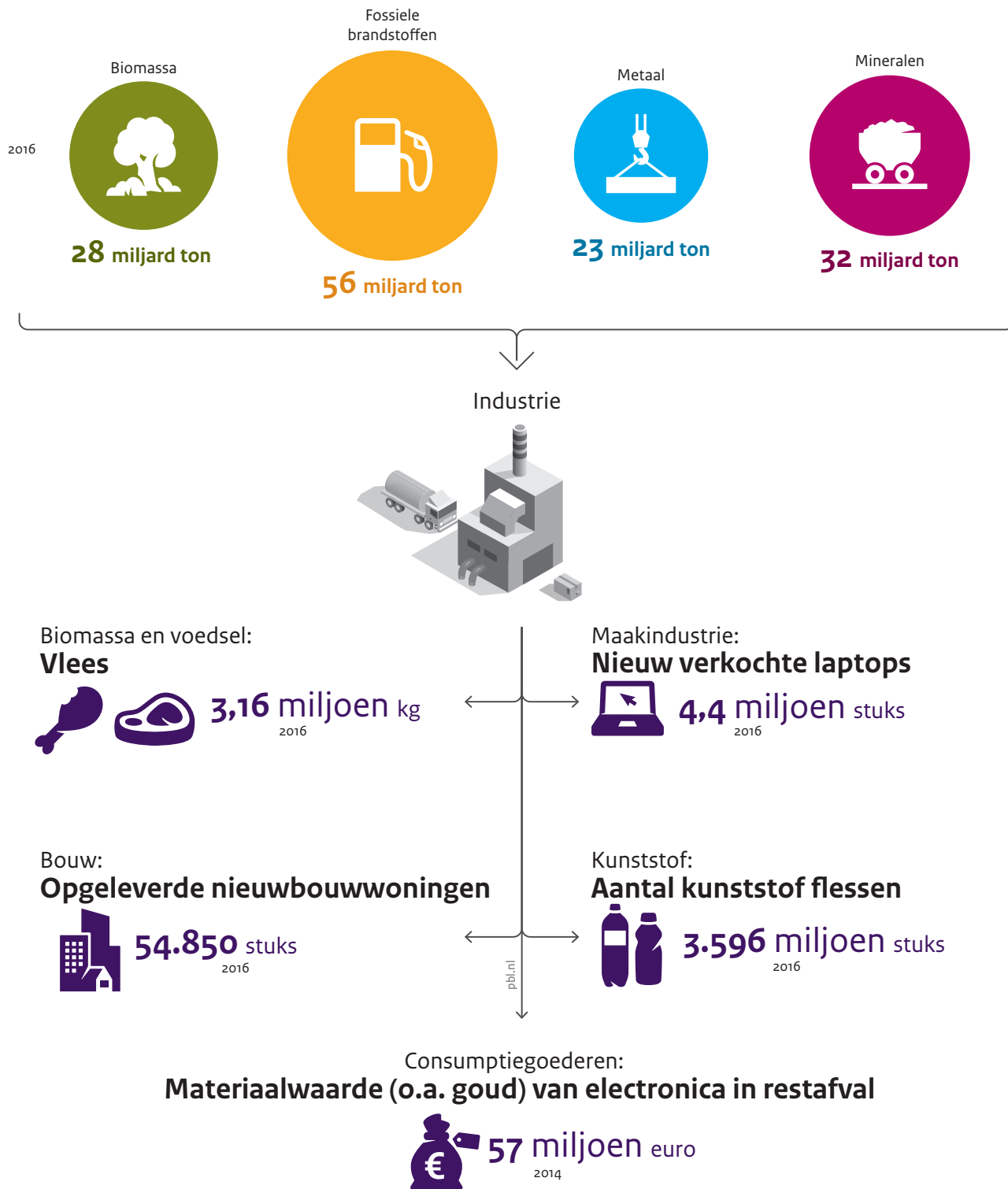




Circulaire economie: wat we *willen* weten en *kunnen* meten

Systeem en nulmeting voor
monitoring van de voortgang van de
circulaire economie in Nederland

Grondstoffen nodig voor Nederlandse consumptie met voorbeelden per prioriteit



Circulaire economie: wat we willen weten en *kunnen* meten

Stelsel en nulmeting voor monitoring van de voortgang van de circulaire economie in Nederland

PBL: José Potting en Aldert Hanemaaijer (eds.)

