



Planbureau voor de Leefomgeving

OP WEG NAAR EEN ROBUUSTE MONITORING VAN DE CIRCULAIRE ECONOMIE

Resultaten-2019 van het Werkprogramma
Monitoring en Sturing Circulaire Economie

Policy Brief

Anne Gerdien Prins en Trudy Rood

30 januari 2020

PBL

Colofon

Op weg naar een robuuste monitoring van de circulaire economie. Resultaten-2019 van het Werkprogramma Monitoring en Sturing Circulaire Economie

© PBL Planbureau voor de Leefomgeving
Den Haag, 2020

PBL-publicatienummer: 3808

Contact

annegerdien.prins@pbl.nl

Auteurs

Anne Gerdien Prins en Trudy Rood

Met bijdragen van

Roel Delahaye (CBS), Krista Keller (CBS), Vincent van Straalen (CBS), Niels Schoenaker (CBS) Adam Walker (CBS), Jocelyn van Berkel (CBS), Janneke van Oorschot (CML), Ester van de Voet (CML), Maikel Kishna (PBL), Johannes Lijzen (RIVM), Eveline Rijksen (RIVM), Michiel Zijp (RIVM), Julia Verhoeven (RIVM), Kees Kwant (RVO) en Elmer Rietveld (TNO).

Met dank aan

Aldert Hanemaaijer, Marjon Kooke (PBL) en de betrokkenen van de kennisinstellingen uit het samenwerkingsverband voor hun waardevolle opmerkingen bij de totstandkoming van dit rapport.

Supervisie

Frank Dietz

Redactie figuren

Beeldredactie PBL

Eindredactie en productie

Uitgeverij PBL

Delen uit deze publicatie mogen worden overgenomen op voorwaarde van bronvermelding: Prins, A.G. & T. Rood (2020), Op weg naar een robuuste monitoring van de circulaire economie. Resultaten-2019 van het Werkprogramma Monitoring en Sturing Circulaire Economie, Den Haag: PBL.

Het Planbureau voor de Leefomgeving (PBL) is het nationale instituut voor strategische beleidsanalyses op het gebied van milieu, natuur en ruimte. Het PBL draagt bij aan de kwaliteit van de politiek-bestuurlijke afweging door het verrichten van verkenningen, analyses en evaluaties waarbij een integrale benadering vooropstaat. Het PBL is voor alles beleidsgericht. Het verricht zijn onderzoek gevraagd en ongevraagd, onafhankelijk en wetenschappelijk gefundeerd.



Monitoring en Sturing Circulaire Economie

Dit rapport is tot stand gekomen in het kader van het Werkprogramma Monitoring en Sturing Circulaire Economie 2019-2023. Dit werkprogramma is een samenwerkingsverband van het Centraal Bureau voor de Statistiek (CBS), Centrum voor Milieuwetenschappen Leiden (CML), het Centraal Planbureau (CPB), het Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM), RVO.nl, Rijkswaterstaat en TNO onder leiding van het Planbureau voor de Leefomgeving (PBL). Het kabinet streeft naar een volledig circulaire economie in 2050. Het doel van het werkprogramma is om de door het kabinet uitgezette koers naar 2050 te kunnen monitoren en te evalueren en de overheid te voorzien van de kennis die nodig is voor de vormgeving of bijsturing van beleid. Meer informatie over het Werkprogramma Monitoring en Sturing Circulaire Economie is te vinden op <https://www.pbl.nl/monitoring-circulaire-economie>

Inhoud

BEVINDINGEN	7
Inleiding	7
Eerste jaar van het Circulaire Economie-consortium	7
Stappen naar een robuuste monitoring en sturing	8
Conclusies na een jaar onderzoek: monitoring op onderdelen	9
VERDIEPING	12
1 Inleiding	12
1.1 Leeswijzer	13
2 Wat we willen weten	14
2.1 Doelen van de circulaire economie	14
2.2 Kader voor monitoren en sturen	15
2.3 Monitoring van transitieprocessen	16
2.4 Aangrijpingspunten voor sturing	18
2.4.1 Verschillende strategieën binnen een circulaire economie	18
2.4.2 Meten op verschillende aggregatieniveaus	20
2.5 Een set kernindicatoren	20
2.5.1 Kernindicatoren voor Effecten	21
2.5.2 Kernindicatoren voor Transitieproces	24
2.5.3 Monitoren en sturen met best beschikbare data	25
3 Monitoring transitieproces	26
3.1 Beschikbare middelen van de Rijksoverheid voor circulaire-economie-innovaties bij bedrijven	26
3.1.1 Wet Bevordering Speur- en Ontwikkelingswerk	26
3.1.2 Subsidies en regelingen voor marktintroductie	28
3.2 Circulair inkopen: cases kantoormeubilair en wegen	29
3.3 Waar zijn de acties in de beleidsprogramma's en transitieagenda's op gericht?	33
4 Monitoring van effecten	34
4.1 Materialen	34
4.1.1 Gebruik van materialen	34
4.1.2 Inzet secundaire materialen	36
4.1.3 Aangrijpingspunten voor efficiënter materiaalgebruik	37
4.1.4 Twee cases: voorraden in elektronica & elektriciteitssysteem	37
4.2 Leveringsrisico van kritieke materialen	40
4.2.1 Diverse oorzaken leveringsrisico's	40
4.2.2 Risico's op de korte en lange termijn	41
4.2.3 Impact op sectoren in de Nederlandse economie	41

5	Naar een robuuste monitoring en sturing: vervolgstappen	43
5.1	Inleiding	43
5.2	Zicht op het transitieproces	43
5.3	Inzicht in materiaalgebruik en -voorraden	44
5.3.1	Materialen in beeld	44
5.3.2	Inzet van secundair materiaal	45
5.3.3	Gebruik en uitstroom van voorraden	46
5.3.4	Zeer zorgwekkende stoffen in materialen	46
5.3.5	Een indicator voor waardebehoud	47
5.3.6	Grondstoffeninformatiesysteem: alle informatie bij elkaar	47
5.4	Inzicht in effecten en doelbereik	48
5.4.1	Monitoren van milieudruk door grondstoffengebruik	48
5.4.2	Leveringszekerheid	49
5.4.3	Economische effecten	50
5.5	Afsluitend	51
	Begrippenlijst	53
	Referenties	54
	Bijlage	57

BEVINDINGEN

Inleiding

Circulaire economie om milieudruk en leveringsrisico's te verlagen

De hoeveelheid grondstoffen die wereldwijd wordt gebruikt, is in de afgelopen eeuw verachtvoudigd. Naar verwachting zet de trend van meer materiaalgebruik door. Dit heeft een toenemende milieudruk tot gevolg, wat leidt tot klimaatverandering, biodiversiteitsverlies en uitputting en aantasting van natuurlijk kapitaal. Door de toenemende vraag naar grondstoffen wordt ook het risico groter dat die stoffen niet altijd leverbaar zijn. Het kabinet streeft daarom naar een volledig circulaire economie in 2050, en heeft voor 2030 een tussendoelstelling geformuleerd: halvering van het gebruik van 'abiotische primaire grondstoffen'. Naast minder milieudruk en minder leveringsrisico's wil het kabinet met een circulaire economie ook economische vernieuwing stimuleren. Met beleid voor een circulaire economie beoogt de Rijksoverheid de transitie naar een circulaire economie te stimuleren. Om een vinger aan de pols te houden en met beleid tijdig te kunnen sturen is het van belang deze transitie te monitoren.

Monitoring en sturing van de transitie naar een circulaire economie nodig

Het kabinet heeft het PBL gevraagd kennis te ontwikkelen die nodig is om de transitie naar een circulaire economie te kunnen volgen en te sturen. Deze kennis wordt ontwikkeld in het *Werkprogramma Monitoring en Sturing Circulaire Economie 2019-2023* in samenwerking met het Centraal Bureau voor de Statistiek (CBS), het Centrum voor Milieuwetenschappen Leiden (CML), het Centraal Planbureau (CPB), het Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM), RVO.nl, Rijkswaterstaat, TNO en de Universiteit Utrecht (UU). Deze organisaties hebben de krachten gebundeld in een consortium om de komende jaren kennis te ontsluiten die de overgang naar een circulaire economie moet ondersteunen. Inmiddels is er een jaar onderzoek gedaan en zijn er een aantal resultaten geboekt en inzichten verkregen. In deze rapportage belichten we deze eerste resultaten.

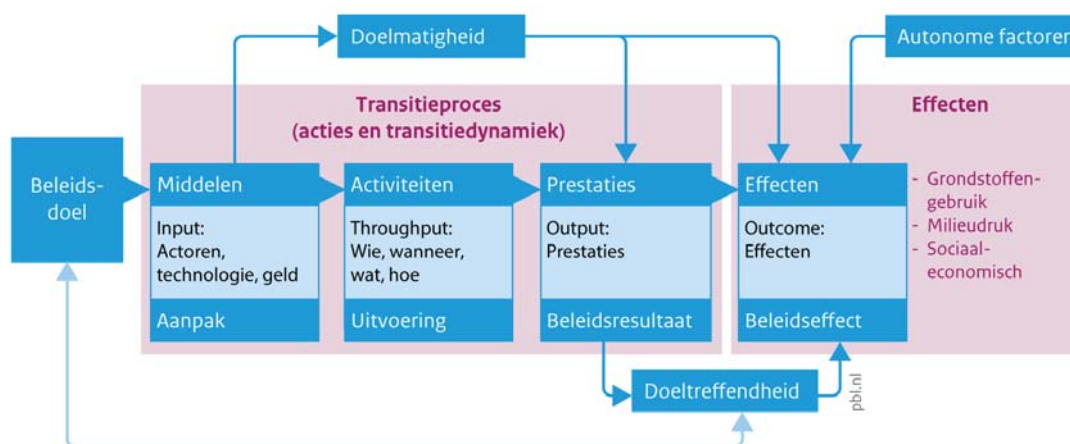
Eerste jaar van het Werkprogramma Monitoring en Sturing Circulaire Economie

Het Circulaire Economie-consortium heeft het afgelopen jaar verkend welke kennis er nodig is om de transitie te kunnen sturen; zie ook het beleidsevaluatiekader in figuur 1. Zo is informatie nodig over het transitieproces, zoals over de benodigde (extra) financiële middelen voor circulaire activiteiten door bedrijven of overheden. Ook is informatie nodig over de beoogde effecten van een meer circulaire economie, zoals afnemende milieudruk en afnemende leveringsrisico's van grondstoffengebruik. Al met al blijkt er veel kennis nodig te zijn om uitspraken te kunnen doen over de voortgang naar een circulaire economie en over de effecten van het beleid (zie ook paragraaf 1.3).

Daarnaast hebben de onderzoeken in het kader van het werkprogramma de eerste resultaten opgeleverd over bepaalde onderdelen van de beoogde transitie. Zo is er kennis opgedaan over een deel van de overheidsmiddelen en activiteiten (Transitieproces in figuur 1), over het gebruik van grondstoffen en materialen en over leveringsrisico's als een van de relevante socio-economische ontwikkelingen (Effecten in figuur 1). In paragraaf 1.4 bespreken we de belangrijkste conclusies uit deze onderzoeken.

Figuur 1

Beleids-evaluatiekader voor monitoring en sturing van transitie naar circulaire economie



Bron: Algemene Rekenkamer 2005; bewerking PBL

Stappen naar een robuuste monitoring en sturing

Zoals we al zeiden is er veel informatie nodig om aan te geven of de doelstellingen naar verwachting bereikt worden en informatie te kunnen geven over mogelijke beleidsalternatieven. Oftewel: er moet nog veel kennis worden verzameld om een robuust monitorings- en sturingsstelsel op te kunnen zetten.

Er is bijvoorbeeld informatie nodig over het huidige gebruik van grondstoffen, materialen en producten om te kunnen monitoren of dat gebruik verandert. Over dat huidige gebruik ontbreekt nog veel informatie, zoals de hoeveelheid materialen die nu in de maatschappij (in de vorm van voorraden) aanwezig is, bijvoorbeeld in gebouwen, elektronische apparaten, windmolens en dergelijke. Ook is onduidelijk wanneer die bouwwerken en producten worden gesloopt of afgedankt en de materialen vrij kunnen komen voor secundair gebruik. En op de kwaliteit van die vrijkomende materialen is ook nog weinig zicht, terwijl die kwaliteit mede bepaald of en voor welk product de grondstoffen, materialen en (onderdelen van) producten kunnen worden hergebruikt. Bepaalde stoffen kunnen namelijk gezondheids- of milieuroisic's veroorzaken bij het opnieuw gebruiken van materialen. Bovendien wordt de kwaliteit bepaald door het ontwerp van een product. Verlijming of het mixen van materialen beperken namelijk de recyclingsmogelijkheden (zie ook paragraaf 1.4).

Ook is meer informatie nodig over de effecten op milieudruk en socio-economische ontwikkelingen van beleidsacties.

Daarnaast heeft de overheid behoefte aan kennis over het transitieproces zelf. Dergelijke informatie biedt aanknopingspunten voor beleid om de transitie naar een circulaire economie te stimuleren. Het gaat dan om informatie over onderwerpen als: welke activiteiten ondernemen bedrijven, wat doen regionale overheden, waarin wordt geïnvesteerd, wordt er voldoende kennis ontwikkeld, en waar zitten belemmeringen in regelgeving of gevestigde belangen van bedrijven in de weg.

Om slim te kunnen sturen heeft de overheid ook kennis nodig over de effectiviteit van beleidsinstrumenten, zoals ecodesign voor een circulair ontwerp, het Versnellingshuis voor circulaire bedrijfsactiviteiten en MPG (milieuprestatie van gebouwen) voor ander

materiaalgebruik. Gereedschappen zoals modellen en scenario's zijn noodzakelijk om die effectiviteit te meten of in te schatten, om zo de haalbaarheid van beleidsdoelen in de gaten te houden en het effect van beleidsopties te kunnen analyseren. Daarnaast blijven specifieke beleidsevaluaties nodig om van uitgevoerd beleid te kunnen leren wat wel en wat niet (goed) werkt.

Tot slot wijzen we erop dat de circulaire-economietransitie een zeer uitgebreide en brede kennisbasis vergt die meerdere vakgebieden en thema's omvat. Meer circulair produceren en consumeren kent immers verschillende condities en omstandigheden per productgroep (zoals elektronica), per thema (bijvoorbeeld de bouw) of per regio (bijvoorbeeld een provincie of het chemiecluster Chemelot in Limburg). Beleid dat beoogt een circulaire economie dichterbij te brengen, zal daarom naar productengroepen, thema's en regio's moeten worden gedifferentieerd.

Al deze vragen tezamen maken het opzetten van een kennisbasis voor een circulaire economie een complexe onderneming.

Conclusies na een jaar onderzoek: monitoring op onderdelen

Hieronder presenteren we enkele conclusies uit de onderzoeken van het afgelopen jaar. Aangezien het hier alleen gaat om de resultaten van het eerste jaar van het Werkprogramma (2019) kunnen we in deze rapportage nog geen uitspraken doen over de voortgang van de transitie naar een circulaire economie.

Transitieproces

Relatief klein deel overheidsbudget voor stimulering innovatie en marktintroductie gaat naar circulaire-economieprojecten

Met financiële middelen, zoals subsidies en fiscale vrijstellingen, en een breed scala aan ondersteunende programma's, stimuleert de Rijksoverheid bedrijven meer circulair te werk te gaan. RVO heeft van de Rijksoverheid de verantwoordelijkheid gekregen voor een groot deel van deze instrumenten. Twintig daarvan zijn relevant voor de transitie naar een circulaire economie. Bedrijven kunnen met ondersteuning van financiële regelingen onderzoeksactiviteiten ten behoeve van een circulaire economie ontplooiën of innovatieve bedrijfsmiddelen aankopen. Voorbeelden van de 'RVO-instrumenten' zijn de Wet Bevordering Speur- en Ontwikkelingswerk (WBSO), de regeling milieu-investeringsaftrek (MIA) en de regeling Willekeurige afschrijving milieu-investeringen (VAMIL). Bij deze twee regelingen gaat 3,2 procent (WBSO) en 16 procent (MIA/VAMIL) van dat budget naar circulaire-economie-gerelateerde projecten of bedrijfsmiddelen. In die circulaire-economieprojecten wordt naast overheidsgeld ook privaat geld gestoken. Ter vergelijking: in het geval van de WBSO is de private investering vier tot vijf keer zo hoog als de overheidsbijdrage.

Bij ruim de helft van de overheidsinkopen van kantoormeubilair en wegen is aandacht voor circulariteit, maar de potentiële effecten worden nauwelijks gerealiseerd

In 2017 en 2018 was in meer dan de helft van de overheidsinkopen voor kantoormeubilair en wegen aandacht voor hergebruik, recycling of een andere circulaire strategie, om zo efficiënter om te gaan met grondstoffen en materialen en de milieudruk te verminderen. Met alle 'circulaire' overheidsinkopen wil het kabinet per jaar 1 megaton broeikasgasemissies minder uitstoten dan het geval zou zijn geweest bij reguliere overheidsinkopen. In potentie

kan er bij de productgroepen kantoormeubilair en wegen ongeveer 0,6 megaton CO₂-eq en bijna 12 miljoen ton materiaal per jaar worden vermeden.

Het effect van de circulaire inkoop van kantoormeubilair en wegen in 2017 en 2018 is echter klein: bijna 0,3 miljoen ton per jaar vermeden materiaalgebruik en 0,027 megaton vermeden CO₂-eq. Redenen voor dit kleine effect zijn een kleine omvang van de circulaire aankoop en de matige waarborging van beoogde effecten. Bij kantoormeubilair is het bijvoorbeeld de bedoeling om dat meubilair langer te gebruiken. Maar of het meubilair echt langer gebruikt wordt, is nog maar de vraag, omdat er binnen de organisatie vaak niets concreets over is vastgelegd. Hetzelfde geldt wanneer in het contract meer wordt verwacht van onderhoud om een langere levensduur te behalen. Zonder monitoring in de organisatie is het de vraag of dit daadwerkelijk tot vermeden materiaal of broeikasgasemissies zal leiden. Hierdoor wordt er – ondanks de aandacht voor circulaire strategieën bij ruim de helft van de aanbestedingen – een groot deel van het potentieel op dit moment niet verzilverd. Meetbaarheid en borging van langere levensduur door maatregelen zoals extra onderhoud en reparatie, zijn hiervoor essentieel.

Meer acties in het Uitvoeringsprogramma gericht op reparatie en hergebruik

In 2019 heeft de overheid samen met andere partijen in het *Uitvoeringsprogramma Circulaire Economie* beduidend meer aandacht voor circulariteitsstrategieën zoals reparatie en hergebruik, dan ze in 2016 had (in het *Rijksbrede Programma Circulaire Economie*). De genoemde acties vallen vooral onder de prioritaire thema's Consumptiegoederen en Bouw. Reparatie en hergebruik van onderdelen vragen meestal minder materialen en veroorzaken minder milieudruk dan de circulaire strategieën recycling en verbranding waarvoor in het Rijksbrede programma Circulaire Economie veel aandacht was. Voor de circulaire economie betekent deze verschuiving dus een positieve ontwikkeling. Een kanttekening is overigens dat een groter aantal acties die zich richten op reparatie en hergebruik niet per se meer effect hoeft te hebben dan één enkele actie; er is dus nader onderzoek nodig om te weten wat het daadwerkelijke effect is op grondstoffengebruik en milieudruk.

Effecten

Efficiëntie materiaalgebruik toegenomen tussen 2014 en 2016, maar absolute omvang materiaalgebruik blijft gelijk

In 2016 is in Nederland 454 miljard kilo materialen verwerkt en dat is ongeveer evenveel als in 2014. Bijna de helft van deze materialen gaat na bewerking naar het buitenland via de export van producten en halffabricaten.

In vergelijking met andere EU-landen is het materiaalgebruik voor eigen gebruik in Nederland per inwoner lager dan gemiddeld. Dit komt vooral doordat we in Nederland de infrastructuur efficiënt kunnen gebruiken. Voor infrastructuur (zoals wegen en spoorrails) is veel materiaal nodig, maar door de hoge bevolkingsdichtheid in Nederland worden die zeer intensief gebruikt.

Ook heeft Nederland per euro bbp relatief weinig materiaal nodig voor alles wat hier wordt gebruikt en geconsumeerd. Dit komt vooral doordat er in Nederland veel diensten worden geleverd, waarvoor minder materiaal nodig is dan voor de productie van fysieke goederen. Door de groei van de economie is in 2016 het aantal verdiende euro's bbp per kilo materialen met 4 procent toegenomen ten opzichte van 2014 (oftewel de materiaalefficiëntie is verder toegenomen).

Nederland koploper in gebruik secundair materiaal

Nederland behoort internationaal bij de koplopers wat betreft het gebruik van secundaire materialen. Onder secundair materiaal verstaan we al het afval en bijproducten die weer als

materiaal in het productieproces worden ingezet. Binnen de EU-28 neemt Nederland zelfs de koppositie in.

Halveringsdoel voor 2030 kan niet volledig worden behaald met meer secundaire materialen

Het aanbod van secundaire materialen is echter bij lange niet voldoende om de huidige inzet van primaire grondstoffen in Nederland te vervangen. De inzet van secundaire materialen bedraagt 13 procent van het totale materiaalgebruik. Verbetering van dit percentage is mogelijk maar wordt beperkt doordat een deel van de materialen nooit kan worden hergebruikt omdat het wordt opgegeten, verbrand of geëxporteerd via halffabricaten of producten. Daarnaast wordt een deel gebruikt in producten met een lange levensduur – zoals woningen – waardoor deze materialen niet beschikbaar zijn voor de huidige woningbouwopgave.

Of het halveringsdoel in 2030 zal worden gehaald, is op basis van deze beperkte informatie niet te zeggen. Wel laat het onderzoek zien dat het halveringsdoel niet volledig kan worden behaald met het gebruik van meer secundair materiaal. Er zullen ook acties nodig zijn die bijvoorbeeld efficiënter materiaalgebruik, langere levensduur van producten en gebruik van hernieuwbare duurzame grondstoffen stimuleren.

