenomen worden dat die potentie al grotendeels is binnengehaald (oftewel: relatief weinig verbetering is te behalen). Juist goedkopere producten hebben een relatief lage potentie, en worden tot op heden nog simpelweg weggegooid en verbrand vanwege een lage prijs. Dat kan betekenen dat de relatieve groeipotentie nog hoog is: onder bepaalde regelgeving is er nog iets te winnen.

**Voorbeeldvragen:** Wat is de bandbreedte van prijzen van dit product? Is er een groot prijsverschil binnen deze productgroep? Hoe schat je de handelsmarge in dat door verkopende partij op het product wordt geheven?

### **Levensduur**

De levensduur van een product is een andere "usual suspect" als het gaat om het bepalen van circulaire potentie. In tegenstelling tot prijzen is de gemiddelde levensduur niet goed af te leiden uit publieke data. Slechts in academisch werk worden verdelingen gegeven van levensduren van producten (op basis van schattingen), officiële statistiek doet dit niet.

Deze eigenschap wordt voor het becijferen van potentie ingedeeld in vijf klassen (<1 jaar, 1-5 jaar, 5-10 jaar, 10-20 jaar, > 20 jaar).

Activiteiten gericht op het verlengen van levensduur worden nu al sterk toegepast als de gemiddelde levensduur van een product meer dan vijf jaar is.

**Voorbeeldvragen:** Wat is de bandbreedte van de levensduur van dit product? Zijn er gevallen waarin dit product veel langer of korter meegaat?

### **Volume/gewicht per product**

De fysieke omvang van goederen zal met name bepalend kunnen zijn voor de aantrekkelijkheid van deel-, leen- en verhuurplatforms. Hoe lichter een product, hoe makkelijker uitwisseling en bezorging kan plaatsvinden. Asset sharing van nietverplaatsbare producten is vanzelfsprekend ook mogelijk, maar dan in de vorm van ‘werkplaatsen’ of faciliteiten-biedende infrastructuur (zie bijvoorbeeld het gezamenlijk gebruik van 3D-printing-machines).

Deze eigenschap wordt voor het becijferen van potentie ingedeeld in vijf klassen (<1kg, 1-10kg, 10-100kg, 100kg-1000kg, > 1000kg).

Met dezelfde argumentatie als bij de relevantie van prijs, is de kans dat een lichter product een kleinere potentie heeft op het gebied van recycling groter dan een zwaarder product (omdat dat vaker al een goede recyclinginfrastructuur zal kennen).

Een zwaarder product zal in eerste aanzet ontworpen zijn en onderhouden worden ten behoeve van een lange levensduur. Per geval kan worden bekeken of door door robuuster ontwerpen deze levensduur nog verder verlengd kan worden.

**Voorbeeldvragen:** Wat is de bandbreedte van het gewicht voor dit product? Beïnvloedt het gewicht hoe je dit product gebruikt?

### **Technische dynamiek**

Deze eigenschap beschrijft de innovatiesnelheid van een product. De eigenschap beantwoordt de vraag: na hoelang heeft een nieuw artikel functies die het gebruik van oudere versies onpraktisch maken (uitgezonderd hobbyisme)? Als er snel significante technische veranderingen plaatsvinden beïnvloeden deze de economische levensduur en daarmee (in negatieve zin) de businessmodellen die verlenging van levensduur nastreven. Indien kosten van een dergelijk product hoog genoeg zijn, kan een kort-cyclisch product wel aanleiding geven tot businessmodellen waarin gebruik en niet eigendom centraal staan.

Deze eigenschap wordt voor het becijferen van potentie ingedeeld in vier klassen (10 jaar). Een lage dynamiek duidt op potentie voor langer gebruik. Een hoge dynamiek duidt op potentie voor intensiever gebruik.

**Voorbeeldvragen:** Hoe snel wil je als gebruiker een geheel nieuw product dat het oude vervangt?

### **Paraat staan**

Deze eigenschap beantwoordt de vraag welk gedeelte van de tijd een product voor gebruik paraat moet staan of in gebruik is. Hierbij wordt “paraat staan” vergeleken met de tijd die verstrijkt tussen de keuze om een product te gebruiken en het daadwerkelijke gebruik. Een koelkast is bijvoorbeeld vrijwel constant in gebruik. Een matras is slechts een derde deel van de dag in gebruik, maar moet wel paraat staan omdat het (met de huidige technologie) niet geleverd kan worden in de periode waarin men besluit om te gaan slapen. Die periode is bovendien voor veel mensen hetzelfde: de nacht. Een auto wordt minder vaak geacht paraat te staan, omdat ICT het in toenemende mate mogelijk maakt om de tijd tussen het plannen van gebruik en het gebruik te verkorten.