CBS: Roel Delahaye en Rutger Hoekstra

RIVM: Jurgen Ganzevles en Johannes Lijzen

Colofon

Circulaire economie: Wat we *willen* weten en *kunnen* meten. Systeem en nulmeting voor monitoring van de voortgang van de circulaire economie in Nederland

© PBL Planbureau voor de Leefomgeving

Den Haag, 2018

PBL-publicatienummer: 2970, RIVM rapportnummer 2017-0203

Contact

Jose.Potting@pbl.nl

Auteurs

José Potting^[1] en Aldert Hanemaaijer^[1] (eds.), Roel Delahaye^[2], Jurgen Ganzevles^[3], Rutger Hoekstra^[2] en Johannes Lijzen^[3]

^[1] PBL Planbureau voor de Leefomgeving

^[2] Centraal Bureau voor de Statistiek (CBS)

^[3] Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM)

Trekkers waren Jurgen Ganzevles en Johannes Lijzen (RIVM) voor hoofdstuk 3, Roel Delahaye, Rutger Hoekstra en Kees Baldé (CBS) voor hoofdstuk 5, en José Potting en Aldert Hanemaaijer (PBL) voor alle overige hoofdstukken. Anne Hollander, Lavinda Kok, Joris Quik, Elias de Valk, Manon Zwart (allen RIVM), en Guus van den Berghe en Mandy Willems (beide RWS) hebben bijgedragen aan het onderzoek voor hoofdstuk 3. Hoofdstuk 4 is meegeschreven door Marko Hekkert en Denise Reike van de Universiteit Utrecht (UU). Patrick Bogaart, Krista Keller, Niels Schoenaker, Adam Walker en Bert Wit (allen CBS) hebben bijgedragen aan hoofdstuk 5. Denise Reike van de Universiteit Utrecht heeft bijgedragen aan paragraaf 2.4.

Redactie figuren

Beeldredactie PBL

Eindredactie en productie

Uitgeverij PBL

Delen uit deze publicatie mogen worden overgenomen op voorwaarde van bronvermelding: José Potting en Aldert Hanemaaijer (eds.), Roel Delahaye, Jurgen Ganzevles, Rutger Hoekstra en Johannes 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.

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.

Inhoud

Bevindingen 8

1 Inleiding 18

- 1.1 Redenen voor de circulaire economie 18
- 1.2 Circulaire doelen en strategie van Nederlands beleid 19
- 1.3 Monitoring van de circulaire transitie 20
- 1.4 Opzet van dit rapport 21

2 Uitgangspunten 22

- 2.1 Aansluiting bij beleidsevaluatiekader 22
- 2.2 Effectdoelen voor grondstoffenreductie 24
- 2.3 Prestatiedoelen (~ strategische doelen) 26
- 2.4 Bestaande circulaire-economie-indicatoren 28
- 2.5 Samenhang monitoringsonderdelen 28
- 2.6 Prioriteiten en monitoring 29
- 2.7 Gelaagde monitoringsstructuur 30
- 2.8 Tot slot 30

3 Acties 32

- 3.1 Aanpak 32
- 3.2 Nulmeting – overkoepelende resultaten 33
- 3.3 Nulmeting – resultaten specifieke interventies 36
- 3.4 Nulmeting acties: resultaten specifieke prioriteiten 37
- 3.5 Verder ontwikkelen van actiemonitoring 38
- 3.6 Tot slot 39

4 Transitiedynamiek 40

- 4.1 Uitgangspunten 40
- 4.2 Indicatorenraamwerk 41
- 4.3 Naar meetbare indicatoren 42
- 4.4 Beschikbare informatie 44
- 4.5 Nulmeting 44
- 4.6 Vervolgstappen 45
- 4.7 Tot slot 46