Investerings zijn nodig om de inzet van secundair materiaal te verbeteren

Materialen die uit de voorraad vrij komen, zijn niet zonder meer direct te gebruiken als secundair materiaal. Afgelopen jaar hebben we de voorraden van twee cases onderzocht, te weten het elektriciteitssysteem en elektronica. De conclusie uit beide cases is dat deze voorraden in de maatschappij kansen bieden voor een circulaire economie: zowel het elektriciteitssysteem als de elektronica bevatten materialen voor hergebruik en recycling. De materialen zijn echter niet allemaal even eenvoudig secundair te gebruiken. Zo liggen ongebruikte elektriciteitskabels met relevante hoeveelheden koper en aluminium vaak op een ontoegankelijke plek onder de grond. Bovendien zijn op dit moment veel kritieke metalen verwerkt in legeringen, of in complexe producten waarin zij in lage concentraties voorkomen, wat recycling lastig en duur kan maken. Ook een eventuele (eerdere) toevoeging van gevaarlijke, zogenoemde zeer zorgwekkende stoffen kan ervoor zorgen dat materialen lastig zijn te recyclen. Essentieel zijn daarom investeringen in geschikte hergebruik- en recyclingroutes voor hoogwaardige secundaire productie en circulair materiaal- en productontwerp. Ontwerp speelt voor bijvoorbeeld windmolens, zonnepanelen en elektrische auto's juist nu een belangrijke rol om ervoor te zorgen dat de materialen op de lange termijn weer opnieuw kunnen worden gebruikt en niet de recycling ervan frustreren.

Leveringsrisico's voor maakindustrie, energietransitie en elektronica

Voor met name de maakindustrie zijn er leveringsrisico's omdat die afhankelijk is van zeldzame aardmetalen, kobalt, wolfram, tantaal, tin en indium. Dit zijn zogenoemde kritieke metalen; dat wil zeggen dat er een groot risico is dat de levering stopt en dat ze van economisch belang zijn. Ze worden bijvoorbeeld toegepast in machines, onderdelen van transportmiddelen en elektronica. Bovendien zijn sommige kritieke metalen – zoals zeldzame aardmetalen (neodymium, terbium, dysprosium en praseodymium), zilver, kobalt en iridium – noodzakelijk in producten voor de energietransitie, zoals zonnepanelen, groene waterstof en batterijen van elektrische auto's.

VERDIEPING

1 Inleiding

De hoeveelheid grondstoffen die wereldwijd wordt gebruikt, is in de afgelopen eeuw verachtvoudigd. Inkomensgroei en de toename van de bevolking zijn hiervan de belangrijkste oorzaken. Naar verwachting zet deze trend in de komende decennia door. Zonder aanvullend beleid leidt dit tot toenemende milieudruk, zoals emissies van broeikasgassen, stikstof of PFAS, wat op zijn beurt weer leidt tot klimaatverandering, biodiversiteitsverlies, en uitputting en aantasting van natuurlijk kapitaal (IRP 2019). Bovendien leidt een toenemende internationale concurrentie om grondstoffen tot leveringsrisico's voor zogenoemde kritieke grondstoffen.

Met het *Rijksbrede programma Circulaire Economie 'Nederland circulair in 2050'* (2016) heeft het kabinet-Rutte II een beeld geschetst voor een toekomstbestendige en duurzame economie (EZ & IenW 2016). Het kabinet zet voor Nederland daarom in op een halvering van het gebruik van nieuw gewonnen mineralen, fossiele grondstoffen en metalen in 2030 en een volledig circulaire economie in 2050. De Rijksoverheid beoogt de transitie naar een circulaire economie te versnellen met beleid dat is neergelegd in het *Rijksbrede programma Circulaire Economie* (2016), het *Grondstoffenakkoord* (2017), de *kabinetsreactie op de agenda's van de transitieteams* (2018) en het *Uitvoeringsprogramma Circulaire Economie 2019-2023*.

Monitoring van de transitie en de effecten is een belangrijk middel om de vinger aan de pols te houden en bij te kunnen sturen met specifieke acties. 'Monitoring, kennis en innovatie' is daarom in het *Uitvoeringsprogramma Circulaire Economie 2019-2023* als dwarsdoorsnijdend thema opgenomen. Het PBL is daarbij gevraagd om, samen met andere kennisinstellingen, de monitorings- en sturingssystematiek verder uit te werken. Dit gebeurt in het meerjarig werkprogramma *Monitoring en Sturing Circulaire Economie* (2019-2023) in samenwerking met CBS, CML, CPB, RIVM, RVO, RWS en TNO (PBL 2019a). Het werkprogramma richt zich op monitoring van nationale trends in materiaalgebruik en de effecten daarvan op het milieu en op sociaal-economische ontwikkelingen. Daarnaast vindt monitoring plaats van het transitieproces. Beide monitoringssystemen hebben als doel sturingsinformatie voor de politiek en het beleid te leveren. Met deze informatie kan de Rijksoverheid haar beleid bijstellen of anders vormgeven. Dit gaat dan zowel om beleid op de korte termijn als meer strategische beleidslijnen voor de lange termijn.

In dit rapport presenteren we de bevindingen van het *Werkprogramma Monitoring en Sturing Circulaire Economie* uit 2019. Ruwweg heeft dit eerste jaar twee dingen opgeleverd, namelijk inzichten om te kunnen monitoren én een paar relevante beleidsconclusies. We laten eerst zien op welke punten de monitoringssystematiek is uitgebouwd ten opzichte van *Circulaire Economie: wat we willen weten en wat we kunnen meten* (Potting et al. 2018). Er wordt daarbij ook belicht hoe de betrokken kennisinstellingen op dit moment tegen de kernindicatoren aankijken (hoofdstuk 2 en 5). Ten tweede geven we over bepaalde onderdelen inzicht in de voortgang van de transitie naar een circulaire economie, op basis van indicatoren die in 2019 zijn onderzocht (hoofdstuk 3). Ten derde geven we zicht op het materiaalgebruik en leveringsrisico's (hoofdstuk 4). Hierover zijn ook uitgebreide rapporten beschikbaar, waarin de methodiek wordt toegelicht en conclusies zijn getrokken uit het specifieke onderzoek (zie ook www.pbl.nl/monitoring-circulaire-economie).

We werken in dit rapport dus verder aan het raamwerk om de transitie en de effecten te kunnen monitoren en sturen. We kunnen dus geen totaal overzicht geven van de voortgang van de transitie naar een circulaire economie. Zo'n integraal beeld vergt nog vele stappen: het uitwerken van de benodigde indicatoren, verzamelen van data en het maken van verdiepende analyses. Daarnaast bevat dit rapport alleen resultaten en inzichten uit onderzoek dat is uitgevoerd in het kader van het *Werkprogramma Monitoring en Sturing Circulaire Economie*. Voor een compleet beeld is het noodzakelijk ook inzichten uit andere bronnen te gebruiken.

De ambitie van het *Werkprogramma Monitoring en Sturing Circulaire Economie* is om op termijn een overkoepelend en samenhangend beeld van de voortgang van de transitie naar een circulaire economie te schetsen. Dat is nodig om te kunnen bepalen of doelen die de overheid en betrokken partijen hebben gesteld naar verwachting worden gehaald, of dat daarvoor aanvullend beleid nodig is. Om dit beeld te kunnen schetsen is meer kennis nodig dan er op de korte termijn beschikbaar is. In de integrale circulaire-economierapportage die eind 2020/begin 2021 zal verschijnen, zal een integraler beeld worden geschetst dan deze rapportage biedt. In die integrale rapportage-2020 zal echter ook nog lang niet alle sturingsinformatie kunnen worden gegeven die nodig is om de circulaire economie verder te brengen op de vele en diverse fronten die de circulaire economie heeft.

1.1 Leeswijzer

In dit rapport komen enkele resultaten aan de orde die zijn behaald in het eerste jaar van het *Werkprogramma Monitoring en Sturing Circulaire Economie* (PBL 2019a). De monitoringssystematiek die de basis is van het *Werkprogramma Monitoring en Sturing Circulaire Economie* lichten we toe in hoofdstuk 2. Ook komen hier de laatste inzichten met betrekking tot de kernindicatoren aan de orde. Hoofdstuk 3 laat zien over welke onderdelen van het transitieproces in 2019 informatie is verzameld en welke kennis is gegenereerd. Informatie over het huidige gebruik van *materialen* in de economie en de risico's voor leveringsonderbrekingen zijn te lezen in hoofdstuk 4. In andere onderzoeken van het Werkprogramma is in het eerste jaar ingezet op methodiekontwikkeling. De verkregen inzichten in deze onderzoeken geven aanknopingspunten voor de volgende stappen naar een robuuste monitoring en sturing (hoofdstuk 5): een denkproces dat volop in ontwikkeling is.

Grondstoffen, materialen, halffabricaten en producten

In dit rapport gebruiken we de term *Materialen* als we het hebben over grondstoffen, materialen, halffabricaten en producten tezamen. Als er specifiek ruwe grondstoffen of producten bedoeld wordt, gebruiken we deze termen. *Secundaire materialen* bestaan uit afval en bijproducten die weer als materiaal in het productieproces worden ingezet. In hoofdstuk 6 staat een uitgebreidere begrippenlijst.

2 Wat we willen weten

2.1 Doelen van de circulaire economie

De Rijksoverheid wil met een circulaire economie de milieudruk die ontstaat door de productie en consumptie van materialen verlagen, en het risico op leveringsonderbrekingen van materialen verkleinen (EZ & IenM 2016). In een circulaire economie worden materialen optimaal gebruikt, dat wil zeggen met de hoogste waarde voor de economie en de minste schade voor het milieu (Rood & Hanemaaijer 2017). Een efficiënter materiaalengebruik heeft positieve effecten op het milieu, omdat er bijvoorbeeld minder grondstoffen gewonnen hoeven te worden of minder materialen, zoals plastics en metalen, nodig zijn. Daarmee nemen de effecten op het milieu bij winning en productie af, en schadelijke effecten van afval worden zoveel mogelijk beperkt. Daarnaast verkleint een circulaire economie de risico's op leveringsonderbrekingen van materialen, bijvoorbeeld zeldzame aardmetalen die nodig zijn voor hightechproducten als windmolens, elektrische auto's en mobieltjes, omdat er gebruik wordt gemaakt van materialen uit afgedankte producten. Bedrijven zijn zo minder afhankelijk van de import van primaire grondstoffen of materialen.

Het kabinet heeft zich ten doel gesteld om in 2050 een volledig circulaire economie te realiseren, met als tussendoelstelling de halvering van het gebruik van de hoeveelheid primaire abiotische grondstoffen in 2030. Het doel voor 2030 heeft nog een verdere uitwerking nodig, waarin diverse keuzes te maken zijn (Kishna et al. 2019a). De keuzes die gemaakt moeten worden, hebben betrekking op:

- het basisjaar ten opzichte waarvan de *halvering* het doel is;
- de eenheid waarin *gebruik* wordt uitgedrukt (bijvoorbeeld gewicht of volume).
- Wel of geen selectie in de *abiotische grondstoffen* die onder de doelstelling vallen. Bijvoorbeeld: telt het gebruik van fossiele brandstoffen mee voor het halveringsdoel?
- Geldt de doelstelling voor het totale grondstoffengebruik in de keten? Een ketenbenadering sluit het beste aan bij het streven de milieudruk van het primaire abiotische grondstoffengebruik te verminderen.
- Gaat gebruik over het gebruik in de Nederlandse productie? Of in de Nederlandse consumptie? Deze twee perspectieven zijn beide relevant.

Biotische materialen, zoals hout en bioplastics, vallen niet onder de halveringsdoelstelling die het beleid heeft gesteld. Daarmee is substitutie van abiotische door biotische materialen een van de opties om het primaire abiotische materiaalengebruik te verminderen. Biotische grondstoffen zijn echter ook nodig voor andere toepassingen. Zo is biomassa een van de mogelijke vervangers van fossiele grondstoffen in de energietransitie en is ze nodig voor de productie van voedsel. Duurzame biomassa is echter niet onbeperkt beschikbaar omdat de beschikbare ruimte voor biomassateelt niet oneindig is. Hierdoor ontstaat het risico dat de grotere vraag naar biomassa de uiteindelijke milieu-impacts verhoogt in plaats van verlaagt. In het kader van de circulaire-economiëtransitie wordt ook vaak gesproken over economische kansen. In Kishna et al. (2019a) wordt ingegaan op de zin van het stellen van doelen op economische effecten.

Het is van belang de voortgang naar een circulaire economie te monitoren, zodat er gedurende het transitieproces kennis wordt opgedaan over de effecten van het beleid; op die manier kan het beleid worden voorzien van sturingsinformatie. Ongeacht de keuzes die gemaakt worden in de concretisering van de doelstelling voor 2030, zullen de meeste indicatoren die nu in beeld zijn, en in de volgende paragrafen worden beschreven, relevant

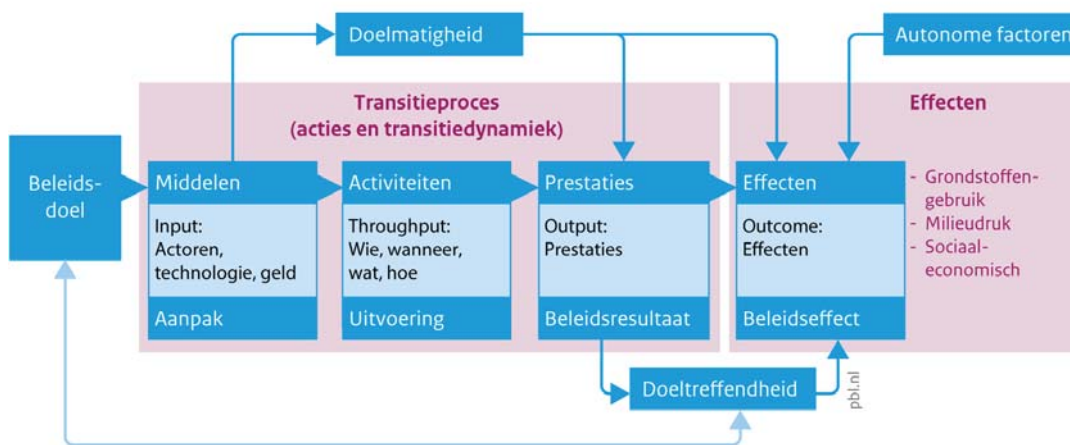
blijven om sturingsinformatie te verkrijgen. Door het concretiseren van het doel voor 2030, zullen de einddoelen – verlagen milieudruk en leveringszekerheidsrisico's – en het middel, de circulaire economie, namelijk niet veranderen.

2.2 Kader voor monitoren en sturen

In *Circulaire Economie: wat willen we weten en wat kunnen we meten?* is een systematiek ontwikkeld voor de monitoring van de transitie naar een circulaire economie (Potting et al. 2018). In deze systematiek is zowel aandacht voor het monitoren van effecten – zoals milieudruk en leveringsrisico's – én voor het monitoren van het transitieproces (figuur 2.1). Het is van belang om te kijken naar dit transitieproces omdat effecten, zoals bijvoorbeeld minder materiaalgebruik, pas tot stand komen als er al veel veranderingen in productie en consumptie hebben plaatsgevonden. Bij het monitoren van de transitie gaat het om de vele grote en kleine veranderingen in het productie- en consumptiesysteem die de gewenste effecten moeten gaan opleveren. Bij de monitoring wordt bijvoorbeeld gevolgd welke investeringen er worden gedaan in circulair onderzoek, het aantal bedrijven dat circulaire producten maakt of circulaire verdienmodellen heeft, en welke aanpassingen er worden gedaan in wet- en regelgeving.

Deze transitie-indicatoren geven een beeld van de mate waarin bedrijven, consumenten en andere partijen voorsorteren op efficiënter materiaalgebruik met als doel minder milieudruk en leveringsrisico's. Monitoring van deze transitie-indicatoren biedt de kans op bijsturing nog vóórdat de effecten van de transitie naar een circulaire economie zijn te registreren. Ook brengen deze indicatoren de succesfactoren en de belemmeringen in de verandering naar de circulaire economie in beeld, wat de noodzakelijke sturingsinformatie oplevert. Aan de hand van deze systematiek worden de resultaten in deze rapportage gepresenteerd (figuur 2.1).

Figuur 2.1
Beleidsvaluatiekader voor monitoring en sturing van transitie naar circulaire economie



2.3 Monitoring van transitieprocessen

Het analyseren van transitieprocessen is nog relatief jong. Er zijn geen kant-en-klare kaders en standaarden. Zo zijn in Geels (2002), Hekkert et al. (2007) en Loorbach (2017) diverse analysekaders beschreven die elkaar aanvullen in inzicht in innovatie- en transitieprocessen. In het voorgestelde monitoringssysteem (Potting et al. 2018) is het *Technological Innovation Systems* (TIS)-kader als basis gebruikt om te komen tot indicatoren voor het transitieproces. Dat kader gaat uit van zeven sleutelprocessen die in samenhang moeten functioneren, willen innovaties kans van slagen hebben (Hekkert et al. 2007) (figuur 2.2). Specifiek gaat het om de sleutelprocessen *ondernemerschap*, *kennisontwikkeling*, *kennisuitwisseling*, *richting geven aan het zoekproces*, *marktvorming*, *mobiliseren van middelen* en *doorbreken van weerstand* (figuur 2.2).

De zeven sleutelprocessen tezamen geven inzicht in de mate waarin aan de voorwaarden voor een (technologische) innovatie voldaan is. Voor de meeste sleutelprocessen zijn meerdere indicatoren nodig om een beeld van de stand van zaken van het sleutelproces te schetsen. Zo geeft het aantal patenten voor circulaire technologieën wel wat inzicht in het proces kennisontwikkeling, maar zijn andere vormen van kennisontwikkeling ook relevant. Denk bijvoorbeeld aan het aantal wetenschappelijke publicaties, of het opdoen van ervaringskennis.

Figuur 2.2
Sleutelprocessen in een succesvol innovatiesysteem



Bron: PBL, 2013; op basis van Hekkert, 2007; Suurs, 2009

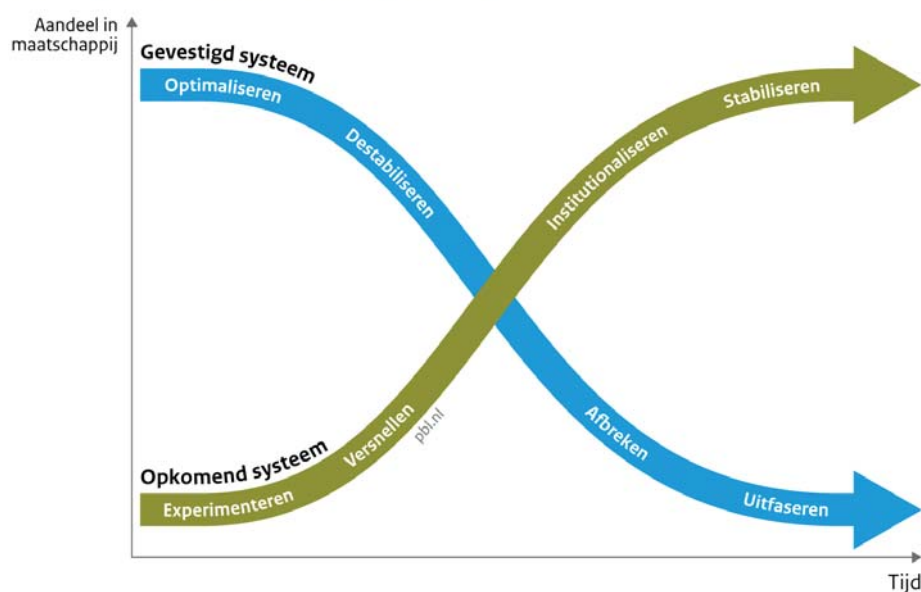
Een kwantitatieve weergave is niet altijd zinvol. Zo geeft het tellen van het aantal veranderde of ingevoerde wetten en regels nog weinig informatie over het belang van deze wetten en regels voor de voortgang van de transitie. Het opnemen van bijvoorbeeld producteisen voor materiaalgebruik en milieubelasting in een Europese richtlijn (zoals de Ecodesign-richtlijn) is kwantitatief gezien slechts één veranderde regel, maar deze regel kan wel verstrekkende betekenis hebben. Andere veranderde regels, zoals afvalregels voor bootmotoren, hebben een beperktere scope. Om dergelijke verschillen naar voren te laten komen, is ook kwalitatieve informatie nodig.

Analyse van de sleutelprocessen kan knelpunten aangeven waar beleid – als gewenst – op aan kan grijpen. Hiervoor is nog wel een verdere uitwerking nodig voor het monitoren van de circulaire-economietransitie.

Ten eerste is het TIS-kader in het verleden vooral toegepast en toegespitst op technologische innovaties in het energiedomein. In het circulaire-economiedomein zijn ook niet-technologische innovaties van belang. Denk aan nieuwe verdienmodellen of sociale innovaties die gericht zijn op andere vormen van gedrag. Het is te verwachten dat verschillende sleutelprocessen een andere rol hebben bij meer sociale innovaties. Zo is kennisontwikkeling via R&D wellicht veel minder relevant, en zal een indicator voor patenten daardoor minder bruikbaar zijn.

Ten tweede zijn voor het monitoren van een transitie naast opkomende innovaties ook veranderingen in het gevestigde systeem noodzakelijk. Voor de transitie is het niet alleen van belang om koplopers en innovaties te stimuleren, maar ook om de juiste acties te ondernemen om de grote groep (peloton) mee te krijgen (door het regime te wijzigen) naar een circulaire economie. Het TIS-kader heeft deels oog voor het doorbreken van weerstand van het gevestigde systeem, maar is minder uitgesproken over de veranderingen die daar dan optreden. Andere kaders, zoals het multi-levelperspectief en de X-curve, benadrukken juist ook veranderingen in het gevestigde systeem (Geels 2002; Loorbach 2017). De X-curve in figuur 2.3 laat bijvoorbeeld zien dat experimenteren met en versnellen van innovaties in de beginfase relevant is, maar dat ook moet worden gewerkt aan het uifasieren van bepaalde onderdelen van het gevestigde systeem. Het is daarom waardevol om deze inzichten ook mee te nemen in de monitoring van het transitieproces.

Figuur 2.3
Patronen van opbouw en afbraak in transities



Bron: Drift 2017; bewerking PBL

Daarnaast is de vraag wat het relevante analyseniveau is voor het duiden van de transitie. Het startpunt en de snelheid van de transitie naar een circulaire economie kan sterk verschillen tussen transitieagenda's en sectoren, of tussen specifieke productgroepen. Zo kan ondernemerschap rondom plasticrecycling heel anders verlopen dan ondernemerschap rondom de eiwittransitie. Een analyse van allerlei sectoren en productgroepen levert diverse beelden op, die niet zomaar zijn 'op te tellen' tot één staat van de gehele circulaire-economietransitie.

Vanwege deze complexiteit is een verdere ontwikkeling nodig van het kader achter het monitoren van het transitieproces. De transitie-indicatoren zouden zo moeten worden gekozen, dat ze vooral aangrijpingspunten geven voor het sturen van het noodzakelijke transitieproces. Dit kan niet zonder ambities of doelen, omdat anders onduidelijk is waarheen moet worden gestuurd.