Deze eigenschap wordt voor het becijferen van potentie ingedeeld in vier klassen (<80%, 30-80%, 5-30%, <5%). Een hoog percentage van vereist paraat staan duidt op potentie voor een langere levensduur. Een laag percentage duidt op potentie voor intensiever gebruik.

**Voorbeeldvragen:** Zijn er situaties denkbaar waarin je altijd direct van het product gebruik wil maken? Als het product niet wordt gebruikt, zou een ander er dan redelijkerwijs gebruik van kunnen maken?

### **Is er data beschikbaarheid van het product, zowel uit productiefase als gebruiksfase?**

De beschikbaarheid van data staat aan de basis om producten slimmer te gebruiken in een samenleving en in de industrie. In de industrie neemt bijvoorbeeld de interconnectiviteit

tussen apparatuur sterk toe en komen gegevens beschikbaar die onderhoud vereenvoudigen en dus een effect op de levensduur (kunnen) hebben. Er wordt daarnaast aangenomen dat de beschikbaarheid van materiaalpaspoorten (of in ieder geval een grondig inzicht in de materiaalsamenstelling van een product) een belangrijk hulpmiddel is voor de waardebehoud van een product en de gebruikte grondstoffen. Indien data beschikbaar is over de productie of gebruik fase duidt dit altijd op aanwezigheid van circulaire potentie.

**Voorbeeldvragen:** Wordt er reeds data gegenereerd tijdens het gebruik? Is het praktisch denkbaar (prijs daargelaten) dat sensoriek kan worden ingezet om het gebruik te volgen?

### **Is een product in principe gereed te maken voor gebruik door ander persoon/huishouden?**

Gereed maken voor gebruik door een ander kan in tal van activiteiten liggen die een product weer aantrekkelijk kunnen maken voor hergebruik of commerciële tweedehandshandel. Dit kan bijvoorbeeld gaan om het schuren van een houten bouw materiaal, het reinigen van een passagiersstoel, het resetten van gebruikersinstellingen (“stellen van je zadel”), het plaatsen van een onderdeel met andere eigenschappen etc. Het gereed kunnen maken voor gebruik door anderen duidt altijd op aanwezigheid van circulaire potentie voor langer gebruik en intensivering. Voor recycling is dit een eigenschap die niet relevant is.

Het verschil tussen de ‘theoretische’ potentie en de mate waarin die is geogst zal gerelateerd zijn aan de kosten van dit gereedmaken en de vraag of dat marktconform is in verhouding tot de aanschaf van nieuwe producten.

**Voorbeeldvragen:** Kan het product (grondig) worden gereinigd met huidige technieken? Hoe eenvoudig is het om de kosten van reiniging te bepalen, teneinde te beoordelen of reiniging de moeite waard is?

### **Modulariteit: is het product in minstens in 5 onderdelen uit elkaar te halen door mens of machine?**

Modulaire producten lenen zich beter voor reparatie, voor remanufacturing en voor refurbishment. Modulaire opbouw van producten kan ook veel betekenen voor ontwerp-processen, waarbij bij nieuwe generaties producten rekening wordt gehouden met modules uit voorgaande generaties. Het getal vijf is gekozen op basis van expert-judgement van mensen die bekend zijn met de huidige recyclingpraktijk. Het ontwerp van professionele copiers is hiervan een voorbeeld. In die zin leidt modulariteit ook tot standaardisatie van onderdelen, en daarmee tot de mogelijkheid lange garanties op onderdelen te geven. Modulariteit duidt altijd op aanwezigheid van circulaire potentie voor langer gebruik en intensivering.

Voor recycling is modulariteit een eigenschap die kan leiden tot een hogere potentie van recycling, omdat onderdelen die in een recyclingproces niet compatibel zijn al vóór dat proces van elkaar gescheiden kunnen worden.