5 Effecten 48

- 5.1 Wat we willen weten 49
- 5.2 Wat we kunnen meten:
nulmeting nationaal 51
- 5.3 Wat we kunnen meten:
nulmeting prioriteiten 55
- 5.4 Effectmonitoring specifieke productgroepen 58
- 5.5 Het groeimodel van de effectmonitor 58

6 Reflectie 62

- 6.1 Monitoring transitieagenda's 62
- 6.2 Status nulmeting 63
- 6.3 Status monitoringssysteem 64
- 6.4 Internationale context 66
- 6.5 Groeimodel 66

7 Conclusies 68

Literatuurlijst 70

Bijlagen 74

- Bijlage 1: Woordenlijst 74
- Bijlage 2: Voorbeelden circulariteitsstrategieën per prioriteit 78
- Bijlage 3: Voorbeelden van actie-indicatoren 81
- Bijlage 4: Conceptueel Raamwerk Nationale Effectmonitor 82
- Bijlage 5: Afbakening prioriteiten 88
- Bijlage 6: Resultaten per prioriteit 89

BEVINDINGEN

BEVINDINGEN

Bevindingen

Met het Rijksbrede programma Circulaire Economie 'Nederland circulair in 2050' schetst het kabinet zijn plannen voor de transitie naar de circulaire economie. Om te kunnen volgen of die transitie op koers ligt, is een monitoringssysteem nodig; in dit rapport doen we daar een voorstel voor. Het monitoringssysteem brengt in beeld 'wat we willen weten, en wat we nu al kunnen meten'. Dat laatste is de nulmeting.

In het monitoringssysteem maken we onderscheid tussen de effecten die worden nagestreefd en het transitieproces dat daarvoor nodig is. Bij de gewenste effecten van de transitie naar een circulaire economie gaat het primair om vermindering van het grondstoffengebruik. Die vermindert de milieudruk (zoals door broeikasgasemissies) en de afhankelijkheid van grondstoffenimporten en verbetert daardoor de leveringszekerheid van die grondstoffen, en biedt kansen voor de Nederlandse economie. Vermindering van het gebruik van grondstoffen vraagt om circulariteitsstrategieën, die bijvoorbeeld het langer gebruiken van producten en productonderdelen zoals bij smartphones, of het delen van producten zoals auto's bevorderen. Om de invoering van deze circulariteitsstrategieën voor elkaar te krijgen, zijn de nodige inspanningen nodig, zoals samenwerking tussen ketenpartners, het opruimen van belemmerende regels en het ontwerpen van circulaire producten. Dit transitieproces is weerbarstig en in het begin nog traag. De effecten ervan zullen pas op termijn zichtbaar worden. Daarom is het relevant om zowel het transitieproces als de effecten ervan te monitoren.

In dit rapport stellen we indicatoren voor waarmee zowel het transitieproces als de bereikte effecten zijn te meten. Monitoring van de effecten is al gedeeltelijk mogelijk, vooral voor grondstoffengebruik, broeikasgasemissies en afval en de verwerking daarvan. Deze effecten zijn al gemeten voor Nederland als geheel en de vijf thema's die in het Rijksbrede programma prioriteit krijgen (de prioriteiten): biomassa en voedsel, kunststoffen, de maakindustrie, de bouw en consumptiegoederen. Voor elke 'prioriteit' is een transitieteam aangewezen dat een transitieagenda heeft opgesteld (de transitieagenda's worden tegelijk met dit rapport gepubliceerd). Op dit moment kunnen nog niet alle indicatoren die in het monitoringssysteem worden voorgesteld worden gemeten; vooral die voor het transitieproces nog niet. Het monitoringssysteem in

dit rapport moet daarom worden gezien als een groeimodel. De ambitie is om het monitoringssysteem in de komende jaren verder in te vullen en uit te werken, samen met andere kennisinstellingen en de bij de vijf transitieagenda's betrokken partijen.