2.4 Aangrijpingspunten voor sturing

Om met monitoring aangrijpingspunten voor beleid boven tafel te krijgen, zijn meerdere uitsplitsingen van indicatoren van belang. Zo is het zaak indicatoren uit te splitsen naar de verschillende strategieën voor een circulaire economie (R-strategieën) om te kunnen zien hoe de circulaire economie gestalte krijgt, en waar winst in materiaalefficiëntie te behalen valt. Inzoomen op verschillende aggregatieniveaus, zoals regio's (bijvoorbeeld provincie of samenwerking van gemeenten), een sector of prioritaire thema's geeft inzicht voor (groepen van) actoren, zoals decentrale overheden en transitieteams, die beleid ontwikkelen en acties uitvoeren. Dit alles samen geeft ons de mogelijkheid om relevante uitspraken te doen over het transitieproces, de behaalde effecten en mogelijkheden voor beleid om de transitie naar een circulaire economie te versnellen. In de volgende paragrafen wordt nader ingegaan op deze uitsplitsingen.

2.4.1 Verschillende strategieën binnen een circulaire economie

Recycling wordt in Nederland al lange tijd gedaan. Met alleen maar recycling zijn de mogelijkheden echter beperkt om materiaalgebruik te verlagen en milieudruk te verminderen. Daarvoor zijn ook andere strategieën noodzakelijk.

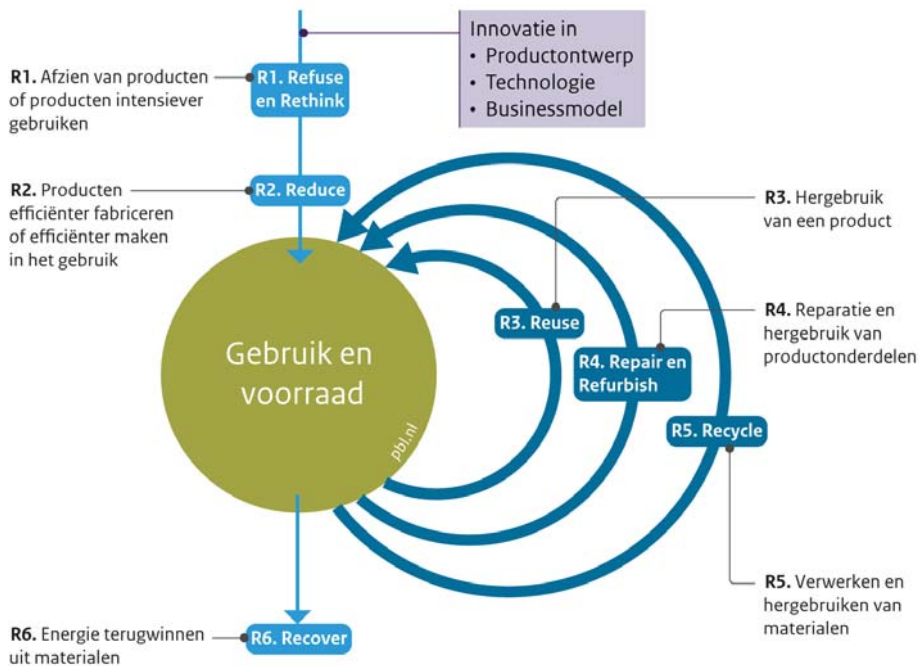
De zogenaamde R-ladder (figuur 2.4) verbeeldt welke strategieën er zijn waarmee producten of de functie van een product meer circulair kunnen worden aangeboden. Deze ladder helpt om te analyseren of veranderingen in de samenleving zich richten op alle aspecten van een circulaire economie of op, bijvoorbeeld, alleen recycling. Deze R-ladder is gebaseerd op verschillende R-ladders uit de literatuur (Kishna et al. 2019b). Strategieën voor een circulaire economie zijn het afzien van producten, bijvoorbeeld door geen gebruik te maken van de auto voor reizen, of het intensiever gebruiken van producten, bijvoorbeeld door met meerdere mensen gebruik te maken van één deelauto (R1 *refuse en rethink*). Bij *Reduce* (R2) gaat het om het efficiënter fabriceren van producten of deze efficiënter maken in het gebruik. Kanttekening hierbij is wel dat alle bedrijven in essentie streven naar een efficiëntere inzet van arbeid en grondstoffen. Voor de transitie naar een circulaire economie is het relevant om onderscheid te maken tussen incrementele verandering in processen of een verandering in de efficiëntie die baanbrekend is. Naast deze strategieën kan de levensduur van producten worden verlengd door hergebruik (R3) – bijvoorbeeld het gebruik van een tweedehands auto – of door reparatie of revisie (het vervangen van een spiegel; R4). Tot slot draagt recycling van materialen bij aan een circulaire economie (zoals recycling van kunststoffen en staal; R5). Als het materiaal niet meer geschikt is om op een manier te hergebruiken, kan er nog energie uit worden teruggewonnen (R6).

Naast deze strategieën zijn innovaties essentieel om een circulaire economie te bereiken. Innovaties in productontwerp, technologie en businessmodellen kunnen een rol spelen in al deze strategieën en staan daarom naast de R-ladder. Zo helpt *design-for-recycling* om materialen makkelijker te recyclen. Ook kan een ander ontwerp van een telefoon het eenvoudiger maken om onderdelen te vervangen. Op het moment dat een onderdeel kapot is, hoeft alleen het onderdeel te worden vervangen, wat materialen – en daarmee milieudruk – uitspaart.

In een volledig circulaire economie zullen al deze R-strategieën gebruikt worden. Om de input van materialen zo klein mogelijk te maken, zal de stroom met verloren materiaal (via R6 in figuur 2.4) zo efficiënt mogelijk benut moeten zijn. Dit betekent dat naast het vermijden van producten (waardoor de benodigde input kleiner wordt), materialen zo lang mogelijk in het systeem moeten blijven, uitzonderingen daargelaten. Het is onvermijdelijk dat er een stroom met verliezen blijft, bijvoorbeeld van materiaal met een te lage kwaliteit om te recyclen, of energieverliezen.

Met circulariteitsstrategieën die hoger op de ladder staan worden bij het aanbieden van een product of functie in beginsel minder materialen gebruikt en wordt minder milieubelasting veroorzaakt dan met strategieën die lager op de ladder staan. Hiermee geeft de ladder een prioriteitsvolgorde aan van hoog naar laag. Het is echter noodzakelijk om te blijven nadenken welke strategie de minste milieudruk oplevert. Zo zouden mensen deelauto's kunnen gaan gebruiken, terwijl ze daarvoor de fiets of het openbaar vervoer gebruikten, waardoor de milieubelasting hoger wordt. Een ander voorbeeld zijn producten waaraan chemische stoffen zijn toegevoegd, zoals weekmakers of brandvertragers. Wanneer deze materialen worden gerecycled kunnen de gezondheidsrisico's toenemen (bijvoorbeeld doordat in de nieuwe toepassing huidcontact ontstaat). In deze situatie zal per geval moeten worden bekeken of deze risico's toelaatbaar zijn (Beekman et al. 2020).

Figuur 2.4
R-ladder met strategieën van circulariteit



Bron: PBL

2.4.2 Meten op verschillende aggregatieniveaus

Voor het meten en sturen van de transitie naar een circulaire economie is het van belang om onderscheid te maken tussen de stand van zaken van de circulaire economie op verschillende aggregatieniveaus. We onderscheiden:

- De circulaire economie als geheel op nationale schaal;
- Prioritaire thema's;
- Regio's;
- Groepen van producten en diensten.

In het *Rijksbrede programma* zijn vijf prioritaire thema's onderscheiden, te weten bouw, kunststoffen, biomassa en voedsel, consumptiegoederen en maakindustrie. Hiervoor zijn transitieteams geformeerd waarin veel bedrijven en maatschappelijke partijen actief zijn. Daarnaast sturen diverse regionale overheden – zoals gemeenten, provincies, waterschappen en omgevingsdiensten – op een circulaire economie in hun eigen regio. Ook wordt door diverse partijen gezamenlijk gewerkt aan hulpmiddelen of onderdelen voor een circulaire economie, zoals het Plastic Pact of materialenpaspoort voor de bouw. Om deze activiteiten enigszins richting te geven, helpt het als partijen uitgaan van dezelfde monitoringsbasis. De ambitie is om de monitoring in het *Werkprogramma Monitoring en Sturing Circulaire Economie*, waar relevant, ook aan te laten sluiten op andere monitoringsgegevens, zoals momenteel gebeurt voor het Plastic Pact. Ook kan door te leren van de kennis op deze schaalniveaus, de nationale kennisbasis worden versterkt.

Tot slot is het van belang om in te zoomen op specifieke groepen van producten en diensten. Zonder deze specificering is bijvoorbeeld niet te duiden of er voldoende kennis is ontwikkeld of middelen beschikbaar zijn om de transitie verder te brengen. Zo is kennis over biobased bouwen nauwelijks bruikbaar voor het efficiënter gebruiken van plastics. Daarbij moet worden aangetekend dat de huidige sectorindelingen in statistische data waarschijnlijk aanpassing behoeven om aan te kunnen sluiten bij het denken en handelen in (nieuwe) productie- en consumptieketens.

2.5 Een set kernindicatoren

Idealiter zou de voortgang van de transitie aan de hand van één, eenvoudig te interpreteren, indicator worden weergegeven. Een dergelijke indicator levert een beeld op waarvan in één oogopslag is te zien of Nederland op de goede weg is naar het doel van de circulaire economie. Een indicator die aan deze eisen voldoet bestaat helaas niet voor de transitie naar een circulaire economie.

De circulaire-economiëtransitie is een middel om een aantal doelen te bereiken, namelijk verlaging van de milieudruk en van het risico op leveringsonderbrekingen. Deze achterliggende doelen zijn niet gemakkelijk te verenigen in één getal (Kishna et al. 2019a). Technisch gezien is het mogelijk om een samengestelde indicator op te stellen waarin de verschillende elementen, zoals het gebruik van primaire grondstoffen en de uitstoot van broeikasgassen, gewogen worden opgeteld. Voor deze optellingen is het echter onvermijdelijk afwegingen te maken met betrekking tot het onderlinge belang van deze verschillende elementen. Telt het verlagen van het gebruik van primaire grondstoffen net zo zwaar als het verlagen van de broeikasgasemissies? En een lager risico op leveringsonderbrekingen net zo zwaar als minder biodiversiteitsverlies? Voor een dergelijke afweging zou de samenleving, dan wel haar vertegenwoordigers in de politiek, expliciet keuzes moeten maken over, bijvoorbeeld, welke milieueffecten het belangrijkste gevonden worden.

Wij streven naar het opzetten van een set kernindicatoren die deze verschillende doelen dekt, en waarmee we snel en eenduidig kunnen communiceren over de voortgang van de circulaire-economiëtransitie. Daar ligt een uitgebreide set aan indicatoren aan ten grondslag die ook van belang zijn, maar niet de kern weergeven. Naast de kernindicatoren zullen specifieke regio's, transitieteams of bedrijven aanvullende informatie nodig hebben. Naargelang de behoefte kan de set van kernindicatoren worden uitgebreid met meer indicatoren.

Een set van kernindicatoren heeft als doel dat de stand van zaken richting een doel in één oogopslag te zien is. De volgende aspecten zijn daarbij van belang. Een kernindicator

- moet geschikt zijn voor tijdreeksen, om zo monitoring door de jaren heen mogelijk te maken.
- moet niet sterk gebonden zijn aan een specifieke fase van de circulaire-economiëtransitie, zodat de relevantie van de indicatoren door de jaren heen evident blijft.
- moet eenduidig en eenvoudig te interpreteren zijn (door beleidsmakers, politici, betrokkenen in de maatschappij). De communiceerbaarheid van de belangrijkste informatie staat voorop.
- wordt met brede consensus gedragen door experts. De indicator is op dat moment het beste van het beste (vertrouwen/robuustheid).
- is sector overstijgend en zo actueel mogelijk.
- Geeft inzicht in doelbereik of belangrijke neveneffecten.

Gezien het doel om tot een eenvoudig communiceerbaar geheel te komen, zou de set overzichtelijk moeten zijn (en daarom maximaal vijf tot tien indicatoren bevatten). Daarnaast moeten de kernindicatoren in de set zo min mogelijk onderlinge afhankelijkheid tonen. Zo moet elke kernindicator een aanvullend inzicht opleveren.

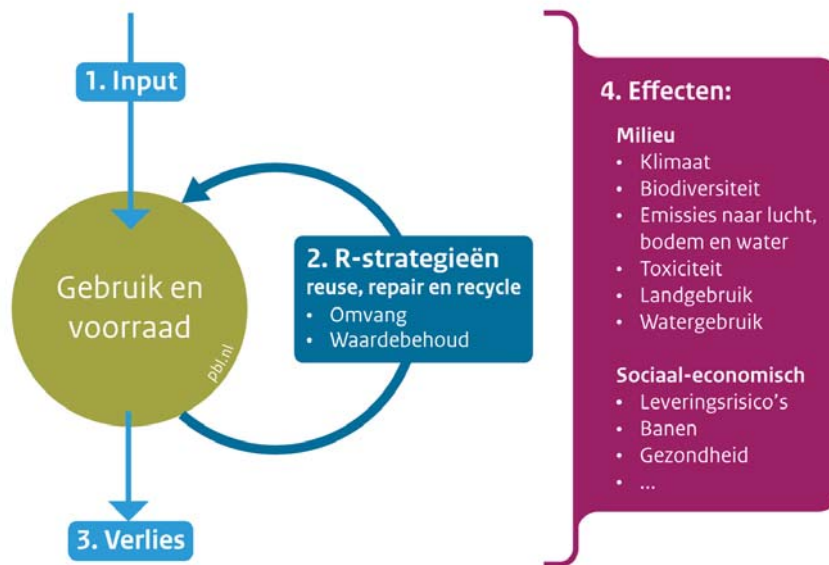
In de volgende twee paragrafen gaan we dieper in op een mogelijke invulling van kernindicatoren voor Effecten (2.5.1) en het Transitieproces (2.5.2). Hierbij is het belangrijk om op te merken dat de set kernindicatoren niet vast staat. Het denken hierover is nog volop in ontwikkeling. De onderstaande tekst beschrijft onze huidige overwegingen en inzichten.

2.5.1 Kernindicatoren voor Effecten

Voor een set kernindicatoren die de effecten van circulaire economie op nationaal niveau beschrijven, gaan we uit van de vier aangrijpingspunten in figuur 2.5. Het geheel van (1) inkomende grondstoffen (input), (2) het gebruik van grondstoffen, halffabricaten en producten en (3) het verlies aan materialen (output) geeft inzicht in het gebruik van materialen door de economie heen (EC 2018; Mayer et al. 2019). Hierbij is zowel de omvang van dit gebruik als het waardebehoud van materialen van belang. De linkerkant van figuur 2.5 geeft dit schematisch weer. De uiteindelijke doelen staan aan de rechterkant van de figuur weergegeven: (4) de effecten op milieu en leveringszekerheid. Om een vinger aan de pols te houden welke (neven)effecten een transitie heeft op de economie en op de maatschappij, is informatie over economische effecten ook onontbeerlijk.

Om de stand van zaken in één oogopslag te kunnen zien, zal een set van kernindicatoren zowel een beeld moeten geven van de circulariteit van het materiaalgebruik in de economie (door middel van input, gebruik en output) als de impact daarvan op de achterliggende doelen en belangrijke neveneffecten. In de meeste gevallen zijn de aangrijpingspunten weer naar subthema's op te delen (zie tabel 2.1). Deze subthema's zijn echter niet zonder meer te aggregieren naar één (kern)indicator.

Figuur 2.5
Raamwerk voor doelen en indicatoren van monitoring circulaire economie



Bron: PBL

Vandaar dat een set aan kernindicatoren niet zomaar te geven is. Bepaalde subthema's en indicatoren kunnen echter wel aan relevantie winnen op het moment dat er keuzes in de concretisering van de doelstelling voor 2030 worden gemaakt (zie paragraaf 2.1). Na deze keuzes kunnen vervolgens weer stappen worden gezet in het selecteren van kernindicatoren.

In tabel 2.1 staat voor elk aangrijpingspunt en subthema genoemd of én welke mogelijke indicatoren er zijn. Voor elke aangrijpingspunt gaan we hieronder dieper in op de thema's en mogelijke indicatoren.

Input kan worden weergegeven door middel van DMI/DMC, RMI/RMC (tabel 2.1). Deze indicatoren verschillen in direct gebruik (*domestic material input/consumptie*) en gebruik in de hele keten (*raw material input/consumptie*). In de indicatoren voor gebruik in de keten is het materiaalgebruik in de hele keten meegenomen, ook als de bedrijven zich buiten Nederland bevinden. Daarnaast verschillen de indicatoren in productie- en consumptieperspectief. *Material Input* (productieperspectief) geeft aan hoeveel materialen er door bedrijven in Nederland worden ingezet in hun productieproces. *Material consumption* geeft weer hoeveel materialen er geconsumeerd worden in Nederland (zie ook begrippenlijst).

Op dit moment geven deze indicatoren allemaal een deel van het materiaalgebruik (gebruik in brede zin) in Nederland weer. Deze indicatoren zijn met name relevant om de beleidsdoelstelling van halvering van het abiotische materiaalgebruik te meten. Op dit moment lijkt de RMC eventueel aangevuld met DMI of DMC het beste aan te sluiten bij het doel van de circulaire economie om de milieubelasting van materiaalgebruik terug te dringen. Bij de uitwerking van de halveringdoelstelling zijn echter nog keuzes noodzakelijk (Kishna et al. 2019a). Concretisering van de doelstelling kan mede bepalend zijn voor de definitieve keuze van de kernindicatoren voor materiaalgebruik.

Bij de *input* van hernieuwbare grondstoffen is het van belang dat gemonitord wordt hoeveel afkomstig is uit een bron die wordt geteeld, natuurlijk aangevuld of natuurlijk gereinigd, op een menselijke tijdschaal én die op een duurzame wijze wordt beheerd.

Tabel 2.1 Mogelijke kernindicatoren om de voortgang naar een circulaire economie en de effecten daarvan op nationaal niveau weer te geven

Aangrijpingspunt	Subthema	Momenteel gewenste en beschikbare indicatoren
1. Input	Productie direct	Direct Material Input (DMI)
	Productie keten	Raw Material Input (RMI)
	Consumptie direct	Domestic Material Consumption (DMC)
	Consumptie keten	Raw Material Consumption (RMC)
	Duurzaamheid hernieuwbare grondstoffen	<i>Niet beschikbaar</i>
2. Gebruik	Waardebehoud	<i>Niet beschikbaar</i>
	Levensduur	<i>Niet beschikbaar</i>
	Gerecycled afval	Recyclingspercentage
	Inzet secundair materiaal	Circular Material Use Rate (CMUR), Circularity Gap Index
	Materiaalefficiency	Materiaalefficiency (bbp/ DMC)
3. Verlies	Afval	Hoeveelheid verbrand, hoeveelheid gestort
4 Effecten		
Milieu	Klimaat	Nationale broeikasgasemissies Voetafdruk voor broeikasgasemissies
	Biodiversiteit	Voetafdruk biodiversiteit
	Emissies naar lucht, water en bodem (direct en in de keten)	Bijv. stikstof en fijn stof
	Toxiciteit (direct en in de keten)	<i>Niet beschikbaar</i>
	Landgebruik	Voetafdruk voor landgebruik
	Watergebruik	Wateronttrekking, voetafdruk voor watergebruik
Sociaal-economisch	Leveringsrisico's	<i>Niet beschikbaar</i>
	Economische activiteit	Toegevoegde waarde
	Werkgelegenheid	Aantal banen
	...	

Op dit moment wordt *gebruik* alleen weergegeven in het recyclingspercentage (bijvoorbeeld de hoeveelheid oud glas die wordt gerecycled) en in het aandeel inzet van secundair materiaal ten opzichte van het totale materiaalgebruik (bijvoorbeeld de hoeveelheid glas die bestaat uit oud glas) (CMUR). Naast deze indicatoren is het echter ook relevant om te meten hoeveel secundair materiaal beschikbaar is in de economie. Daarvoor is het nodig om ook zaken als kwaliteit, export van (afgedankte) producten en de voorraad in de samenleving (in bijvoorbeeld wegen, elektronica en gebouwen) te meten. Daarnaast meet de huidige CMUR voor inzet van secundair materiaal alleen de inzet van gerecyclede materialen en niet de hoeveelheid hergebruik van producten en onderdelen. Naast het ontbreken van een indicator voor hergebruik zijn er ook nog geen indicatoren beschikbaar voor reparatie, remanufacturing of revisie. Allemaal strategieën die essentieel zijn voor een circulaire economie (zie ook paragraaf 2.4).

Hoe optimaal materialen worden gebruikt en hergebruikt zou tot uiting moeten komen in indicatoren voor de levensduur van producten en onderdelen, en waardebehoud van materialen. Hiervoor zijn op dit moment echter nog geen geschikte indicatoren. Een eerste stap in de operationalisatie van het begrip waardebehoud wordt naar verwachting in de eerste helft van 2020 gepubliceerd in het kader van het *Werkprogramma Monitoring en Sturing Circulaire Economie*.

Indicatoren voor *output* zijn de hoeveelheid verbrande materialen en de hoeveelheid gestorte materialen. Deze indicatoren zijn beschikbaar en worden al lange tijd bijgehouden (RWS 2018).

Bij *milieudruk* is zowel de nationale (territoriale) milieubelasting als de voetafdruk van belang. Deze voetafdrukken geven aan hoeveel milieudruk er is ontstaan in de gehele productie- en consumptieketen. Deze voetafdrukken kunnen echter niet zomaar bij elkaar opgeteld worden tot één kernindicator voor milieudruk; hiervoor is namelijk een afweging nodig in de waarde van bijvoorbeeld biodiversiteitsverlies ten opzichte van de waarde van vermeden broeikasgasemissies. Een dergelijke afweging is een maatschappelijke en politieke keuze (zie ook Kishna et al. 2019a). Ook een indicator waarin de (gemiddelde) toxiciteit van te hergebruiken materialen of producten, of breder, de kwaliteit van het beschikbare secundaire materiaal, tot uiting komt vraagt nog om nadere uitwerking.

Toenemende milieudruk leidt onder andere tot klimaatverandering, biodiversiteitsverlies, en uitputting en aantasting van natuurlijk kapitaal (IRP 2019). De vermindering van de milieubelasting door ander materiaalgebruik zou uiteindelijk tot uiting moeten komen in behoud van biodiversiteit en een gezonde en veilige leefomgeving (zonder bijvoorbeeld luchtverontreiniging, mislukte oogsten en overstromingen). Hiervoor is echter geen kernindicator beschikbaar.