Modulariteit kan in een technisch ontwerp in verschillende hoofdvormen worden onderscheiden. De zes meest gebruikte assemblagevormen zijn: schroeven, lijmen, klikken, lassen, weerstand/zwaartekracht, binden/plakken. Deze verdiepingsslag kan in de workshop worden gebruikt en geeft in feite een blik op de onderliggende waarde van het toepassen van de Vingerafdrukmethode: het gezamenlijk identificeren van de meest relevante eigenschappen van een product en de implicatie

**Voorbeeldvragen:** Kan het product uit elkaar gehaald worden? Is lijm, schroeven, spijkers, wrijving, een lasnaad of druk gebruikt om onderdelen te verbinden? Zou een machine effectiever demonteren dan een mens met gereedschap?

### **Is er sprake van dissipatief gebruik?**

Producten die gebruikt worden kunnen hooguit tot recycling leiden. Dissipatieve producten leiden (zelfs) niet tot de mogelijkheid om gerecycled te worden.

**Voorbeeldvragen:** Zijn er onderdelen die gebruikt worden of slijten gedurende de levensduur?

### **Inschatting aandeel materialen in product dat op vergelijkbaar prijsniveau kan worden gerecycled ten opzichte van virgin/primair**

Deze vraag wordt gesteld om de recycleerbaarheid te vatten, een brede en gecompliceerde eigenschap. De mate waarin gerecycled kan worden hangt immers ten dele af van economische omstandigheden en inzicht in de stand der techniek. Recyclingsmogelijkheden worden gekarakteriseerd door:

- De verdunningsgraad van de verschillende materialen in het product; op basis van samenstellingsgegevens van elk product zou hier inzicht in kunnen worden verschaft.
- De mate waarin infrastructuur en technologie t.b.v. recycling van de verschillende materialen al bestaat of ontwikkeld zou kunnen worden (op basis van expert-opinies).
- De mate waarin een inzamelings- en collectie-infrastructuur is ontwikkeld.
- De aanwezigheid van Zeer Zorgwekkende Stoffen (ZZS) in de producten. In het LAP3 staan richtlijnen uitgewerkt voor bedrijven die restproducten willen verwerken waarin mogelijk ZZS aanwezig zijn. De aanwezigheid van ZZS is dus in sterke mate bepalend voor de huidige mate van recycling, maar ook voor de aantrekkelijkheid van additionele recycling.

Voor de huidige methodiek kiezen we ervoor de prijs van het resulterend recyclaat mee te nemen in de analyse. De prijs is hiermee een proxy voor de kwaliteit van het product en in zeker zin zelfs de mate van entropie: hoe lager de prijs, hoe hoger de entropie ("chaos", "vermenging"). Voor de business case van afvalverwerking is de prijs van recyclaat van groot belang. Om die reden wordt het acceptabel geacht om potentie voor recycling geheel terug te voeren op de opbrengst van secundaire grondstoffen. Naast de commercieel levensvatbare prijs van recyclaat is de enige andere reden voor recycling gelegen in het maatschappelijk onacceptabel worden geacht van het niet recyclen van bepaalde producten, in dat geval is een toestroom aan publiek geld het gevolg. Deze eigenschap wordt voor het becijferen van potentie ingedeeld in vijf klassen die de prijs van recyclaat t.o.v. virgin uitdrukken (0%, 0-5%, 5-20%, 20-50%, > 50%). Deze eigenschap is niet relevant voor levensduur verlengen of intensiever gebruiken.

Een hogere waarde van recyclaat duidt altijd op een groter potentieel voor recycling. Tegelijk kan die hogere waarde ook betekenen dat onder de huidige omstandigheden een groot gedeelte van die potentie al is bereikt.

**Voorbeeldvragen:** Hoe kan de prijs worden bepaald van het recyclaat, als (onderdelen van) het product wordt gerecycled? Hoe eenduidig is de prijs van de vergelijkbare primaire grondstof? Is het mogelijk om het product te maken van (gedeeltelijk) secundaire grondstoffen?

### **Aanwezigheid fossiele grondstoffen in het (half)product?**

De (significante) aanwezigheid van fossiele grondstoffen (op olie gebaseerde grondstoffen) die in het product zijn verwerkt. De strategie van substitutie is vooral gericht op het vervangen van onwenselijke grondstoffen door meer duurzame alternatieven.



# Belangrijke vraagstukken schreeuwen om werkende oplossingen.

› **Wij ontwikkelen ze.**

## Contactpersoon:

Niels Ahsmann  
T +31 6-27085537

## KplusV

T +31 20-6699066

[info@kplusv.nl](mailto:info@kplusv.nl)

[www.kplusv.nl](http://www.kplusv.nl)

**Amsterdam • Arnhem • Rotterdam • Groningen**



**Verschil zien, verschil maken**