Focus circulaire economie op reduceren grondstoffengebruik

In het Rijksbrede programma Circulaire Economie uit 2016 schetst het kabinet hoe het de economie wil ombuigen naar een circulaire economie waarin grondstoffen optimaal worden ingezet. Het kabinet noemt de volgende strategische doelen:

1. Het langer gebruiken van producten en onderdelen daarvan, en recyclen van materialen tot hoogwaardige (secundaire) materialen (oftewel een efficiencyslag in bestaande productketens).
2. Waar nieuwe grondstoffen nodig zijn om nieuwe materialen te produceren, worden kritieke en niet duurzaam gewonnen abiotische grondstoffen vervangen door hernieuwbare en algemeen beschikbare grondstoffen.
3. Het ontwerpen van nieuwe producten, ontwikkelen van nieuwe productiemethoden en bevorderen van nieuwe manieren van consumeren (oftewel het inzetten op andere productketens).

Hiermee wil het kabinet, samen met maatschappelijke partners, het gebruik van grondstoffen terugbrengen en tegelijkertijd risico's voor mens en milieu vermijden in de rest van de grondstoffenketen. Tussendoelstelling voor 2030 is een halvering van het gebruik van primaire abiotische grondstoffen (mineralen, metalen en fossiele brandstoffen). Doelstelling voor 2050 is om Nederland helemaal circulair te laten zijn. In het Rijksbrede programma staat geen maximum voor het gebruik van biomassa, een belangrijke hernieuwbare (biotische) grondstof die niet ongelimiteerd beschikbaar is.

Monitoring van voortgang circulaire economie is nodig

Het is belangrijk om te kunnen meten hoe de voortgang naar de circulaire economie verloopt. Dit geeft zowel de Rijksoverheid als maatschappelijke partners inzicht of de transitie op koers ligt en hoe die bijgestuurd kan worden. Op verzoek van de Rijksoverheid ontwikkelen het Planbureau voor de Leefomgeving (PBL), Centraal Bureau voor de Statistiek (CBS) en Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM) een monitorings-systeem, inclusief een nulmeting, bestaande uit drie monitoringsonderdelen:

- Acties uit het Rijksbrede programma (RIVM in samenwerking met Rijkswaterstaat)
- Transitiedynamiek (PBL in samenwerking met Universiteit Utrecht)
- Effecten op grondstoffengebruik, milieu en economie (CBS)

Een dergelijk monitoringssysteem heeft als doel om de inspanningen van overheden en maatschappelijke actoren te volgen en de effecten daarvan te laten zien. Op die manier kunnen de succes- en faalfactoren van het transitieproces naar de circulaire economie worden geëvalueerd. Met de indicatoren voor elk van de monitoringsonderdelen brengt het monitoringssysteem systematisch in kaart wat we willen weten, wat we al kunnen meten, en op welke onderdelen het monitoringssysteem nog verder moet worden uitgewerkt. ‘Wat we al kunnen meten’, is ook al daadwerkelijk gemeten. Met deze nulmeting is een indruk gekregen van hoe de transitie naar de circulaire economie er op dit moment voor staat. Wat we wel *willen* maar nog niet *kunnen* meten levert een agenda op voor de verdere uitwerking van het monitoringssysteem (zie de paragraaf ‘Groeimodel voor het monitoringssysteem’).

Transitieproces meten met oog op effecten later

De transitie naar de circulaire economie is een langdurig traject. Monitoring van het transitieproces geeft gaandeweg al inzicht in de succes- en faalfactoren, op basis waarvan het proces kan worden bijgestuurd. Ook kan met monitoring worden gesignaleerd of de effecten op lange termijn kunnen worden gerealiseerd. Het ontwikkelde monitoringssysteem onderscheidt daarom *monitoring van het transitieproces* en *effectmonitoring*. Het *transitieproces* wordt in twee onderdelen gemonitord: monitoring van de transitiedynamiek en monitoring van

de acties. Monitoring van de transitiedynamiek brengt in kaart wat er bij specifieke productgroepen concreet gebeurt aan bijvoorbeeld circulair productontwerp en of het aandeel circulaire producten toeneemt (en dus het aandeel lineaire producten afneemt). De voortgang van de acties uit het Rijksbrede programma die de transitiedynamiek ondersteunen, wordt gemeten in de actiemonitoring.