Voor *leveringszekerheid* zijn op dit moment meerdere indicatoren in omloop. Het begrip vraagt verdere invulling om hier een geschikte kernindicator uit te kiezen of van samen te stellen (zie hoofdstuk 5.4.2).

Indicatoren voor *economische effecten* kunnen helpen in beeld te brengen of en in welke sectoren en bevolkingsgroepen effecten van een circulaire economie neerslaan. Daarnaast kunnen zij aangeven of de transitie naar een circulaire economie inderdaad kansen biedt voor de Nederlandse economie. Indicatoren liggen in sommige gevallen dicht tegen de indicatoren voor het transitieproces aan. Waar voor het in beeld brengen van neveneffecten banen per opleidingsniveau relevant zijn, zijn voor het transitieproces banen in circulaire bedrijven ten opzichte van niet circulaire bedrijven van belang.

2.5.2 Kernindicatoren voor Transitieproces

Tabel B1 in bijlage 1 toont suggesties voor 28 transitie-indicatoren gebaseerd op het TIS-kader. Een gedeelte van deze indicatoren zal gemonitord worden om een analyse van het transitieproces mogelijk te maken (zie ook hoofdstuk 3). Elk van de indicatoren afzonderlijk geeft echter een partieel beeld en is daarom niet geschikt als kernindicator. Een kernindicator voor het transitieproces zou in de ideale situatie weergeven of er aan alle voorwaarden, zoals middelen en kennis, voldaan is om de transitie verder te brengen. Deze voorwaarden kunnen sterk verschillen per fase en per thema.

In het TIS-kader zijn innovatiemotoren benoemd. Innovatiemotoren worden gevormd door een aantal sleutelprocessen en zijn belangrijk in een specifieke fase van een innovatie. Een voorbeeld hiervan is de *kennismotor*. Deze wordt aangedreven door de sleutelprocessen *kennisontwikkeling*, *uitwisseling van kennis*, *richting geven aan het zoekproces* en *mobilliseren van middelen*. De kennismotor kan in de beginfase van een innovatie van belang zijn. Met behulp van deze innovatiemotoren kan een vergelijking worden gemaakt tussen wat er momenteel gebeurt in een systeem, wat er in deze fase te verwachten is, en wat er

nodig kan zijn om het systeem naar de volgende fase te helpen. In een volgende fase kan *ondernemerschap* of het *doorbreken van weerstand* echter relevanter zijn. De relevantie van de sleutelprocessen is dus niet stabiel in de tijd en het tonen van een trend heeft zonder duiding geen waarde.

Een kernindicator die inzicht geeft in het transitieproces en geschikt is voor tijdsreeksen, zal dus abstracter zijn dan de sleutelprocessen. Bijvoorbeeld een kwalitatieve indicator die aangeeft of aan de voorwaarden voor voortgang van de transitie voldaan is. De vraag is of een dergelijke abstracte kernindicator dan nog wel voldoende inzicht en voldoende handvatten geeft voor het beleid. In de verdere ontwikkeling van het theoretisch raamwerk om transities te monitoren, zal de mogelijkheid om een kernindicator te benoemen één van de aandachtspunten zijn.

2.5.3 Monitoren en sturen met best beschikbare data

Er zijn nog niet voor alle aangrijpingspunten en onderdelen van het transitieproces kernindicatoren beschikbaar die voldoen aan de uitgangspunten voor kernindicatoren die we in de inleiding van 2.5 hebben beschreven. Waar deze indicatoren nog niet beschikbaar zijn en wel noodzakelijk, zullen deze worden uitgewerkt in het *Werkprogramma Monitoring en Sturing Circulaire Economie* in 2020 en volgende jaren (zie ook hoofdstuk 5). Op dit moment wordt de analyse van de stand van transitie naar een circulaire economie en de effecten daarvan op milieudruk en leveringszekerheid gestart met de reeds beschikbare indicatoren. Ook voor beschikbare indicatoren is de dataverzameling overigens niet compleet. Parallel zal er in de komende jaren gewerkt worden aan uitbreiding tot een complete set, waarbij de noodzakelijke uitsplitsing van deze indicatoren naar thema's (transitieagenda's) en productgroepen in acht wordt genomen. Op deze manier is het mogelijk om gedurende het proces de best beschikbare kennis op te doen en te gebruiken voor de transitie naar een circulaire economie.

3 Monitoring transitieproces

In 2019 zijn over sommige onderdelen van het ‘transitieproces’ (zie figuur 2.1) data verzameld en geanalyseerd. In dit hoofdstuk beschrijven we de resultaten van de analyse van deze onderdelen. Op dit moment is het nog niet mogelijk om de onderdelen samen te pakken en een integrale analyse over de stand van zaken van de transitie in een bepaald domein te geven. De analyses die in 2019 zijn uitgevoerd betreffen: middelen die het Rijk beschikbaar stelt aan bedrijven voor circulaire-economie innovaties en marktonwikkeling via financiële instrumenten (RVO 2020), de prestaties die worden gehaald door circulair in te kopen en aan te besteden door de overheid (Zijp et al. 2020) en een overzicht van de acties uit het *Uitvoeringsprogramma 2019* (Lijzen et al. 2020). De referenties verwijzen naar het betreffende achtergrondrapport, waarin een gedetailleerde beschrijving van de werkwijze en resultaten wordt gegeven.

3.1 Beschikbare middelen van de Rijksoverheid voor circulaire-economie-innovaties bij bedrijven

De Rijksoverheid stimuleert verschillende innovatiefasen met financiële middelen zoals subsidies, leningen, garanties of fiscale vrijstellingen, en een breed scala aan ondersteunende programma’s. In dit pakket zitten veel mogelijkheden om bedrijven te stimuleren meer circulair te werk te gaan (RVO 2020). RVO.nl is verantwoordelijk voor het verdelen en inzetten van de instrumenten in dat pakket.

Binnen het instrumentarium van de overheid (Rijksoverheid en EU) zijn in de periode 2015-2018 20 hoofdinstrumenten die relevant zijn voor de transitie naar een circulaire economie (zie tabel 3.1). Het financiële instrumentarium richt zich met name op kennisontwikkeling, het vergemakkelijken van marktintroductie van innovatieve producten en de opschaling daarvan. De ondersteunende programma’s richten zich vooral op de beheerfase, en het identificeren en heroverwegen van belemmerende wet- en regelgeving. In deze tabel is de overheidsbijdrage als subsidie weergegeven, overeenkomend met de getallen van de bedrijvenmonitor (<https://www.bedrijvenbeleidinbeeld.nl/>). In de volgende paragrafen zoomen we in op een aantal van deze instrumenten.

3.1.1 Wet Bevordering Speur- en Ontwikkelingswerk

Via de Wet Bevordering Speur- en Ontwikkelingswerk (WBSO) ondersteunt de overheid innovatie, waaronder innovatie in de circulaire economie. De WBSO ondersteunt bedrijven via een fiscale aftrek van de werkgeverskosten voor de loonbelasting. In 2018 is 3,2 procent van de totale WBSO-vrijstelling aan circulaire-economie-gerelateerde projecten besteed, wat neerkomt op 35,6 miljoen euro. Ruim een kwart van deze vrijstelling komt bij onderzoeksbedrijven terecht (zie figuur 3.1) en eenzelfde deel bij de maakindustrie.

Tabel 3.1. Relevante regelingen en programma's voor circulaire economie 2018

Titel instrument	Type instrument	Bijdrage of lening overheid 2018 (miljoen €)
Innovatie & kennisontwikkeling		
WBSO	Fiscale vrijstelling	35,6
MIT (bedrijvenmonitor)	Subsidies	5,5
PPS-toeslag (bedrijvenmonitor)	Subsidies	11,3
Topsectoren	Subsidies	26,9
Horizon 2020 ¹	Subsidies	43,0
LIFE ¹	Subsidies	12,0
Interreg ¹	Subsidies	8,0
Innovatie Krediet	Garanties & Leningen	4,8
VVF	Garanties & Leningen	0,7

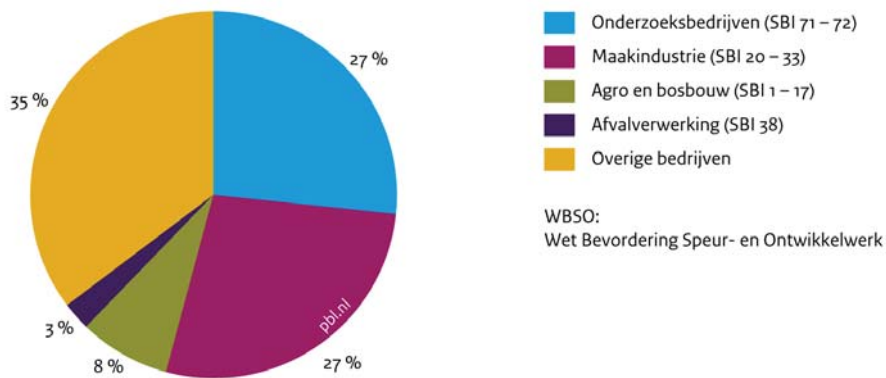
Marktintroductie & opschalingsfase		
MIA/VAMIL	Fiscale vrijstelling	51,9
Regeling Groenprojecten	Fiscale vrijstelling	4,6
Seed Capital	Garanties & Leningen	12,0
GO	Garanties & Leningen	0
Grondstoffenscanner	Ondersteunende programma's	-
Pianoo	Ondersteunende programma's	-

Algemene ondersteuning		
Ruimte in de Regels	Ondersteunende programma's	-
Green Deals	Ondersteunende programma's	-
Holland Circulair Hotspot	Ondersteunende programma's	-
Duurzaam Door	Ondersteunende programma's	-
MJA/MEE	Ondersteunende programma's	-

¹ Deze geldstromen worden door de EU toebedeeld. In het geval van Interreg worden projecten daarnaast gefinancierd door provincies.

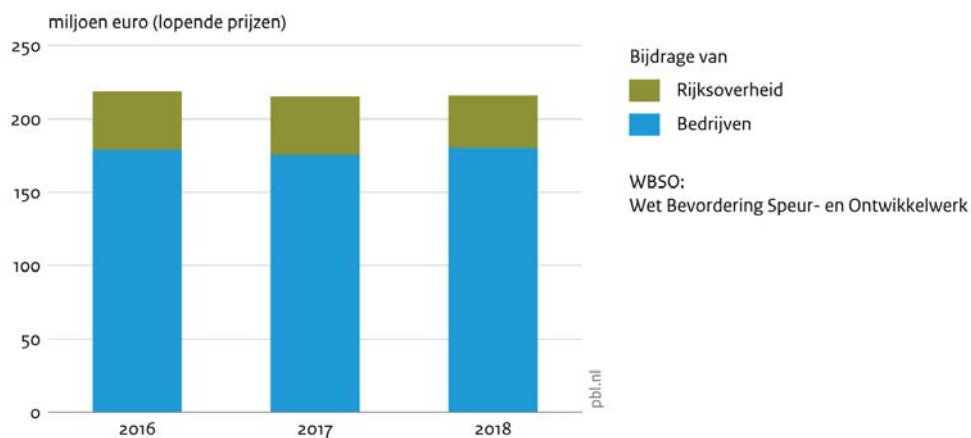
De fiscale vrijstelling beslaat slechts een deel van de projectkosten. De jaarlijkse private onderzoeksinspanning ten behoeve van de circulaire economie, die via deze regeling zichtbaar is, is in de periode 2016-2018 nagenoeg constant op ongeveer 180 miljoen euro (zie figuur 3.2). Dit is 4 tot 5 keer zo veel als de bijdrage van de overheid.

Figuur 3.1
Verdeling budget over circulaire economie gerelateerde projecten van WBSO, 2018



Bron: RVO.nl 2020

Figuur 3.2
Geschatte investeringen voor innovatie en kennisontwikkeling circulaire economie via WBSO, 2016 – 2018



Bron: RVO.nl 2020

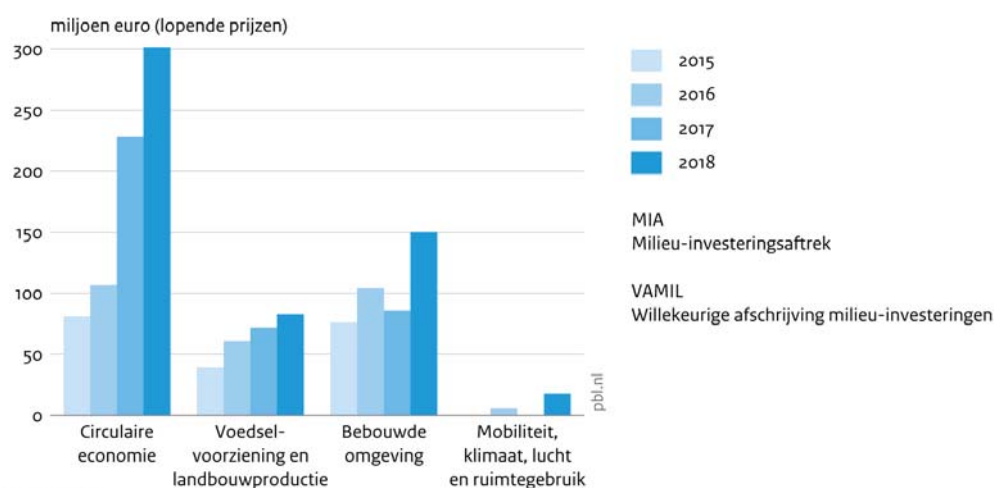
3.1.2 Subsidies en regelingen voor marktintroductie

De regeling milieu-investeringsaftrek (MIA) en de regeling Willekeurige afschrijving milieu-investeringen (VAMIL) zijn voorbeelden van regelingen die bijdragen aan het vergroten van het marktaandeel. In dit geval via fiscale aftrekbaarheid van bepaalde bedrijfshulpmiddelen. Deze regeling stimuleert vrijwel alle bedrijfshulpmiddelen die het gebruik van primaire grondstoffen beperken of grondstoffen uit afvalstromen terugwinnen (recycling). Voorbeelden hiervan zijn terugwinninginstallaties voor fosfaten, of apparatuur voor het aanwenden van gerecyclede kunststoffen of chemisch gerecyclede grondstoffen. Dankzij de MIA is er een extra aftrekmogelijkheid van de fiscale winst, boven op de andere fiscale aftrekmogelijkheden zoals de willekeurige afschrijving via de VAMIL.

Van alle 182 bedrijfshulpmiddelen die voor fiscale aftrekking in aanmerking komen (de Milieulijst), dragen er 72 bij aan een circulaire economie. Van het totaal aantal aanvragen¹ dat door bedrijven in 2018 is gedaan (20.646) bleken er 1.426 (6,9 procent) bij te dragen aan een circulaire economie. Van de totale bijdrage van de overheid via MIA/VAMIL gaat ongeveer 16 procent naar circulaire-economieprojecten (52 miljoen euro). Middelen die buiten deze aanvragen veel ondersteund werden, zijn bijvoorbeeld gebouwen die voldoen aan het criterium duurzaam bouwen, maar niet als circulair zijn aan te merken, en elektrisch vervoer.

Ook voor deze regelingen geldt dat bedrijven zelf de investering doen in de bedrijfshulpmiddelen. De totale investering in de bedrijfshulpmiddelen die bijdragen aan circulaire economie bedraagt in 2018 552 miljoen euro. De fiscale vrijstelling, dus de overheidsbijdrage, is hiervan bijna 10 procent. In 2015 was de totale investering door bedrijven 197 miljoen euro. Dit betekent dat er tot 2018 een groei is van – gemiddeld – meer dan 40 procent per jaar. In figuur 3.3 zijn de investeringen in bedrijfshulpmiddelen weergegeven, verdeeld over de verschillende thema's van de Milieulijst. We zien dat de investeringen in de categorie voedsel en biomassa van 2015 – 2018 ruim zijn verdubbeld (figuur 3.3). De investeringen in bedrijfshulpmiddelen die in de categorie circulaire economie² vallen zijn ruim verviervoudigd over deze jaren.

Figuur 3.3
Investerings in bedrijfshulpmiddelen circulaire economie via MIA/VAMIL



Bron: RVO.nl

3.2 Circulair inkopen: cases kantoormeubilair en wegen

Eén van de instrumenten die de overheid heeft om bij te dragen aan de transitie naar een circulaire economie is haar eigen inkoopbeleid. Door de omvang van het inkoopvolume (73 miljard per jaar door het Rijk én decentrale overheden, EZ 2016) heeft de overheid invloed op ontwikkelingen in de markt (zie ook Asshof & Sofka 2009). Wanneer de overheid vraagt naar duurzame producten, kan ze de marktontwikkeling in een richting sturen van meer circulariteit in productie en consumptie. Daarnaast kan de overheid door circulair in te kopen zelf winning van primaire grondstoffen en emissies van broeikasgassen vermijden.

¹ Bij RVO.nl is slechts de aanvraag voor fiscale aftrek bekend. Of het bedrag werkelijk is afgetrokken is alleen bekend bij de belastingdienst, en daarmee ontoegankelijk.

² Voor 2015 en 2016 bevat de categorie circulaire economie de toenmalige gepubliceerde categorieën 'biobased en circulair' en 'afval'.

Om 'circulairder' in te kopen is een doel gesteld, dat echter in verschillende documenten op andere wijze is geformuleerd (zie tekstkader). In de *Monitor Circulair Inkopen* (Zijp et al. 2020) is het effect van de huidige inkoop op primaire grondstoffen en broeikasgasemissies gekwantificeerd voor de productgroepen kantoormeubilair en wegen.

Tekstkader

Beleidsdoelstelling voor circulair inkopen

Beleidsdoelen voor circulair inkopen zijn het verminderen van broeikasgasemissies en verminderen van primaire-grondstoffengebruik. Er zijn in verschillende documenten beleidsdoelen geformuleerd om met circulair inkopen 1 megaton CO₂ te besparen:

- 'De ambitie is met alle overheden een besparing van 1 megaton in 2021 te realiseren' (Uitvoeringsprogramma Circulaire Economie 2019-2023; februari 2019). Hetzelfde uitvoeringsprogramma is gericht op 50 procent minder verbruik van primaire abiotische grondstoffen in 2030.

- 'De ambitie van het kabinet is om samen met de medeoverheden, door met name circulair inkopen, deze kabinetsperiode al 1 megaton aan CO₂ te besparen.' (Kabinetsreactie op de transitieagenda's circulaire economie p.11, 29 juni 2018).

- 'Ambitie: 1 megaton minder CO₂ uitstoot per jaar vanaf 2022' (<https://www.rijksoverheid.nl/actueel/nieuws/2018/01/15/van-veldhoven-ontvangt-plannen-voor-duurzaam-nederland>, 13-11-19).

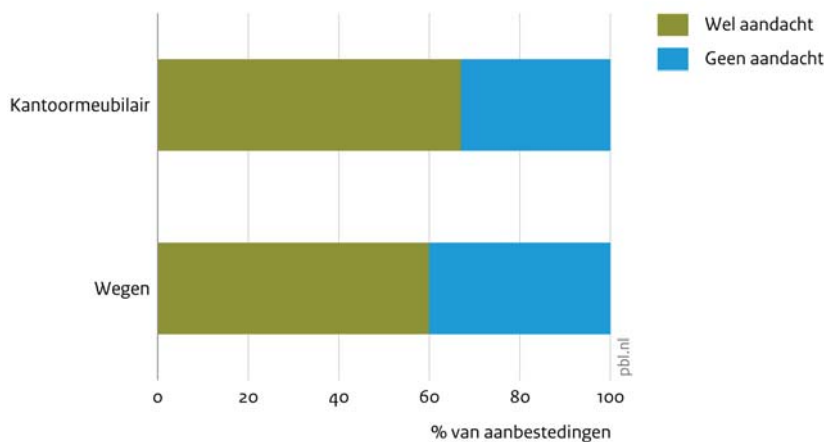
Opvallend is dat het beleidsdoel om 1 megaton CO₂ (of CO₂-eq) te besparen op verschillende manieren is geformuleerd voor wat betreft:

- het beleidsinstrument: 1) voor circulair inkopen; 2) voor 'met name' circulair inkopen en 3) voor duurzaam inkopen;
 - de periode: in 2021; in de kabinetsperiode (2017-2021); vanaf 2022 per jaar.
-

In de *Monitor Circulair Inkopen* is steekproefsgewijs bekeken of in de uitvraag en de realisatie van tenders voor kantoormeubilair en wegen aandacht was voor circulaire strategieën, zoals toegelicht in paragraaf 2.4.1. De monitor richt zich op het effect van wat er daadwerkelijk wordt ingekocht. Met dat doel is op basis van interviews met de aanbestedende dienst en de uitvoerder achterhaald of er daadwerkelijk effect op grondstofgebruik of CO₂-emissies is geweest of te verwachten valt. De monitor richt zich op inkopen door de hele overheid in 2017 en 2018. Daaronder vallen naast het Rijk en decentrale overheden bijvoorbeeld ook scholen, ziekenhuizen en Staatsbosbeheer. Biobased inkopen wordt in deze monitor gezien als onderdeel van circulair inkopen. Klimaatneutraal inkopen leidt in sommige gevallen tot circulair inkopen, bijvoorbeeld door het gebruik van de CO₂-prestatieladder. Dergelijke aanbestedingen zijn meegenomen als circulair.

Bij beide productgroepen was in meer dan de helft van de aanbestedingen aandacht voor circulaire maatregelen (figuur 3.4). Bij kantoormeubilair wordt van alle gekozen strategieën in deze aanbestedingen ook effect verwacht. Van de tenders voor wegen was een deel waarin wel circulaire strategieën werden uitgevraagd, maar waar geen effect aan toe te kennen is. Dit kwam door het type maatregel (marktstandaard) en het implementatieproces (bijvoorbeeld andere keuzes tijdens contractfase door bezuinigingen en uitstraling). De belangrijkste circulaire strategieën die werden uitgelokt via de tenders waren bij beide productgroepen langere levensduur, bij wegen de inzet van gerecyclede materialen (R5), en bij kantoormeubilair de inzet van opgeknapt (refurbished, R4) kantoormeubilair.

Figuur 3.4
Aandacht voor circulair inkopen bij overheid, 2017 – 2018



Bron: RIVM 2020

Het effect dat deze R-strategieën op materiaalinput en emissies hebben, is berekend op basis van Life Cycle Analysis (LCA) en afgezet tegen standaardproductie en -gebruik. Het effect van circulair inkopen van kantoormeubilair in 2017-2018 wordt geschat op bijna 600 ton vermeden materiaal en 2,9 kiloton vermeden CO₂-eq. De meeste van deze emissies worden pas tien jaar na aanschaf daadwerkelijk vermeden, namelijk op het moment dat de levensduur langer wordt dan in de standaardsituatie. Dat is dus rond 2028. Het andere deel van de vermeden emissies vindt 'nu' plaats, door inzet van opgeknapte producten in plaats van nieuwe. Uit de interviews bleek dat leveranciers en aanbestedende diensten hiervoor, tijdens de contractfase, samen wel organisatorische hobbels moeten overwinnen; zoals het definiëren van welke kwaliteit wel of niet acceptabel is (bijvoorbeeld: mag textiel verkleurd zijn?).

Het effect van circulair inkopen van wegen in 2017-2018 wordt geschat op een besparing van ongeveer 0,3 miljoen ton materiaal en ongeveer 24 kiloton CO₂-eq (in twee jaar). De meeste daadwerkelijk vermeden emissies van deze maatregelen vinden plaats rond de aanlegfase door de keuze voor asfalt met meer recyclelaat dan normaalgesproken in de tussenlaag en toplaag.

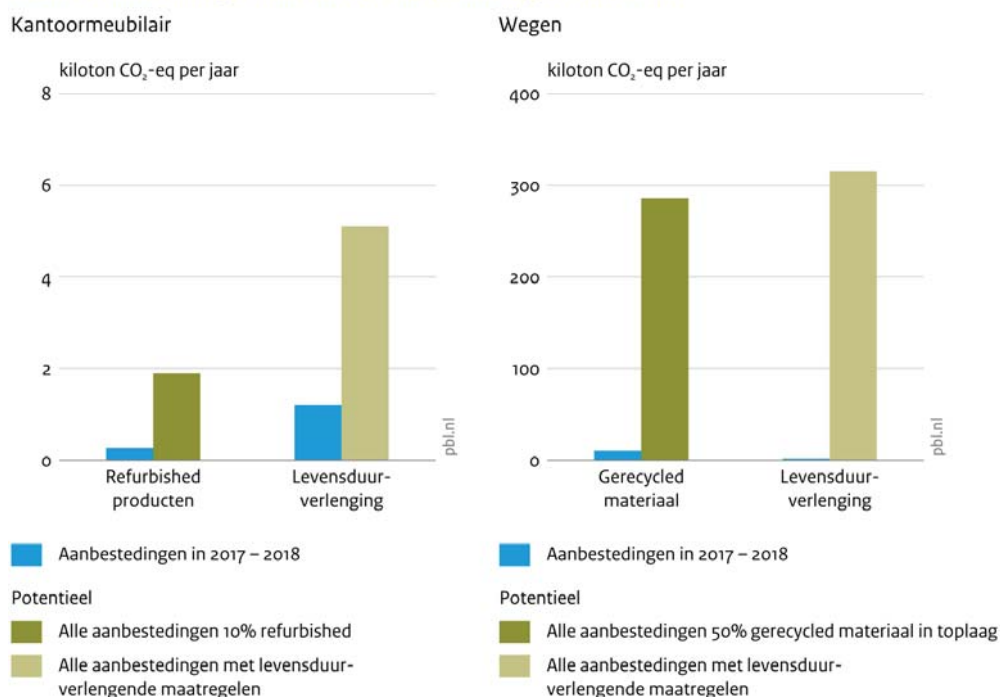
Wanneer de maatregelen worden toegepast in alle inkopen van deze twee productgroepen van alle overheden, is het geschatte effect per jaar op dit moment aanzienlijk (tabel 3.2). De maximale winst met de gevonden en te kwantificeren maatregelen voor meubilair (10 jaar levensduurverlenging en aanschaf refurbished spullen) is geschat op ongeveer 50 kiloton vermeden CO₂-eq per inkoopjaar. De maximale winst met de gevonden en te kwantificeren maatregelen voor wegen is geschat op 286 kiloton CO₂-eq per inkoopjaar door inzet van 50 procent gerecycled asfalt in de toplaag en 315 kiloton CO₂-eq per inkoopjaar door levensduur verlengende maatregelen. Deze berekeningen gaan uit van de huidige marktstandaard. Dit zijn twee productgroepen, waarmee in potentie meer dan de helft van de doelstelling van 1 megaton vermeden broeikasgasemissies gehaald zou kunnen worden. Verwacht wordt dat de productgroepen die in het kader van het *Werkprogramma Monitoring en Sturing Circulaire Economie* in 2020 geanalyseerd zullen worden een vergelijkbare potentie hebben. Hieronder vallen waarschijnlijk ICT-hardware, nieuwbouw en renovatie van gebouwen, zonnepanelen, bedrijfskleding en dienstauto's.

Tabel 3.2 Potentieel maximaal effect van de gekwantificeerde maatregelen per inkoopjaar op basis van de huidige praktijk voor circulair inkopen en de huidige marktstandaard

	Potentiele materiaalbesparing (10 ⁶ kg)	Potentieel te vermijden broeikasgasemissies (10 ³ ton CO ₂ -eq.)
Kantoormeubilair		
Levensduurverlenging 10 jaar	9,0	51
Refurbished 1% (huidig)	0,09	0,37
Refurbished 5%	0,14	0,76
Refurbished 10%	0,36	1,9
Wegen		
Levensduurverlengende maatregelen	3.699	315
Asfalt met 25% hoogwaardig recycalaat in de toplaag	4.242	175
Asfalt met 50% hoogwaardig recycalaat in de toplaag	8.010	286

Ondanks dat er bij de meeste aanbestedingen aandacht is voor circulaire strategieën (figuur 3.4), laat de Monitor Circulair Inkopen ook zien dat een groot deel van het potentieel nog niet verzilverd wordt (figuur 3.5). Meetbaarheid en waarborging van een langere levensduur door maatregelen, zoals extra onderhoud en reparatie, zijn hiervoor van essentieel. Onderhoud en reparatie hebben geen effect op de uitstoot van broeikasgassen als bijvoorbeeld het meubilair niet langer wordt gebruikt dan normaal, omdat een volgende inkoop niet wordt uitgesteld. Dit bijvoorbeeld zijn omdat er verhuisd wordt, en het normaal is op zo'n moment nieuw meubilair aan te schaffen. Een dergelijke gewenste langere levensduur zal dus op verschillende plekken in organisaties gewaarborgd moeten worden.

Figuur 3.5 Vermeden broeikasgasemissie door circulair inkopen overheid



Bron: RIVM 2020

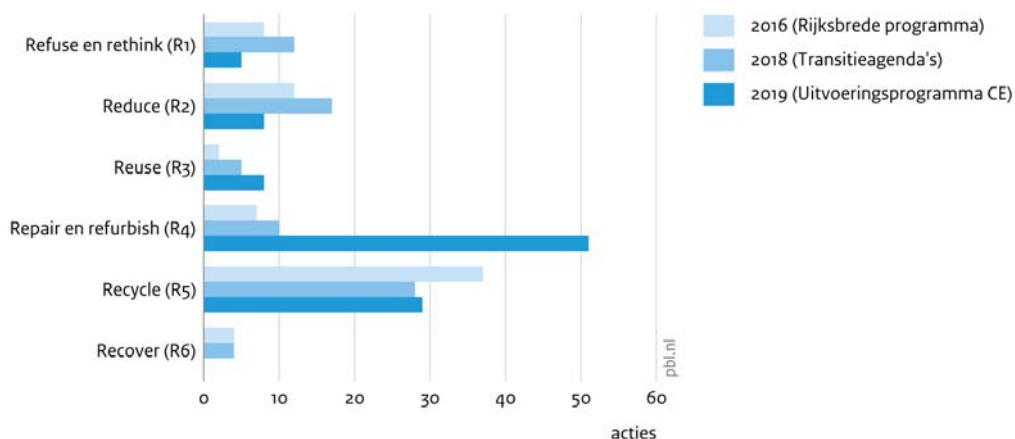
3.3 Waar zijn de acties in de beleidsprogramma's en transitieagenda's op gericht?

In februari 2019 is het *Uitvoeringsprogramma Circulaire Economie 2019-2023* vastgesteld (I&W 2019). Hierin zijn voor de vijf prioritaire thema's – biomassa & voedsel, kunststoffen, maakindustrie, bouw en consumentengoederen – acties benoemd. Deze acties zijn grotendeels gebaseerd op acties in het *Rijksbrede programma Circulaire Economie* (2016) en op de transitieagenda's voor deze thema's (2018). Daarnaast zijn er tien dwarsdoorsnijdende thema's geïdentificeerd, zoals circulair ontwerp, circulair inkopen, marktprikkels en gedrag.

De acties die voor de prioritaire thema's in het Uitvoeringsprogramma zijn gesteld, zijn op basis van de R-strategieën vergeleken met de geformuleerde acties in de transitieagenda's en die in het Rijksbrede programma (figuur 3.6; Lijzen et al. 2020). Dit zijn slechts de acties die aan een R-strategie gekoppeld kunnen worden. Daarnaast zijn er acties binnen de dwarsdoorsnijdende thema's en acties die op de gehele R-ladder van toepassing zijn, of generiek zijn ten opzichte van de R-strategieën.

Circulariteitsstrategieën die zich in het midden van de circulariteitsladder bevinden, zoals reparatie en hergebruik van productonderdelen, krijgen in het Uitvoeringsprogramma van 2019 beduidend meer aandacht dan in het Rijksbrede programma uit 2016. Dit zijn met name acties die onder consumptiegoederen en de bouw vallen. Hierbij moet worden opgemerkt dat alle acties nu even zwaar worden gewogen, terwijl niet alle acties even veel impact zullen hebben. Bij het monitoren van acties is ook de stand van zaken van de uitvoering van belang. Deze wordt toegelicht in Lijzen et al. (2020).

Figuur 3.6
Acties gericht op circulaire strategieën



Bron: RIVM 2020

4 Monitoring van effecten

De circulaire economie is een middel om de milieudruk en leveringsrisico's te verminderen. De huidige leveringsrisico's worden beschreven in paragraaf 4.2. Het effect op de milieudruk is in het eerste jaar van het Werkprogramma niet onderzocht. Wel zijn de indicatoren voor het gebruik van materialen geüpdate voor 2014 en 2016, waaronder de inzet van primaire grondstoffen en secundaire materialen in Nederland (Van Berkel et al. 2019; paragraaf 4.1). Ook is ingezoomd op één nog grotendeels onbekend deel: de voorraden. Voorraden in het elektriciteitssysteem en in de elektronica zijn als case geanalyseerd om te zien of hier meer inzicht in verkregen kan worden (Van Oorschot et al. 2020; paragraaf 4.1.4).

Op dit moment is het nog niet mogelijk om een volledig beeld te geven van het materiaalgebruik in Nederland en de milieueffecten van dit materiaalgebruik. Dat neemt niet weg dat deze informatie essentieel is om te analyseren of de doelen die men met een circulaire economie wil bereiken, in beeld zijn. In hoofdstuk 5 wordt beschreven welke stappen nodig zijn om deze informatie wel boven tafel te krijgen.

4.1 Materialen

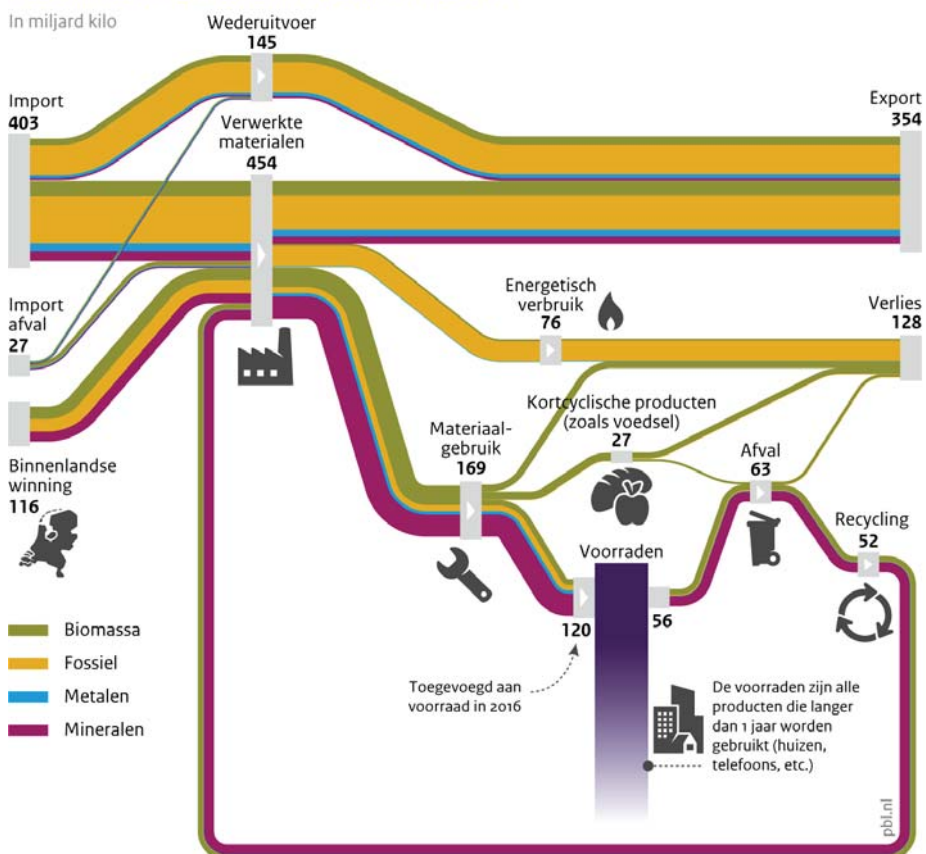
4.1.1 Gebruik van materialen

In 2016 heeft Nederland 454 miljard kilo materialen verwerkt en dat is ongeveer evenveel als in 2014 (van Berkel et al. 2019). Dit zijn ruwe grondstoffen (zoals ijzererts of aardolie) en materialen die verwerkt zijn in halffabricaten en producten. Niet al deze materialen wint of produceert Nederland zelf (zie figuur 4.1). Ongeveer een derde van de materialen komt uit eigen productie – van bijvoorbeeld suikerbieten en aardappelen – en eigen winning van bijvoorbeeld aardgas en grind. Ruim twee derde van de ruwe grondstoffen en materialen wordt geïmporteerd. Geïmporteerde ruwe grondstoffen zijn vooral aardolie, aardgas en steenkool. Een eindproduct, zoals een geïmporteerde auto, die via een handelaar naar Nederlandse consumenten gaat, valt hier ook onder.

Na een bewerking in Nederland tot bijvoorbeeld een halffabricaat of product wordt bijna de helft van de materialen geëxporteerd. Daarnaast importeert Nederland nog een grote hoeveelheid materialen die vrijwel zonder bewerking weer wordt geëxporteerd (oftewel wederuitvoer, 145 miljard kilo).

Van de materialen die hier in Nederland zijn gebleven (245 miljard kilo), is een derde verbrand voor energieopwekking: dit zijn voornamelijk fossiele grondstoffen. De biomassa is veelal gebruikt voor voedsel voor mensen en dieren (de zogenoemde kortcyclische producten). De rest van de materialen – en dat zijn vooral mineralen – is door Nederlandse bedrijven verwerkt tot producten. Denk hierbij aan: meubels, wasmachines, woningen en wegen. Deze materialen komen dan als product of onderdeel in de voorraden van de Nederlandse economie terecht. Een groot deel van de materialen gaat echter na gebruik verloren voor verdere productie of consumptie (128 miljard kilo). Dat is bijvoorbeeld opgegeten voedsel, maar ook de CO₂ die vrijkomt bij verbranding, het afval dat wordt gestort, voedselverspilling en strooizout.

Figuur 4.1
Materiaalstromen Nederlandse economie 2016



Bron: CBS 2019

In vergelijking met andere EU-landen is de consumptie van materialen voor de Nederlandse economie per persoon lager dan gemiddeld (DMC, directe materiaalconsumptie). Dit komt bijvoorbeeld doordat Nederland dichtbevolkt is en daardoor de infrastructuur (zoals wegen) heel efficiënt kan gebruiken. Deze materialen leveren ook een hoger bbp per kilo op dan gemiddeld in de EU-28, oftewel een hogere materiaalproductiviteit. Dit komt vooral doordat Nederland een diensteneconomie is en diensten gebruiken minder materiaal dan productie. Tussen 2014 en 2016 is het aantal verdiende euro's per kilo materiaal met 4 procent toegenomen. Nederland heeft dus per euro bbp relatief weinig materialen nodig en is daarmee materiaalefficiënt. Ook wat betreft het gebruik van secundaire materialen behoort Nederland internationaal tot de koplopers. Binnen de EU-28 neemt Nederland zelfs de koppositie in.

De materialen die in het buitenland verloren gaan bij de productie van halffabricaten en producten bestemd voor Nederland, zijn niet meegeteld in de hoeveelheid materiaal die nodig is voor de (directe) consumptie in de Nederlandse economie. Dit zijn verliezen door bijvoorbeeld verbranding voor de energieopwekking die nodig is voor de productie, maar ook het afval dat ontstaat gedurende het productieproces. Als deze verliezen ook worden meegerekend, is het materiaalgebruik 163 miljard kilo. Dit is dus het materiaalgebruik inclusief het gebruik in de keten (RMC). Deze hoeveelheid materialen is tussen 2014 en 2016 met 7 procent toegenomen door de groeiende economie.

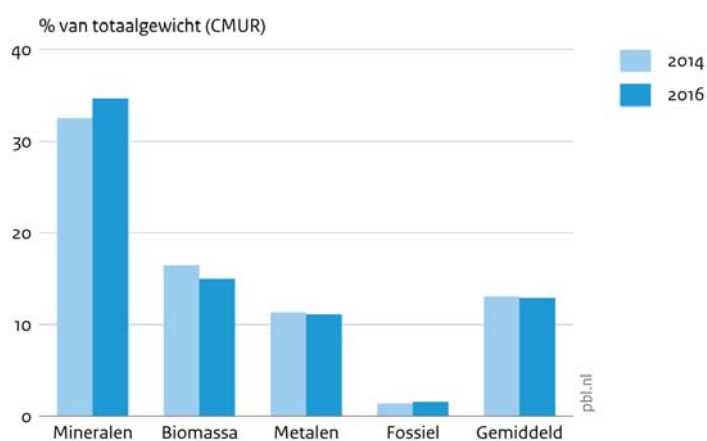
4.1.2 Inzet secundaire materialen

Er zijn in Nederland veel meer materialen nodig dan dat er secundair materiaal beschikbaar komt. De inzet van secundaire materialen in de Nederlandse economie bedroeg in 2016 13 procent van de totale inzet van materialen (figuur 4.2)³. Ondanks dat Nederland 83 procent van het afval en de reststromen gebruikt of recycleert (bijvoorbeeld als recyclelaat, dierlijke mest of reststromen voor veevoeder), is de vraag dus vele malen hoger dan dat er als secundair materiaal beschikbaar komt.

Hoeveel secundair materiaal er wordt ingezet, verschilt nogal tussen de verschillende soorten materialen (figuur 4.2). In 2016 bestaat het gebruik van metalen uit 11 procent gerecyclede metalen en bij de overige mineralen is dit bijna 35 procent. Nog geen 2 procent van de inzet van fossiele energiedragers bestaat uit secundair materiaal. De secundaire inzet van fossiele energiedragers bestaat alleen uit recycling van plastics en dierlijke mest, want na verbranding blijven er nauwelijks materialen over die weer kunnen worden ingezet. Dierlijke mest is bij de bepaling van de secundaire inzet meegeteld bij de fossiele materialen omdat het een vervanger is voor kunstmest (waarvoor veel fossiele grondstoffen nodig zijn).

De vraag en het gebruik van zowel de totale hoeveelheid materialen als de hoeveelheid secundaire materialen zijn niet veranderd tussen 2014 en 2016 (figuur 4.3). Het is op dit moment niet haalbaar om de gehele inzet van materialen te vervangen door secundaire materialen. Hier liggen drie redenen aan ten grondslag. Meer dan de helft van de materialen is via producten en halffabricaten geëxporteerd (oftewel 209 miljard kilo; 354 export minus 145 wederuitvoer). De materialen in deze producten kunnen niet worden gerecycled in Nederland. Daarnaast wordt een deel verbruikt voor energieopwekking en voeding voor mens en dier, waardoor deze materialen niet kunnen worden gerecycled. Tot slot zijn veel mineralen opgeslagen in producten met een lange levensduur, zoals gebouwen en auto's. Deze materialen komen pas na verloop van tijd vrij voor hergebruik en recycling.

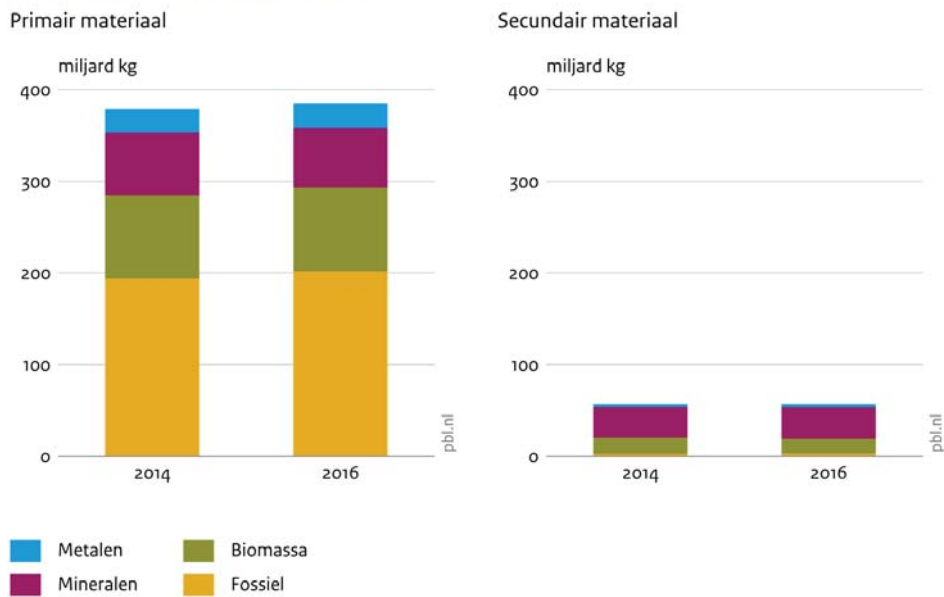
Figuur 4.2
Inzet van secundair materiaal in Nederland



Bron: CBS 2019

³ Het verschil met het eerder gepubliceerde cijfer in het 'Wat we willen weten en kunnen meten'-rapport is het gevolg van zowel methodewijzigingen als een update van de onderliggende cijfers. De belangrijkste methodewijziging betreft het meenemen van bouwafval als secundaire materiaalstroom; dit werd voorheen buiten beschouwing gelaten (zie ook Kishna et al. 2019a).