De *effectmonitoring* meet de effecten van het transitieproces op het grondstoffengebruik, de milieudruk en de socio-economische ontwikkeling (zoals economische groei en banen).

Het onderscheid tussen het transitieproces en de effecten ervan bouwt voort op eenzelfde onderscheid als in het beleidsevaluatiekader van de Algemene Rekenkamer (2005) (figuur 1). Het transitieproces wordt op vergelijkbare wijze gedifferentieerd naar middelen, activiteiten en prestaties. Het inzetten van middelen (input) en het ondernemen van activiteiten (*throughput*) leidt idealiter tot prestaties (output) die de beoogde effecten (*outcome*) teweegbrengen.

Grondstoffenreductiedoelstelling vraagt nadere uitwerking

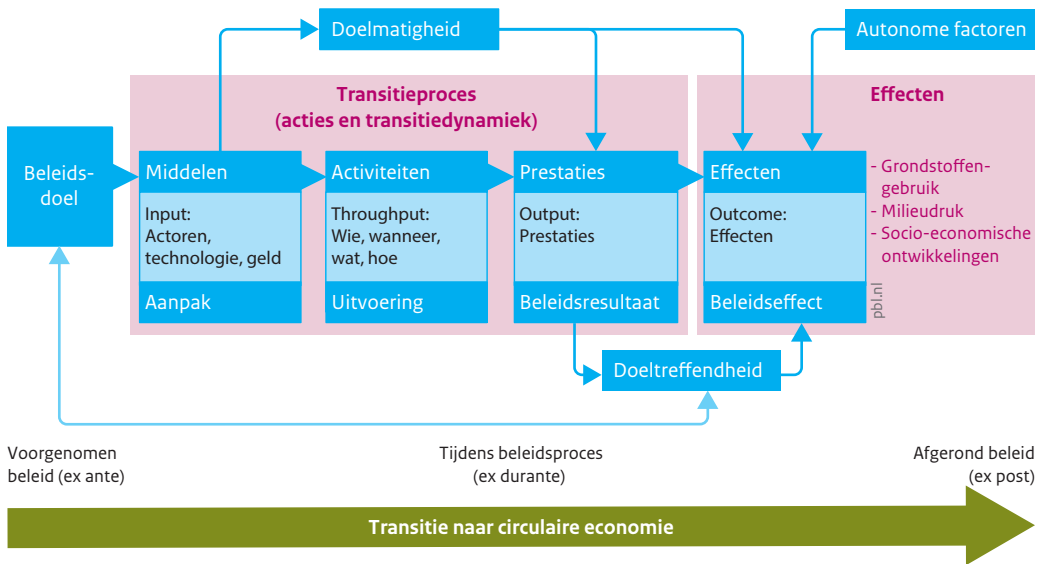
Voor de monitoring is een verdere uitwerking van de tussendoelstelling van belang – de doelstelling om het gebruik van abiotische grondstoffen in 2030 te hebben gehalveerd. Een eerste punt betreft het basisjaar. In overleg met de ministeries van IenM en EZ (inmiddels IenW en EZK) is gekozen voor 2014 als basisjaar ten opzichte waarvan de halveringsdoelstelling uit het Rijksbrede programma geldt.

Een tweede punt is of de halveringsdoelstelling alleen verwijst naar het gebruik van grondstoffen in Nederland zelf (direct gebruik), of ook betrekking heeft op het indirecte grondstoffengebruik in de keten van ingevoerde materialen, productonderdelen en producten (voetafdruk). Beide zijn zinvol, en daarom bevat het monitoringssysteem effectindicatoren voor direct gebruik en voor voetafdrukken. De voetafdrukindicatoren sluiten aan bij het eerste en derde strategische doel uit het Rijksbrede programma (beide zijn gericht op het sluiten van productketens). Ook in de transitieagenda's voor de vijf prioriteiten is veel aandacht voor ketenverantwoordelijkheid.