Figuur 4.3
Inzet van materialen in Nederland



Bron: CBS 2019

4.1.3 Aangrijpingspunten voor efficiënter materiaalgebruik

Om te voldoen aan de vraag naar materialen in Nederland is de hoeveelheid secundair materiaal dus niet voldoende. Er zijn mogelijkheden denkbaar om de vraag naar primaire materialen te verminderen, bijvoorbeeld door fossiele grondstoffen en biomassa te vervangen door zonne- en windenergie of consumptie van dierlijke eiwitten te verminderen en te vervangen door plantaardige (vleesproductie is meestal een inefficiënte productieketen van eiwitten).

Daarnaast zal meer hoogwaardig hergebruik of recycling de vraag naar primaire materialen verminderen. Momenteel zijn nog veel toepassingen van secundaire materialen laagwaardig (zie ook CPB 2019). Zo worden oude plastic flesjes deels gerecycled tot bempaaltjes en niet tot nieuwe flesjes en wordt oud beton meestal geen nieuw beton, maar wordt het gerecycled in bijvoorbeeld wegfunderingen. In theorie zouden alle metalen en mineralen kunnen worden gerecycled. Bij meer hoogwaardig hergebruik kunnen materialen vaker worden hergebruikt en gaan ze langer mee. Daarnaast zijn er strategieën die minder materiaal vragen, zoals levensduurverlenging van producten door reparatie, het hergebruiken of circulair ontwerpen van producten, het delen van producten of een product aanbieden als dienst (PBL 2019b). Voorbeelden hiervan zijn Spotify in plaats van een cd kopen, en het delen of huren van een product. Hierdoor zijn er minder primaire grondstoffen nodig.

4.1.4 Twee cases: voorraden in elektronica & elektriciteitssysteem

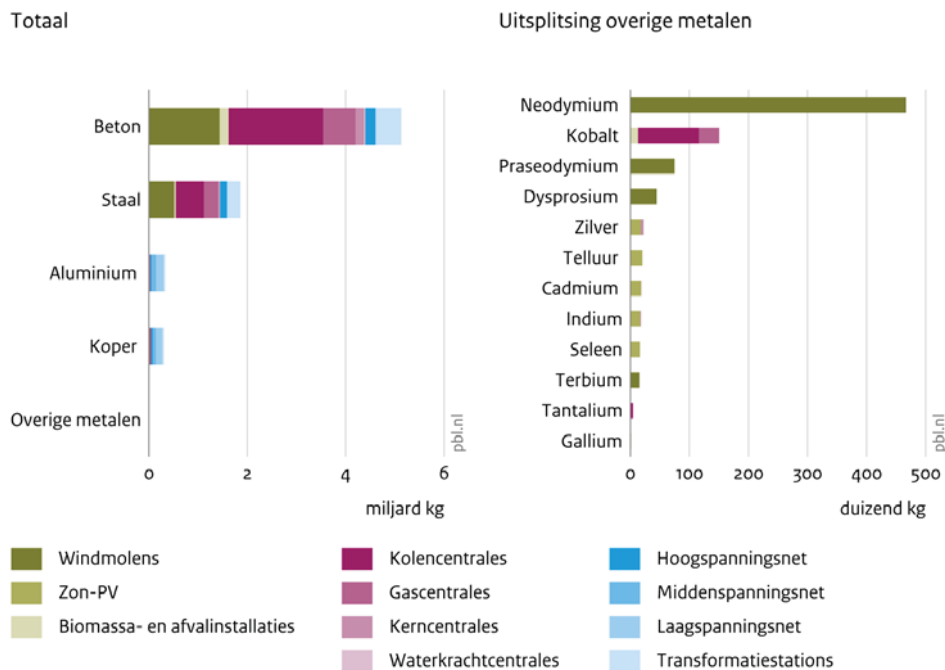
In een circulaire economie is het van belang om materialen weer te kunnen hergebruiken of recyclen (zodat er minder primaire grondstoffen nodig zijn). Aan de hand van twee cases is bekeken of het mogelijk is de voorraden te bepalen, en welke voorraden er in deze systemen en productgroepen zitten (Van Oorschot et al. 2020). Bovendien is gekeken hoe toegankelijk de materialen zijn en wat de belemmeringen van deze materialen zijn voor secundair gebruik.

Elektriciteitssysteem

In het elektriciteitssysteem blijken zich relevante hoeveelheden koper, aluminium en enkele kleinschaliger, soms kritieke, metalen te bevinden (figuur 4.4). De hoeveelheden koper en aluminium in het elektriciteitssysteem zijn substantieel; deze hoeveelheden zijn vergelijkbaar met de voorraden in transport en de bouw (Van Oorschot et al. 2020). Koper en aluminium bevinden zich met name in elektriciteitskabels. Volgens betrokkenen liggen op dit moment nog veel kabels onder de grond die niet meer in gebruik zijn. Metalen in elektriciteitskabels zijn daardoor slecht toegankelijk. Om deze, op zich zeer goed recyclebare, voorraad te benutten, is dus een extra inspanning nodig.

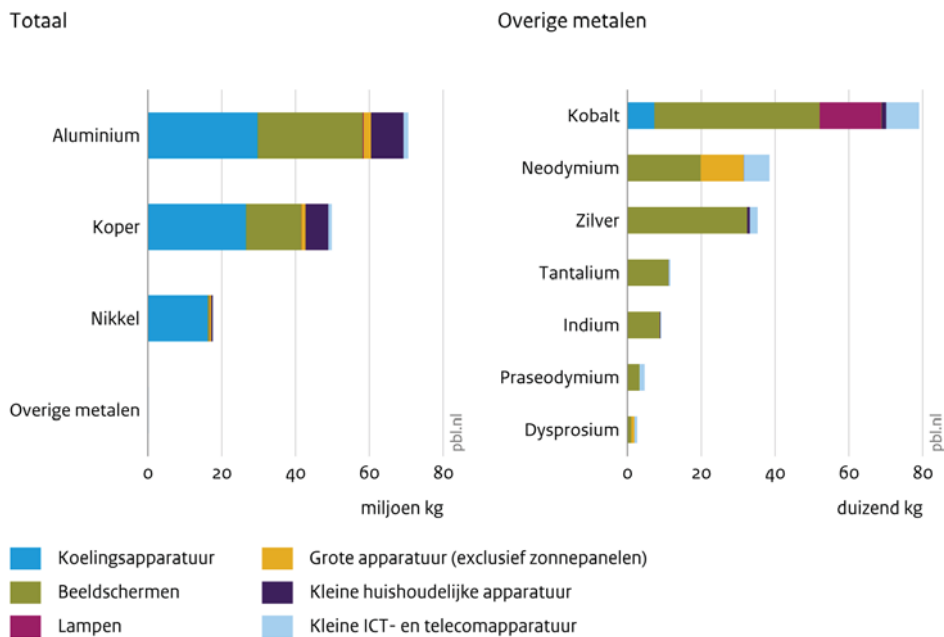
Ook zitten er kritieke metalen in het elektriciteitssysteem. Deze voorraad doet ertoe vanwege de leveringsrisico's van kritieke metalen en de stijgende vraag ernaar (zie ook paragraaf 4.2); de vraag naar deze metalen zal toenemen door de energietransitie, terwijl de leveringszekerheid laag is. Secundair gebruik van de kritieke metalen biedt op termijn een kans. De kritieke metalen bevinden zich grotendeels in windturbines en zonnepanelen. Dit zijn producten met een lange levensduur waardoor de metalen in deze producten pas op lange termijn weer beschikbaar komen voor secundair gebruik. Daarnaast is secundaire productie van deze metalen momenteel lastig, want veelal zijn de kritieke metalen zodanig verwerkt in het product dat ze lastig zijn te scheiden, bijvoorbeeld bij legeringen of vanwege de lage concentraties waarin zij voorkomen in het product.

Figuur 4.4
Materialen in elektriciteitssysteem per toepassing, 2018



Bron: CML 2020

Figuur 4.5
Materialen in elektronica per toepassing, 2016 – 2018



Bron: CML/CBS 2020

Elektronica

Elektronica is een complexe groep producten die als kenmerk heeft dat er een variëteit aan metalen, veelal ook kritieke metalen, in is toegepast. Dat maakt deze voorraad tot een *urban mine* (figuur 4.5). Elektronica is als bron van materialen zoals staal, aluminium en koper relatief onbeduidend: de hoeveelheden zijn een ordegrootte minder dan die in het elektriciteitssysteem (ruwweg een factor 6 à 7). Vanwege de korte levensduur van elektronica zouden de hoeveelheden die jaarlijks vrijkomen uit deze voorraad wel interessant kunnen zijn. Elektronica is in ieder geval interessant vanuit het oogpunt dat het allerlei kleinschalige en kritieke metalen bevat (figuur 4.5). Maar net als bij het elektriciteitssysteem geldt dat secundair gebruik van deze metalen wordt belemmerd doordat de kritieke metalen veelal zodanig zijn verwerkt in het product dat ze lastig zijn te scheiden, bijvoorbeeld bij legeringen of bepaalde mixen van materialen zoals in gecompliceerde elektronica.

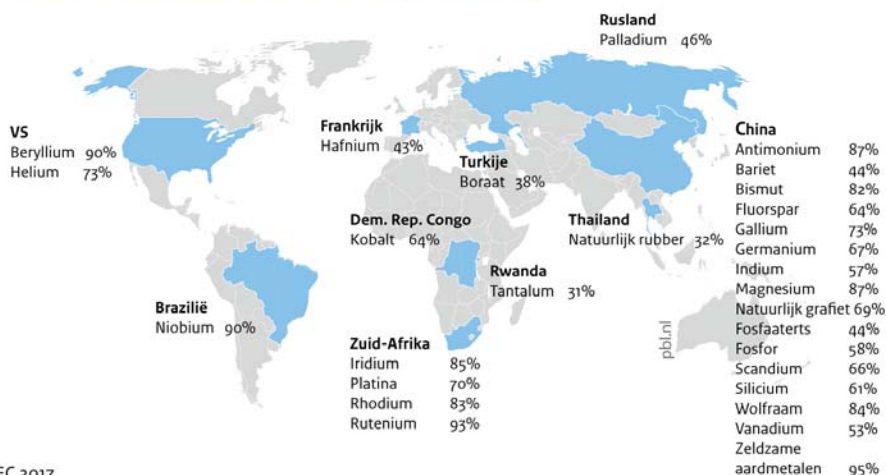
Conclusie uit cases

Conclusie uit beide cases is dat voorraden in de maatschappij kansen bieden voor een circulaire economie: zowel het elektriciteitssysteem als elektronica bevatten materialen voor hergebruik en recycling. De materialen zijn echter niet allemaal even makkelijk secundair te gebruiken. Zo liggen ongebruikte elektriciteitskabels met relevante hoeveelheden koper en aluminium onder de grond: deze zijn uitstekend te recyclen maar moeten wel eerst ingezameld worden. Materialen in het elektriciteitssysteem zitten vaak in producten met een lange levensduur, waardoor het lang kan duren voor ze beschikbaar komen. Bovendien zijn veel kritieke metalen verwerkt in legeringen, of in complexe producten waarin zij in lage concentraties voorkomen, wat recycling lastig en duur kan maken.

Essentieel zijn daarom investeringen in geschikte hergebruik- en recyclingroutes voor hoogwaardige secundaire productie en in circulaire materiaal- en productontwerpen waarbij wordt ingespeeld op secundair gebruik van materialen. Voor de energie-infrastructuur die op dit moment wordt opgezet (wind en zon) kan ontwerp juist nu een belangrijke rol spelen om ervoor te zorgen dat de materialen op de lange termijn weer opnieuw kunnen worden gebruikt.

Figuur 4.6

Dominante landen voor kritieke materialen, 2010 – 2014



Bron: EC 2017

4.2 Leveringsrisico van kritieke materialen

4.2.1 Diverse oorzaken leveringsrisico's

Er is sprake van een leveringsrisico wanneer er een risico bestaat dat een economie of een bedrijf niet kan beschikken over een materiaal. Sommige materialen zijn *kritieke materialen* vanwege de combinatie van leveringsrisico's en hun grote economisch belang. Kenmerkend voor veel kritieke materialen is dat ze wat betreft hun gewicht verwaarloosbaar zijn in vergelijking met andere materialen, maar essentieel zijn voor de functie die ze vervullen in diverse producten. Er zijn verschillende leveringsrisico's. Zo heeft TNO wel twaalf indicatoren voor risico's geïdentificeerd (TNO 2015). Hieronder bespreken we een aantal belangrijke leveringsrisico's.

Nederland is een netto-importeur van materialen en is daardoor afhankelijk van andere landen. Er zijn landen die dominant zijn in de winning van één of meerdere kritieke materialen (figuur 4.6). Bijvoorbeeld in Brazilië ligt 90 procent van de niobiumreserves, Zuid-Afrika huisvest 85 procent van de iridiumreserves, Congo heeft 64 procent van de kobalt reserves en uit China komt 87 procent van het antimoon. China heeft een monopoliepositie voor veel kritieke materialen. China was in 2017 verantwoordelijk voor meer dan een derde van de mondiale hoeveelheid gewonnen materialen (EC 2017). Tien landen zijn gezamenlijk verantwoordelijk voor de winning van 68 procent van de totale hoeveelheid mondiale materialen. Handel in deze materialen is daardoor vatbaar voor monopolistisch gedrag.

Daarnaast speelt het probleem dat enkele kritieke materialen worden gewonnen als bijproduct van andere materialen, omdat de winning alleen op deze manier financieel aantrekkelijk is. Een voorbeeld is indium dat een bijproduct is bij de winning van zink. Indium is een metaal met toepassingen in lcd-schermen, soldeertin en elektronica. Als de marktvaart plotseling stijgt, is er niet direct meer grondstof beschikbaar. Er komt namelijk veel bij kijken om een mijn te openen; een proces dat minstens 10 jaar zal duren (Rietveld et al. 2018). De winning van het hoofdproduct (zink) kan meestal niet binnen een jaar reageren op een stijgende vraag naar het bijproduct (indium). Een groter aanbod van indium zou dan moeten komen uit aanpassingen in de metallurgische processen voor de productie van indium en zink maar deze processen zijn eveneens inflexibel.

4.2.2 Risico's op de korte en lange termijn

Er is een verschil tussen leveringsrisico's op de lange en op de korte termijn. Het leveringsrisico op de lange termijn wordt bepaald door het beperkte aantal landen met aangetoonde reserves en de geo-economische reserve. De materialen met de hoogste leveringsrisico's op de lange termijn zijn antimoon, germanium, indium, gallium, zirkoon en enkele elementen uit de groep van platinametalen.

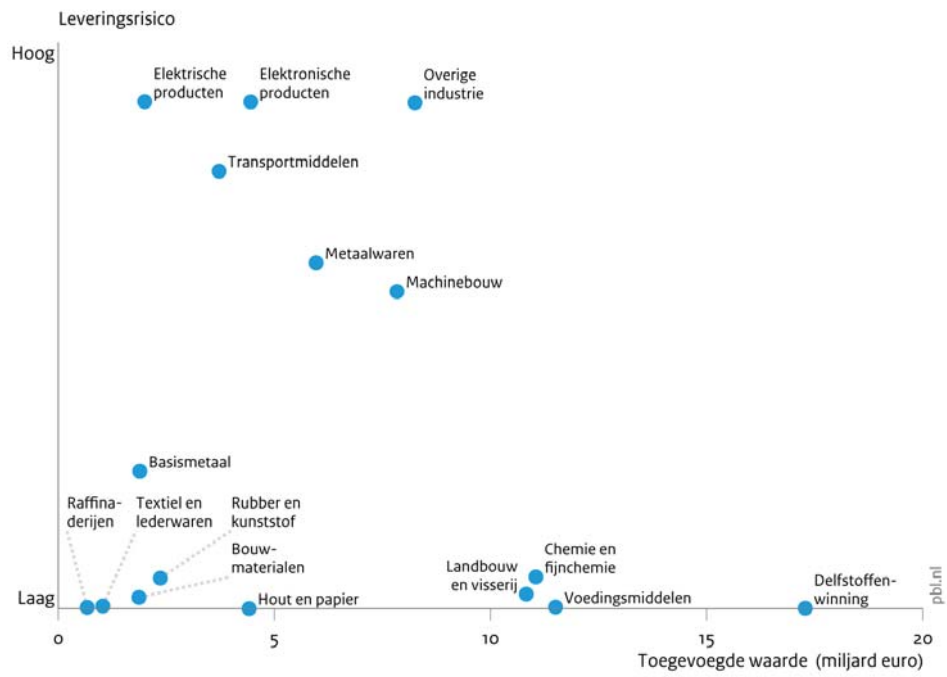
Op de korte termijn vormt de betrouwbaarheid van leveranciers van kritieke materialen het belangrijkste leveringsrisico. Dit wordt bepaald door of de landen waar de grondstof wordt gewonnen wettelijk en economisch overeenkomen met westerse landen (de World Governance Index-score) en het aantal landen met reserves aan deze materialen. Op korte termijn is het risico op leveringsonderbrekingen vooral aan de orde bij kritieke metalen – zoals zeldzame aardmetalen, kobalt, wolfram, tantaal, tin en indium – die in de maakindustrie gebruikt worden. Deze kritieke metalen worden gebruikt in bijvoorbeeld machines, onderdelen van transportmiddelen en elektronica.

Er ontstaan ook nieuwe leveringsrisico's door de energietransitie. Om de energietransitie te realiseren is een niet eerder vertoonde versnelling van de productie van veel materialen nodig (Rietveld et al. 2018). De huidige mondiale productie van een aantal kritieke metalen is niet voldoende voor de Nederlandse energietransitie (Van Exter et al. 2018). Sommige kritieke metalen – zoals zeldzame aardmetalen (neodymium, terbium, dysprosium en praseodymium), zilver, kobalt en iridium – zijn noodzakelijk in producten voor de energietransitie, zoals zonnepanelen, groene waterstof batterijen, elektrische auto's en consumentenelektronica. Een zeer kleinschalig gewonnen metaal als iridium speelt waarschijnlijk een belangrijke rol in de productie en het gebruik van groen waterstofgas. De toekomstige wereldwijde jaarlijkse vraag naar kritieke metalen voor zonnepanelen is groter dan de toekomstige wereldwijde jaarproductie. De genoemde metalen worden slechts in enkele landen gewonnen en in nog minder landen geraffineerd.

4.2.3 Impact op sectoren in de Nederlandse economie

De maakindustrie krijgt het meest te maken met de leveringsrisico's van kritieke materialen. Met name de sectoren elektronische industrie, de elektrische apparatenindustrie, de transportmiddelenindustrie, overige industrie, metaalproducten en de machinebouw (figuur 4.7) krijgen hiermee te maken. Door de vraag naar kritieke materialen voor de energietransitie nemen de leveringsrisico's toe.

Figuur 4.7
 Relatie tussen leveringsrisico en toegevoegde waarde per Nederlandse sector, 2013



Leveringsrisico's zijn exclusief risico's door energietransitie

Bron: TNO 2015

5 Naar een robuuste monitoring en sturing: vervolgstappen

5.1 Inleiding

Het *Werkprogramma Monitoring en Sturing Circulaire Economie* heeft als doel een kennisbasis te ontwikkelen waarmee beleidsmakers kunnen worden ondersteund in het maken van beleid voor een circulaire economie. Om met deze monitoring bij te dragen aan de doelstellingen die het kabinet heeft, en daarvoor sturingsinformatie te leveren, is een aantal ontwikkelingen voor de kennisbasis essentieel. Deze ontwikkelingen zouden zich onder andere moeten richten op:

- in beeld brengen van kwantiteit en kwaliteit van de actuele stromen en voorraden grondstoffen, zoals die zijn vervat in materialen, (half)producten en afgedankte producten;
- in beeld hebben van milieudruk in de productketen van het gebruik van grondstoffen voor productie en consumptie;
- in beeld hebben van leveringsrisico's;
- in beeld brengen van transitiedynamiek en ontwikkeling van een daarvoor geschikt denkkader om de samenhang van de indicatoren te kunnen duiden;
- in beeld brengen van toekomstige trends in het gebruik van materialen in de economie en het effect daarvan op milieudruk, leveringszekerheid en de economie;
- in beeld brengen van mogelijke beleidsinstrumenten en de verwachte effecten daarvan.

In de afgelopen jaren zijn door verschillende kennisinstellingen al inzichten over circulaire economie ontwikkeld. Het *Werkprogramma Monitoring en Sturing Circulaire Economie* moet een stevige impuls geven aan de verdere ontwikkeling van die inzichten en de kennisbasis voor Circulaire Economie verder versterken. In de voorgaande hoofdstukken is gerapporteerd welke resultaten in het kader van dit *Werkprogramma* in 2019 zijn gerealiseerd. In dit laatste hoofdstuk beschrijven we een aantal vervolgstappen die in de komende jaren nodig zijn om de transitie naar een circulaire economie op een gedegen manier te monitoren en sturen.

5.2 Zicht op het transitieproces

Zoals eerder gezegd (paragraaf 2.1) biedt de monitoring van transitie-indicatoren kans op bijsturing van de transitie voordat de effecten zichtbaar worden. Voorbeelden van deze transitie-indicatoren zijn beschikbare middelen, kennis en veranderende normen. Op dit moment is er wel een beeld welke indicatoren van belang zijn voor een technologische innovatie, maar of deze indicatoren voldoende zijn en hoe deze indicatoren samenhangen met betrekking tot een bredere transitie, zoals de transitie naar een circulaire economie, is

niet onderzocht. Voor monitoring van een transitieproces is dus op dit moment geen goed theoretisch kader beschikbaar waarmee de analyse (enigszins) kwantitatief onderbouwd kan worden.

In paragraaf 2.3 staan drie theoretische kaders genoemd die een steentje kunnen bijdragen aan een theoretisch kader dat aan die eisen voldoet. Dit zijn het TIS-framework (Hekkert et al. 2007), het multilevel-perspectief (Geels 2002) en de 'X-curve' (Loorbach 2017). De komende jaren zullen in het Werkprogramma stappen worden gezet om een raamwerk te ontwikkelen dat geschikt is voor de beschrijving van een brede maatschappelijke transitie en rekening houdt met zowel het opkomende als het gevestigde systeem. Daarnaast is het uitgangspunt dat een dergelijk raamwerk indicatoren benoemt die gemonitord kunnen worden.

In 2019 is een aantal transitie-indicatoren geselecteerd en uitgewerkt (zie hoofdstuk 3). Deze indicatoren brengen in alle gevallen acties van de overheid in beeld. Naast de overheid spelen ook burgers en bedrijven een rol in de transitie. Zo zou voor een analyse van welke beleidsinzet nodig is, het waardevol zijn te weten hoeveel bedrijven investeren buiten de fiscale regelingen en subsidies van RVO. Welke mogelijkheden hiervoor zijn, zal in latere jaren van het Werkprogramma worden opgepakt. Ook is bijvoorbeeld relevant hoe groot marktaandeelen van circulaire producten op dit moment zijn. In *Circulaire economie in kaart* (PBL 2019b) is in kaart gebracht welk deel van de bedrijven circulaire activiteiten ontplooit en welke bedrijven dat zijn, om een beeld te krijgen van het ondernemerschap op diverse circulaire-economie-gerelateerde domeinen. Deze inventarisatie wordt in 2020 in het kader van het *Werkprogramma Monitoring en Sturing Circulaire Economie* herhaalt.

5.3 Inzicht in materiaalgebruik en -voorraden

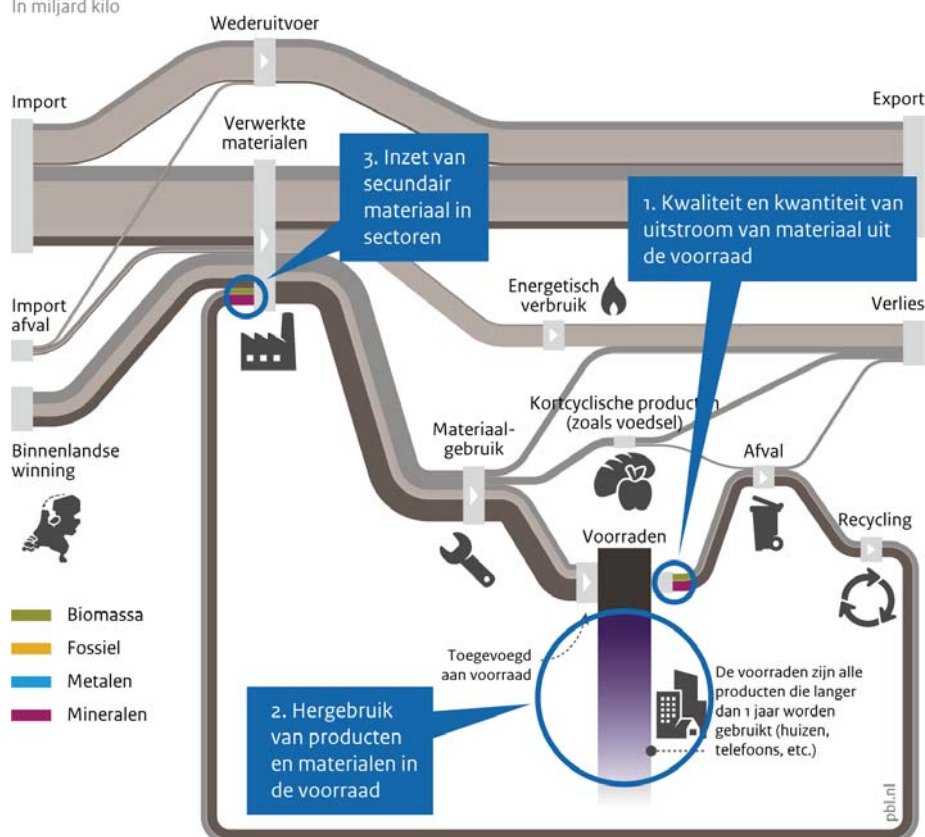
5.3.1 Materialen in beeld

In een circulaire economie worden materialen optimaal gebruikt zodat milieudruk en leveringsrisico's verminderen. Op dit moment geldt voor 2030 een halveringsdoelstelling voor het primaire abiotische grondstoffengebruik in de Nederlandse economie. Om deze doelstelling te bereiken kunnen in beginsel drie wegen bewandeld worden: 1) de totale inzet van materialen voor productie en consumptie verkleinen, 2) de inzet van secundaire materialen, hergebruik en de aandelen reparatie en revisie vergroten, of 3) de inzet van biotische grondstoffen vergroten.

Om in beeld te krijgen hoe het grondstoffengebruik kan worden verminderd, is het noodzakelijk om kennis op te bouwen over de stromen en voorraden van materialen in de Nederlandse economie en hoe die in internationale ketens zijn verweven. Op tenminste drie punten kan kennis over de stromen en voorraden grondstoffen en materialen aangrijpingspunten voor beleid opleveren: 1) de kwantiteit en kwaliteit van uitstroom uit voorraden in de tijd, 2) het gebruik van de voorraden op dit moment (bijvoorbeeld mobiele telefoons die in een la blijven liggen), en 3) de inzet van secundaire materialen in specifieke sectoren (figuur 5.1). In de *Materiaalmonitor* zijn al cijfers beschikbaar op nationaal niveau en per goederengroep en sector (ongeveer 360 goederengroepen en afval en 135 sectoren). De plausibiliteit van deze cijfers is niet altijd bekend en geeft daarnaast niet altijd voldoende detail om voor deze aangrijpingspunten handelingsperspectieven in beeld te krijgen. Bovendien zijn de materialen die zich in de zogenoemde 'voorraad' bevinden een black box.

Figuur 5.1
Punten met onvoldoende informatie voor sturing in materiaalstromen

In miljard kilo



Bron: CBS 2019; PBL 2020

Het is namelijk van veel materialen onbekend hoe lang ze in de voorraad zitten, en of ze bijvoorbeeld – voordat ze als afval uit de voorraad verdwijnen – als product worden hergebruikt of als onderdeel opnieuw worden ingezet. Hieronder gaan we uitgebreider op de drie aangrijpingspunten in.

5.3.2 Inzet van secundair materiaal

Bepaling van de sector waar secundair materiaal ingezet wordt is op dit moment deels gebaseerd op inschattingen van experts. Het aanbod van secundair materiaal wordt berekend op basis van twee databases: 1) gemeld en afgemeld afval via Rijkswaterstaat, en 2) voorbereiding tot recycling via een enquête-uitvraag door het CBS (CBS 2019). Vervolgens worden de stromen naar sectoren gebaseerd op cijfers uit de Nationale Rekeningen⁴ (monetair gebruik van afvalgoederengroepen) en inschattingen van experts. Zo wordt aangenomen dat (gerecycled) rubber en plastic ingezet worden in de rubber- en kunststofverwerkingsindustrie en textiel in de textielindustrie. Het is niet exact bekend hoeveel en welke secundaire materialen door sectoren ingezet worden, behalve voor papier en ijzer. Om hier robuustere schattingen voor te maken, lijkt uitbreiding van enquêtes bij bedrijven zinvol.

Ook bij de productie in het buitenland van producten voor de Nederlandse markt kunnen secundaire materialen zijn ingezet. Onbekend is hoe de materiaalsamenstelling van door

⁴ Het CBS publiceert de belangrijkste macro-economische cijfers in een samenhangend systeem: de *Nationale Rekeningen*. Dit systeem geeft een kwantitatieve beschrijving van het economische proces in Nederland en de economische relaties met het buitenland. Zie ook: <https://www.cbs.nl/nl-nl/economie/macro-economie/wat-zijn-de-nationale-rekeningen->

Nederland geïmporteerde producten is. Dit lijkt op korte termijn niet te achterhalen. Tot die tijd kan gewerkt worden met het mondiaal gemiddelde van het aandeel secundair materiaal in geïmporteerde producten. Dit is op dit moment 9 procent (Circle Economy 2019).

5.3.3 Gebruik en uitstroom van voorraden

Kennis en monitoring van de hoeveelheid materiaal die vroeger of later in de tijd uit voorraden beschikbaar komt (de zogenoemde uitstroom) alsook de kwaliteit van deze uitstroom is van belang, omdat het aangeeft welk aanbod van secundair materiaal te verwachten is in de komende jaren. Daarmee geeft deze kennis deels antwoord op de vraag hoeveel van de primaire inzet van grondstoffen en materiaal te vervangen is door secundair materiaal.

Om dit inzicht te krijgen zijn verschillende aspecten van een voorraad goederen van belang: de levensduur van het goed, de materiaalcompositie of de samenstelling van het goed. De levensduur zegt niet in alle gevallen of de producten en materialen ook vanzelf beschikbaar komen voor hergebruik. Er zijn goederen bekend waarvan aanzienlijke *hibernating stocks* (voorraad in winterslaap) zijn, bijvoorbeeld de elektriciteitskabels in de grond die niet meer in gebruik zijn. Ook is het onbekend hoe en hoeveel producten, onderdelen en materialen worden hergebruikt. Kennis hiervan biedt aangrijpingspunten om hergebruik te stimuleren, wat uiteindelijk de vraag naar primaire grondstoffen kan verlagen.

Een indicatie van de gebruikte technologie geeft vaak al inzicht in de materiaalcompositie. Wanneer materialen verlijmd zijn of in een mix of legering gebruikt, is het onmogelijk of kost het extra moeite de materialen weer te scheiden om er kwalitatief goede secundaire materialen van te maken. Voor sommige voorraden is ook de locatie van belang, omdat grote transportafstanden van het secundair materiaal kostbaar zijn.

Er zijn een aantal goederengroepen in Nederland die op dit moment substantiële voorraden aan materialen vormen. Te denken valt aan het elektriciteitssysteem, elektronica-producten (zie paragraaf 4.1.4), duurzame consumptiegoederen, onroerend goed, transportmiddelen, infrastructuur voor communicatie- en dataverkeer en de grond- weg- en waterbouw (inclusief spoor). Daarnaast is de infrastructuur voor energieopslag relevant omdat deze in de toekomst zeer waarschijnlijk zal groeien. Op dit moment zijn voorraden in elektronica, transportmiddelen en het elektriciteitssysteem (Van Oorschot et al. 2020) en stromen vanuit de bouw (EIB & Metabolic 2019) in beeld gebracht. Hiermee zijn echter nog niet in alle gevallen alle relevante indicatoren (kwaliteit en kwantiteit, verwachting in de tijd) met betrekking tot de uitstroom in beeld. De casestudie voor elektronica wijst uit dat voorraad-informatie van consumptiegoederen gebaseerd kan worden op beschikbare gegevens en er een koppeling met de materiaalmonitor gemaakt kan worden. Dit wordt opgepakt in het *Werkprogramma Monitoring & Sturing Circulaire Economie 2020*.

5.3.4 Zeer zorgwekkende stoffen in materialen

In de transitie naar een circulaire economie moet rekening worden gehouden met de aanwezigheid van zeer zorgwekkende stoffen (ZZS) in (oude en nieuwe) materialen (Beekman et al. 2020). Bepaalde chemische stoffen werden en worden omwille van hun functionele eigenschappen (weekmakers, brandvertragers enzovoort) aan het materiaalontwerp toegevoegd. Het kan daarbij ook gaan om stoffen met eigenschappen die schadelijk zijn voor mens of milieu. Afhankelijk van de producttoepassing en de manier waarop mens en milieu aan de aanwezige ZZS in of uit die producten worden blootgesteld, kunnen deze stoffen risico's opleveren.

In een circulaire economie is het te verwachten dat onderdelen en materialen een volgende toepassing krijgen. Vooral wanneer de nieuwe toepassing anders is dan de oorspronkelijke, kunnen mens en milieu onbedoeld risico's lopen. Voor een veilige circulaire economie is het

cruciaal de vinger aan de pols te houden wat er met ZZS gebeurt zodra producten en materialen anders worden toegepast dan het geval was in de oorspronkelijke gebruiksfase.

Een transitie naar een circulaire economie biedt kansen om slimmer met ZZS en mogelijke risico's van ZZS om te gaan. Circulair maken van ketens vraagt namelijk om inzicht in de compositie van materiaal- en productstromen en het vóórkomen van ZZS daarin. Dat geeft de mogelijkheid bewust te beslissen over het al dan niet gebruiken van ZZS in combinatie met circulair ontwerp (*Safe & Circular by Design*) en bij hergebruik. Beschikbaarheid van informatie in de keten, het uitbreiden van producentenverantwoordelijkheid in de productketen en het veilig omgaan met ZZS als uitfaseren niet mogelijk is, zijn belangrijke uitdagingen hierbij. Verder is het belangrijk dat het beleid op ZZS (namelijk het streven naar een zogenoemde *non-toxic environment*) in samenhang met circulair-economiebeleid wordt bekeken en dat de doelen op elkaar worden afgestemd.

Ook voor zeer zorgwekkende stoffen geldt dus dat informatie over het gebruik ervan in de hele productketen een vereiste is om hierop te kunnen sturen. Die informatie is op dit moment beperkt beschikbaar. Verschillende indicatoren zijn mogelijk om het gebruik van ZZS te monitoren en deze kunnen aanhaken bij verschillende fasen in de keten: productie, gebruik, hergebruik/afval en mogelijkheden door de hele keten. Beekman et al. (2020) identificeren verschillende bestaande bronnen, zoals de REACH- en SCIP-database, op basis waarvan monitoring van ZZS gestart kan worden.

5.3.5 Een indicator voor waardebehoud

Een belangrijk element in de circulaire economie is een hoogwaardige benutting van producten en grondstoffen. Voor de einddoelen van een circulaire economie (verlaging milieudruk, beperking van de leveringsrisico's) gaat het immers niet alleen om de hoeveelheid gebruikte grondstoffen, maar ook om het waardebehoud van de samenstelling van grondstoffen in een product of onderdeel. Deze waarde is tot op heden onvoldoende in beeld geweest, gelet op de hier en in Europa gebruikelijke indicatoren die de omvang van grondstofstromen meten.

Waardebehoud van grondstoffen manifesteert zich in de verschillende R-strategieën. Hergebruik, reparatie en het opknappen van producten leiden tot een langere levensduur van de producten, zonder dat het energie kost om van deze producten zuivere grondstoffen te maken. Zo wordt meer waarde ontleend aan eenzelfde hoeveelheid grondstoffen, waardoor de grondstoffenproductiviteit of grondstoffenefficiëntie toeneemt. Voor biotische grondstoffen zijn de strategieën niet altijd gelijk aan die voor abiotische grondstoffen. Echter in combinatie met het concept cascadering is het principe gelijk en wordt er meer waarde behouden bij hogere R-strategieën (zie Kishna et al. 2019b).

Het concept waardebehoud dient nog nader te worden geoperationaliseerd om het daadwerkelijk te kunnen monitoren. In het kader van het *Werkprogramma Monitoring en Sturing Circulaire Economie 2020* is inmiddels onderzoek gestart om hiervoor een methode te ontwikkelen alsook daarbij passende indicatoren te selecteren. Deze methode zal expliciet oog hebben voor het bedrijfsperspectief, omdat waardebehoud voor bedrijven een goed hanteerbare indicator kan zijn om op te sturen.

5.3.6 Grondstoffeninformatiesysteem: alle informatie bij elkaar

Zoals blijkt uit bovenstaande ligt er op verschillende 'plekken' gedetailleerdere informatie over stromen en voorraden grondstoffen en materialen in de Nederlandse economie. Ook zullen de vijf prioritaire thema's – zoals die voor de maakindustrie en die voor de

consumptiegoederen –, bedrijven, regio's en convenanten – zoals het Plastic Pact – kennis ontwikkelen over specifieke materiaalstromen en productgroepen.

Het zo goed mogelijk benutten van deze brokken informatie vraagt om de ontwikkeling van een grondstoffeninformatiesysteem (GRIS). Hierin kunnen deze brokken worden gecombineerd tot een zo compleet en consistent mogelijk beeld van de grondstofstromen en (op termijn) beschikbare voorraden (RIVM 2020). Gaten in bestaande kennis zullen worden gevuld door middel van het verbinden van top-down (nationale) databronnen, zoals de *Materialenmonitor*, met bottom-up (lokale of bedrijfs)data, zoals het *Plastic Pact* en het *Betonakkoord*, en door middel van bijschattingen, proxies en interpolaties. De data uit het informatiesysteem zullen op een geaggregeerd niveau en op transparante wijze openbaar en toegankelijk worden gemaakt, zodat ook regionale overheden en bedrijven van deze kennis gebruik kunnen maken. Om gebruik te maken van kennis uit bestaande informatiesystemen en databronnen en zoveel mogelijk aan te sluiten bij bestaande eisen aan data, is in 2019 verkend welke aanpak voor het Grondstoffeninformatiesysteem (GRIS) het meest geschikt en haalbaar lijkt (RIVM 2020). Het ontwikkelen van een dergelijk Grondstoffeninformatiesysteem is een meerjarig traject, waarmee in 2020 gestart zal worden. Dan zal ook het koppelen van databestanden op een paar cases worden getest.

5.4 Inzicht in effecten en doelbereik

Met het gedetailleerde inzicht in grondstoffen- en materiaalstromen is er nog niet direct zicht op de effecten die veranderingen in deze stromen hebben op de achterliggende doelen, te weten de vermindering van milieudruk en leveringsrisico's van specifieke grondstoffen. Ook effecten op de economie zijn daarmee nog niet in beeld. De effecten van het gebruik van deze grondstoffen op deze achterliggende doelen moeten nog nader in beeld worden gebracht.

De milieudruk die ontstaat in de vaak internationale keten van grondstofwinning tot en met productie en consumptie beperkt zich niet tot Nederland. Milieudruk manifesteert zich op vele manieren en plaatsen, grofweg door emissies naar lucht, water en bodem van, onder andere, broeikasgassen en toxische stoffen en door verlies van natuurlijke habitats. Ook de leveringszekerheid is afhankelijk van ontwikkelingen buiten Nederland. Voor beide geldt dat informatie over de hele productieketen nodig is om hier zinnige conclusies over te trekken. Omdat productieketens zich in een wirwar van netwerken over de wereld uitstrekken is dit een uitdagende opgave. Op dit punt verschilt (monitoring van) het circulaire-economiebeleid sterk van monitoring van klimaatbeleid, waarin doelen voor emissies binnen de landsgrenzen zijn gesteld. In het Werkprogramma is en zal worden ingezet op het ontwikkelen van indicatoren – zoals de voetafdruk voor CO₂-eq – waarmee de milieubelasting in de gehele keten in beeld wordt gebracht.

5.4.1 Monitoren van milieudruk door grondstoffengebruik

Veranderende of verminderde input van primaire abiotische grondstoffen leidt niet per definitie tot een verlaagde milieudruk. Ten eerste is het waarschijnlijk dat in de transitie naar een circulaire economie een deel van de primaire abiotische grondstoffen gesubstitueerd wordt door andere grondstoffen. Zowel bij vervanging door abiotische als door biotische grondstoffen kan meer of andere milieudruk ontstaan in vergelijking met de oorspronkelijke milieudruk. Ten tweede kan voor het produceren van een goede kwaliteit secundair materiaal meer energie nodig zijn dan bij gebruik van primaire grondstoffen, waardoor meer in plaats van minder milieudruk ontstaat, tenzij hiervoor schone energiebronnen worden gebruikt. Daarnaast beperkt de milieudruk van het gebruik van grondstoffen zich niet tot de Nederlandse grenzen. Grondstoffen voor producten die in Nederland geconsumeerd en

geproduceerd worden, komen vanuit de hele wereld. Om de in het buitenland veroorzaakte milieudruk te kunnen monitoren, is het noodzakelijk de hele productieketen in beeld te hebben. Op deze manier kunnen zogenoemde voetafdrukken worden berekend. De hele productieketen komt op een geaggregeerd niveau in beeld in een Multiregionale Input-output-tabel. Hierin zijn alle handelsstromen tussen regio's (landen) gekwantificeerd.

Exiobase is een database waarin de economische relaties tussen 163 bedrijfstakken in 49 regio's (landen of aggregaten daarvan) zijn beschreven. Daarnaast zijn in deze database ook het grondstoffengebruik en enkele milieu-impacts van de productie weergegeven. Voor een gestandaardiseerd gebruik van deze data is een regelmatige actualisatie en validatie hiervan nodig. De kwaliteit van het Nederlandse deel in Exiobase kan substantieel worden verbeterd door de data te harmoniseren met de data uit de Nederlandse Nationale Rekeningen, maar het is nog onduidelijk of dit voldoende is om een goed beeld te geven van de milieudruk van de Nederlandse productie en consumptie buiten de Nederlandse grenzen. Verrijking met ook cijfers over buitenlandse uitstoot en grondstofwinning zal zorgen voor nog betere resultaten, maar vergt wel een substantiële inspanning (Walker et al. 2019). Regelmatige actualisatie en validatie van een dergelijke database leent zich om opgepakt te worden in samenwerking met een aantal landen.

5.4.2 Leveringszekerheid

Accountants en beleidsmakers wereldwijd drukken leveringszekerheid uit op hun eigen manier. Voor een gemeenschappelijk doel zijn gemeenschappelijke en operationele indicatoren nodig. Bestaande indicatoren en onderliggende data (Schrijvers et al. 2020; Bastein & Rietveld. 2015) bieden reeds een goede basis voor het analyseren van kritikaliteit en leveringszekerheid voor bedrijven en economieën. Voorbeelden van indicatoren zijn:

- De mate waarin een materiaal te recyclen is, zodanig dat het primaire extractie onnodig maakt, bijvoorbeeld de CircularRecyclingMaterialUse (CMRU) definitie;
- De Herfindahl-Hirschman Index (HHI), die voor elk type grondstofmarkt aangeeft in welke mate de toeleveranciers zijn geconcentreerd;
- Het feit of een grondstof of de in een product verwerkte grondstof staat geregistreerd in de handelsbarrière database van de OECD;
- De prijsvolatiliteit van een grondstof, bijvoorbeeld uitgedrukt als de afwijking van de dagprijs ten opzichte van een jaargemiddelde;
- De mate waarin een grondstof verwerkt kan worden in een product als die op de lijst staat van toxische stoffen van het Europees Agentschap voor chemische stoffen (ECHA);
- De vermelding van een grondstof als een conflictmineraal.

Deze indicatoren geven echter nog niet eenduidig aan hoe de mate van leveringszekerheid in een land van jaar tot jaar kan worden uitgedrukt.

In het *Werkprogramma Monitoring en Sturing Circulaire Economie 2020* zullen daarom de volgende drie indicatorensets verder onderzocht worden, met als doel een indicator die de mate van leveringszekerheidsrisico's voor de Nederlandse economie duidt:

1. Gewogen World Governance Index-score voor Nederlandse import van alle goederen, als indicator voor de betrouwbaarheid van bronlanden in de tijd en ten opzichte van de wereld;
2. Prijsvolatiliteit, de mate waarin prijzen op wereldwijde markten op korte termijn afwijken van langetermijngemiddelden. Het effect waarin grondstofprijzen doorwerken in de prijs van producten hangt samen met het gehalte van die grondstoffen in finale producten. Dit kan onderzocht worden via de in Bastein & Rietveld (2015) gemaakte koppeling tussen kritieke grondstoffen en productgroepen;

3. Som van de Human Development Index en de Environmental Performance Index, als indicator voor de sociale ontwikkeling van bronlanden en de omgang met het lokale milieu.
4. Levertijden-index: als onderdeel van de Procurement Managersindex (PMI) wordt voor talloze sectoren elke maand bijgehouden in hoeverre levertijden veranderen. Tot dusverre is deze door de NEVI in Nederland geproduceerde en gepubliceerde index niet ingezet voor leveringszekerheidsvragen.

Met een focus op deze indicatorensets zijn de hoofdcategorieën van leveringszekerheid (geopolitiek, bedrijfsmatig en maatschappelijk verantwoord ondernemen) vertegenwoordigd.

5.4.3 Economische effecten

Naast verminderde milieudruk en verbeterde leveringszekerheid kan een circulaire economie kansen opleveren voor individuele bedrijven. Als de grondstoffenbesparende innovaties voorop lopen op de relevante (wereld)markten, ontstaat een verbeterd en soms een nieuw verdienmodel. De zo verbeterde concurrentiepositie kan op haar beurt leiden tot groei van de productie en werkgelegenheid in de betreffende sector. Daarnaast kunnen economische kansen worden verwacht doordat bedrijven meer inzetten op verdienstelijking (zoals een product leveren als een dienst), reparatie en onderhoud. Of de overgang naar een circulaire economie *extra* werkgelegenheid zal gaan opleveren, is de vraag (zie Kishna et al. 2019a). Wel is te verwachten dat de structuur van een circulaire economie op termijn zal afwijken van de huidige economie: de minst grondstofefficiënte en meest vervuilende sectoren zullen krimpen ten faveure van grondstofefficiënte en schonere sectoren.

Om deze verschuiving in beeld te brengen, kunnen indicatoren als toegevoegde waarde, werkgelegenheid, investeringen en arbeids- en materiaalproductiviteit gebruikt worden. Steeds is dan echter de vraag of het gedeelte wat aan een circulaire economie bijdraagt, kan worden uitgesplitst ten opzichte van de zogenoemde lineaire economische activiteiten. 'Circulaire banen' zijn voor een deel al goed meetbaar als ze in specifieke bestaande categorieën in de statistiek vallen, zoals de milieudienstverlening, waarmee met name de afvalinzameling, verwerking en hergebruik worden afgedekt. Wat echter lastiger meetbaar is, zijn verschuivingen van activiteiten *binnen* bestaande categorieën. Denk hierbij aan Philips, die vooral elektronica produceert, maar ook refurbished medische apparatuur aanbiedt. Daardoor zegt een verschuiving van het aantal banen per categorie niet voldoende om de transitie naar een circulaire economie te volgen. Een eerste schatting is gedaan door het PBL met hulp van inventarisaties van circulaire activiteiten (PBL 2019b). Inzicht in de verschuivingen van werkzaamheden binnen bedrijven zou verbeterd kunnen worden door bedrijfsenquêtes.

Ook materiaalproductiviteit kan voor een deel de voortgang naar een circulaire economie weergeven, maar levert als indicator een onvolledig beeld. Materiaalproductiviteit wordt meestal uitgedrukt als het bruto binnenlands product (bbp) per eenheid materialenconsumptie. Als de materialenproductiviteit in een land stijgt, kan dat betekenen dat er minder grondstoffen worden gebruikt per eenheid product. Het kan ook duiden op een verschuiving naar een groter aandeel van de dienstensector in de totale economie of hogere prijzen voor het product. De EEA gebruikt deze indicator om de efficiëntie van hulpbronnengebruik van landen te vergelijken. Het zegt echter weinig over de milieudruk van de totale consumptie en productie.

De economische effecten die de transitie naar een circulaire economie veroorzaakt, kunnen alleen in beeld gebracht worden door een set aan indicatoren. Ex-ante beleidsevaluaties – ofwel verwachte veranderingen door beleid – zijn nodig om inzicht te krijgen in de

veranderingen in de sectorstructuur van de Nederlandse economie die van de beleidsinterventie of het pakket van beleidsinterventies mag worden verwacht. Naarmate meer monitoringsgegevens beschikbaar zijn, zal het *Werkprogramma Monitoring en Sturing Circulaire Economie* zich hier meer op kunnen richten. Om ex ante beleidsevaluaties te kunnen verrichten, zal in 2020 gestart worden met de ontwikkeling van een modelinstrumentarium waarin de specifieke eigenschappen van een circulaire economie, zoals het hergebruiken van producten en materialen, is opgenomen.

5.5 Afsluitend

Dit rapport brengt de kennis bij elkaar die is opgebouwd in het eerste jaar van het werkprogramma. Er is echter veel meer kennis en inzichten nodig wil de Rijksoverheid effectief kunnen sturen over de volle breedte van de circulaire economie. Zo heeft een circulaire economie diverse doelen. De overheid beoogt met de transitie naar een circulaire economie de milieudruk en leveringsrisico's te verminderen en ziet daarin kansen om economische vernieuwing te stimuleren. Daarnaast heeft het rijksbeleid meer concrete doelen gesteld, zoals halvering van het gebruik van primaire abiotische grondstoffen in 2030 en de reductie van 1 megaton CO₂-eq door circulair of duurzaam inkopen (zie tekstkader in paragraaf 3.2). Monitoring van de mate van doelbereik is essentieel voor bijsturing van beleid.

Voor bijsturing van beleid is echter ook inzicht nodig in de verwachte trends voor de komende decennia in bijvoorbeeld materiaalgebruik. Om deze verwachte trends te kunnen berekenen wordt de komende jaren aan een modelinstrumentarium gewerkt, waarin specifieke aspecten van een circulaire economie zo goed mogelijk gerepresenteerd worden. Ook is kennis van de effectiviteit en efficiëntie van beleidsinstrumenten, zoals innovatieprogramma's of wetgeving voor bijvoorbeeld ecodesign of de *Milieu Prestatie Gebouwen* (MPG) van belang. Het modelinstrumentarium zal kunnen bijdragen aan de analyse hiervan, daarnaast zullen specifieke beleidsevaluaties nodig zijn. Inzichten in succes- en faalfactoren in de belemmeringen voor doelbereik bieden aangrijpingspunten voor eventuele beleidsmaatregelen.

Ook is meer informatie nodig over de milieubelasting van circulaire producten en activiteiten alsook de mogelijkheden voor bedrijven of consumenten om deze te reduceren. Voorbeelden hiervan zijn vervanging door milieusparende alternatieven of een dienst in plaats van de aanschaf van het product. Bij vervanging van abiotische grondstoffen door biomassa is ook de beschikbaarheid van duurzaam geproduceerde biomassa nog een belangrijk punt van aandacht.

Daarnaast is kennis nodig over de prioritaire thema's (zoals bouw, consumptiegoederen). Veel statistieken zijn echter op een sectorale wijze ingedeeld. Deze indeling voldoet niet altijd om sturingsinformatie voor circulaire economie te verkrijgen. Bovendien zijn grondstoffenstromen met bijbehorende milieubelasting tot nu toe niet consistent in beeld gebracht. Dit in tegenstelling tot de financiële stromen of broeikasgasemissies, waarop al meerdere decennia beleid wordt gevoerd. Bijvoorbeeld de emissieregistratie, die een belangrijke onderlegger onder het onderzoek voor klimaatbeleid is, wordt al meer dan 40 jaar bijgehouden. Het doel om de milieudruk van Nederlandse consumptie en productie te verminderen, vraagt echter ook om een registratie van de milieudruk buiten de Nederlandse grenzen.

Het detailniveau dat nodig is om de benodigde sturingsinformatie te leveren, maakt het wenselijk zoveel mogelijk gebruik te maken van bottom-up informatie. Ook komen op

bedrijfsniveau en op het niveau van decentrale overheden de belemmeringen en kansen naar voren die mede in nationaal beleid opgepakt kunnen worden.

Al met al is het niet mogelijk om opties voor circulaire-economiebeleid op korte termijn in beeld te brengen; de beschikbare informatie is daarvoor vooralsnog ontoereikend. Versterking van de kennisbasis is daarom gewenst. Wel kan al worden gestart met de reeds beschikbare indicatoren en data. Deze kunnen dan in de komende jaren worden uitgebouwd tot een complete indicatorenset. Waar nodig kan daarmee beleid gedifferentieerd worden naar thema's en productgroepen.

Dit alles tezamen maakt het opzetten van een kennisbasis voor een circulaire economie tot een complexe opgave. Toch is al deze kennis nodig om te kunnen monitoren en te sturen. De producten die in het *Werkprogramma Monitoring en Sturing Circulaire Economie 2019* tot stand zijn gekomen, zetten hier een stap in.

Begrippenlijst

Grondstoffen | Een circulaire economie heeft betrekking op grondstoffengebruik. De term grondstoffen kan op verschillende manieren worden opgevat. In dit rapport onderscheiden we grondstoffen, halffabricaten (inclusief materialen) en eindproducten. Met grondstoffen bedoelen we de ruwe grondstoffen die in de natuur voorkomen, zoals ijzererts. Grondstoffen worden doorgaans verwerkt tot en daarmee 'opgeslagen' in halffabricaten (inclusief materialen), zoals ijzer of stalen platen, en vervolgens in eindproducten, zoals auto's.

Materialen | Natuurlijke of kunstmatig geproduceerde stoffen, bestemd om verwerkt te worden tot bruikbare producten. In dit rapport gebruiken we de term *Materialen* als we het hebben over grondstoffen, materialen, halffabricaten en producten tezamen.

DMI | Direct Material Input, het directe gebruik van materialen voor productie.

DMC | Domestic Material Consumption, het directe gebruik van materialen voor consumptie. De DMC is de DMI minus het gewicht van materialen, halffabricaten en producten voor de export. De DMC is de hoofdindicator in het EU-beleid. De DMC (en DMI) bevat ook de materialen die in geïmporteerde halffabricaten en producten zitten. Echter de materialen die in het buitenland nodig waren om in de keten de producten te maken, worden in de DMC (of DMI) niet meegenomen.

RMC | Raw Material Consumption, het materiaalgebruik in de keten voor de consumptie. In deze ketenbenadering – of voetafdrukmethode – zitten het directe gebruik van materialen in Nederland en het indirecte gebruik van materialen in het buitenland ten behoeve van Nederlandse consumptie (of productie bij RMI) in Nederland. Deze ketenbenadering sluit het beste aan bij het idee van de circulaire economie om minder milieudruk te realiseren via efficiënter materiaalgebruik.

Secundaire materialen | Secundaire materialen bestaan uit afval en bijproducten die direct na het vrijkomen, inzamelen of voorbereiden (bijvoorbeeld door de Voorbereiding-tot-Recyclingindustrie) weer als materiaal in het productieproces worden ingezet.

Leveringsrisico | Dit staat voor het risico om niet te kunnen beschikken over een grondstof of materiaal voor een economie of een bedrijf.

Kritieke materialen | Sommige materialen zijn kritieke materialen vanwege de combinatie van leveringsrisico's en hun economisch belang.

Zeer zorgwekkende stoffen (ZZS) | Stoffen met één of meer van de volgende zeer zorgwekkende eigenschappen: kankerverwekkend, mutageen, giftig voor de voortplanting, (zeer) persistent, bioaccumulerend en giftig, en stoffen met een soortgelijke zorg voor gezondheid van mens of milieu. Deze stoffen worden bijgehouden op een lijst, die tweemaal per jaar wordt bijgewerkt.

Referenties

Asshof, B. & W. Sofka (2009), Innovation on demand – Can public procurement drive market success of innovations? *Research Policy* 38-8; <https://doi.org/10.1016/j.respol.2009.06.011> (13-11-19).

Bastein, T. & E. Rietveld (2015), *Materialen in de Nederlandse economie - Een kwetsbaarheidsanalyse*, Delft: TNO.

Beekman, M. J. Bakker, M. Zijp, L. van Leeuwen, S. Waaijers van der Loop & J. Verhoeven (2020), *Omgaan met zeer zorgwekkende stoffen in een circulaire economie*, RIVM rapportnummer 2019 - 0186, Bilthoven: RIVM.

CBS (2019), *Vooronderzoek Inzet Secundaire Materialen*, Den Haag: Centraal Bureau voor de Statistiek.

CPB (2019), *Meer milieuwinst met recycling #hoedan?*, Den Haag: Centraal Planbureau.

Circle Economy (2019), *The circularity gap report 2019*, Circle Economy.

EC (2017), *Critical raw materials*, via https://ec.europa.eu/growth/sectors/raw-materials/specific-interest/critical_en

EZ (2016), *Het inkoopvolume van de Nederlandse overheid*. Beschikbaar via <https://www.pianoo.nl/sites/default/files/documents/documents/inkoopvolume-van-nederlandse-overheid-september2016.pdf>

EZ & IenM (2016), *Rijksbrede programma Circulaire Economie 'Nederland circulair in 2050'*, Den Haag: Ministerie van Economische Zaken en Ministerie van Infrastructuur en Milieu.

EIB & Metabolic (2019), *Materiaalstromen, milieu-impact en energieverbruik in de woning- en utiliteitsbouw. Uitgangssituatie en doorkijk naar 2030*, EIB en Metabolic.

I&W (2019), *Uitvoeringsprogramma Circulaire Economie 2019-2023*, Den Haag; Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat.

IRP (2019), *Global Resources Outlook 2019: Natural Resources for the Future We Want*. A Report of the International Resource Panel. United Nations Environment Programme, Nairobi, Kenya.

Geels, F. (2002), Technological transitions as evolutionary reconfiguration processes: A multi-level perspective and a case-study, *Research Policy* 31(8-9).

Hekkert, M., R. Suurs, S. Negro, S. Kuhlmann & R. Smits (2007), Functions of Innovation Systems: A new approach for analysing technological change, *Technological forecasting and social change*, 74(4), 413-432. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2006.03.002>

Kishna, M., A. Hanemaaijer, E. Rietveld, T. Bastein & R. Delahaye (2019a), *Doelstelling circulaire economie 2030*, Den Haag: PBL.

Kishna, M., T. Rood & A.G. Prins (2019b), *Achtergrondrapport bij Circulaire economie in kaart*, Den Haag: PBL.

Lijzen, J., T. Bastein, A. van Bruggen, A. Hollander, M. van Kuppevelt, E. Rietveld & J. Zwartkruis (2020), *Verkenning monitoring uitvoeringsprogramma Circulaire Economie; Meten aan acties en voorstellen voor indicatoren per prioriteit*, Bilthoven/Den Haag: RIVM/TNO.

Loorbach, D. (2017), *Urban Sustainability Transition: Retrofitting the City*, in: Eames, M., T. Dixon, M. Hunt, S. Lannon (Eds) (2017), *Retrofitting Cities for Tomorrow's World*, Wiley-Blackwell.

PBL (2019a), *Werkprogramma Monitoring en sturing Circulaire Economie*, Den Haag: Planbureau voor de Leefomgeving.

PBL (2019b), *Circulaire economie in kaart*, Den Haag: Planbureau voor de Leefomgeving.

Potting J., A. Hanemaaijer (eds.), R. Delahaye, J. Ganzevles, R. Hoekstra & J. Lijzen (2018), *Circulaire economie: Wat we willen weten en kunnen meten*. Systeem en nulmeting voor monitoring van de voortgang van de circulaire economie in Nederland, Den Haag: PBL, CBS, RIVM.

Rietveld, E., H. Boonman, T. van Harmelen, M. Hauck & T. Bastein (2019), *Global energy transition and metal demand – an introduction and circular economy perspectives*, Den Haag: TNO.

RIVM (2020), *Grondstoffen Informatie Systeem (GRIS) Verkenning*, Bilthoven: Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu.

Rood, T. & A. Hanemaaijer (2017), *Waarom een circulaire economie?*, Den Haag: PBL.

RVO (2020), *Monitoring Circulaire Economie vanuit nationale en EU regelingen en instrumenten*, Utrecht: RVO.nl

RWS (2018), *Afvalverwerking in Nederland, gegevens 2017*, Utrecht: Rijkswaterstaat.

Schrijvers, D., A. Hool, G. Blengini, W.-Q. Chen, J. Dewulf, R. Eggert, L. van Ellen, R. Gauss, J. Goddin, K. Habib, C. Hagelüken, A. Hirohata, M. Hofmann-Amttenbrink, J. Kosmol, M. Le Gleuher, M. Grohol, A. Ku, M.-H. Lee, G. Liu, K. Nansai, P. Nuss, D. Peck, A. Reller, G. Sonnemann, L. Tercero, A. Thorenz & P.A. Wäger (2020), A review of methods and data to determine raw material criticality, *Resources, Conservation and Recycling* 155: 104617. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2019.104617>

Van Berkel J., N. Schoenaker, A van de Steeg, L. de Jongh, R. Schovers, A. Pieters & R. Delahaye (2019), *Materiaalstromen in Nederland. Materiaalmonitor 2014-2016, gereviseerde cijfers*, Den Haag: CBS.

Van Exter, P., S. Bosch, B. Schipper, M. El Hailouch (2018), *Metaalvraag van de Nederlandse energietransitie. Navigeren in een complexe keten*, Metabolic, Copper8 en CML

Van Oorschot, J., J van der Zaag, E. van der Voet, V. van Straalen & R. Delahaye (2020), *Voorraden in de maatschappij: de grondstoffenbasis voor een circulaire economie; met case*

studies op het gebied van het elektriciteitssysteem, elektronica en voertuigen, Leiden/Den Haag: Universiteit Leiden – Centrum voor Milieuwetenschappen en CBS.

Walker, A., D. Zult & O. Lemmers (2019), *Voetafdrukken en de monitoring van het Rijksbrede Programma Circulaire Economie*, Den Haag: CBS.

Zijp, M., E. Dekker, L. de Graaff, M. Hauck, A. Hollander, L. Snijder & A. van Bruggen (2020). *Effect meten van circulair inkopen; Definities, methode en test voor de nationale CE Rapportage*, RIVM rapportnummer 2020-0002, Bilthoven: RIVM.

Bijlage

Tabel B1 Suggestie voor indicatoren om de transitiedynamiek te meten voor circulariteitsinitiatieven binnen alle prioritaire thema's (generieke indicatoren)

	Capaciteit (kunnen)	Toestemming (mogen)	Motivatie (willen)
	Alle onderstaande indicatoren hebben drie subklassen waarop ze worden gemeten (zie figuur 2.4 voor toelichting van de R-en): R0-R2: Slimmer maken en gebruiken R3-R7: Levensduurverlenging van producten en productonderdelen R8-R9: Nuttig toepassen van materialen		
Middelen (input)	Inzet om circulaire kennis en kunde te vergroten, bijvoorbeeld: - Aantal circulaire onderzoeksmedewerkers (in fte) - Investering in onderzoek (in euro's) - Circulaire opleidingen	Inzet voor het ontwikkelen van circulaire regels, en veranderen van 'lineaire' regels, bijvoorbeeld: - Aantal circulaire beleidsmedewerkers (in fte) - Aantal circulaire medewerkers in brancheorganisaties (in fte)	Inzet voor (verder) ontwikkelen van circulaire visies en transitieagenda's, bijvoorbeeld: - Aantal mensen actief hiermee bezig (in fte)
Activiteiten (throughput)	Aan kennis en kunde gerelateerde activiteiten, bijvoorbeeld: - Aantal circulaire innovatieprojecten - Aandeel circulaire in totaal aantal innovatieprojecten - Aantal netwerkbijeenkomsten rond circulaire projecten	Activiteiten gericht op opbouw van circulaire, en veranderen van 'lineaire' regels, bijvoorbeeld: - Beleidsproces voor nieuwe circulaire wetten en regels - Onderhandelingen circulaire standaardisering	Activiteiten gericht op vergroting van motivatie voor de circulaire economie, bijvoorbeeld: - Aantal visievormende bijeenkomsten - Aantal bewustwordingscampagnes - Beschrijving bewustwordingscampagnes - Opstellen van nieuwe wetten en regels die lineaire praktijken ontmoedigen (zoals grondstofbelasting, publieke circulaire inkoop, grondstofpaspoort)
Prestaties (output)	Prestaties van aan kennis en kunde gerelateerde activiteiten, bijvoorbeeld: - Aantal publicaties - Aantal patenten (technologie, productontwerp) - Aantal nieuw geïntroduceerde verdienmodellen - Aantal nieuwe circulaire producten - Aandeel circulaire in totaal aantal producten - Aantal circulaire start-ups	Nieuwe en veranderende regels die circulaire initiatieven toestaan, bijvoorbeeld: - Aantal opgeheven barrières voor circulaire economie in wetten en regels - Beschrijving van nieuwe standaarden en regels	Resultaten van activiteiten die motivatie voor circulaire economie verhogen, bijvoorbeeld: - Aantal en beschrijving visiedocumenten - Aantal circulaire mediaberichten - Consumentenhouding over circulaire economie - Marktvolume publieke circulaire aanbesteding - Aantal en beschrijving van nieuwe wetten en regels die lineaire praktijken ontmoedigen (zoals grondstofbelasting, publieke circulaire inkoop, grondstofpaspoort)
Kernprestaties (core output)	Circulariteitsstrategieën (zie figuur 2.4) & Vervanging		

Bron: Potting et al. 2018

Tabel B2 Overzicht van gewenste indicatoren voor effecten, autonome factoren en prestaties

Effecten	Direct	Keten
Grondstoffen		
Productie (Inzet)		
Consumptie		RMC
Totaal	DMI (grondstoffen)	RMI
Milieu & Natuur		
Landgebruik	Direct landgebruik	Landvoetafdruk
Watergebruik	Direct watergebruik	Watervoetafdruk
Broeikasgasemissies	Directe BKG-emissies	BKG-voetafdruk
Socio-economisch		
Leveringszekerheid/ zelfvoorzienendheid	Winning in NL t.o.v. DMI (grondstoffen)	
Circulaire toegevoegde waarde	Percentage van Toegevoegde Waarde	
Circulaire werkgelegenheid	Percentage van werkgelegenheid	
Autonome factoren		
Bevolking	Populatie, werkgelegenheid	
Economische Groei/Structuur	Bruto binnenlands product (bbp), globaliseringsmaatstaven etc.	
Prestaties		
Algemeen		
Materialengebruik	DMI(materialen)	
Afvalproductie	Productie van afval	
Circulariteitsladder		
Storten		
Afvalverbranding (R9)		
Recycling (R8)		
Repurpose (R7)		
Remanufacture (R6)		
Refurbish (R5)		
Repair (R4)		
Reuse (R3)		
Reduce (R2)		
Rethink (R1)		
Refuse (R0)		

Bron: Potting et al. 2018