Een vervolgvraag daarbij is of de voetafdrukken dan gelden voor de productie of consumenten in Nederland. De productievoetafdruk geeft zicht op de effecten in de keten van alles wat in Nederland wordt geproduceerd. De consumptievoetafdruk gaat over de keteneffecten als gevolg van producten die in Nederland worden

Figuur 1

Beleidsvaluatiekader voor meten van voortgang van transitie naar circulaire economie



Bron: Algemene Rekenkamer 2005; bewerking PBL

geconsumeerd (door consumenten, overheid en investeringen door bedrijven). Beide invalshoeken zijn zinvol.

Als vierde punt zou met een nadere uitwerking van de halveringsdoelstelling nog beter gestuurd kunnen gaan worden op de grondstoffen waarvoor vermindering van het gebruik het meest urgent is. Dit kan bijvoorbeeld door een hogere reductiedoelstelling op te nemen voor de kritieke grondstoffen (zoals zeldzame aardmetalen) en grondstoffen met een hoge milieudruk (zoals broeikasgasemissies).

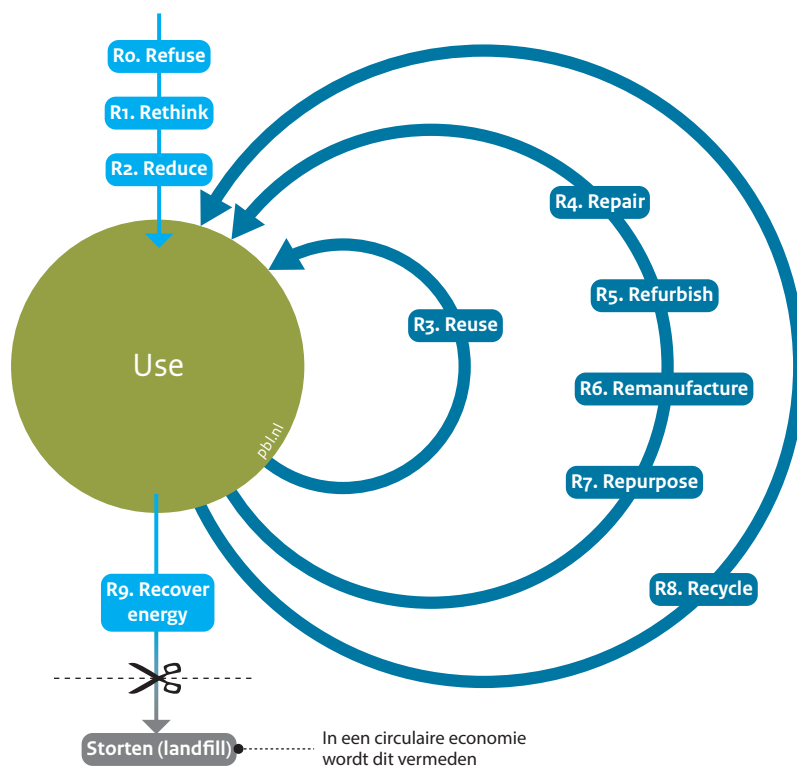
Een laatste punt is of de halveringsdoelstelling alleen geldt voor Nederland als geheel of dat het wenselijk is die doelstelling te vertalen naar afzonderlijke reductiedoelstellingen voor de prioriteiten. Dit vraagt nadere keuze door het beleid. De halveringsdoelstelling kan echter niet van toepassing zijn op de prioriteit biomassa en voedsel. Biomassa is immers één van de belangrijkste 'hernieuwbare en algemeen beschikbare grondstoffen' die abiotische grondstoffen zoveel mogelijk moeten gaan vervangen (het tweede strategische doel). Hierdoor zal biomassa in toenemende mate gebruikt gaan worden voor de productie van bijvoorbeeld medicijnen, bioplastics, biomaterialen en als biobrandstof. Duurzame biomassa is echter niet onbeperkt beschikbaar. In een circulaire economie ligt het voor de hand efficiënt om te gaan met alle grondstoffen, dus ook met biomassa, en deze ook duurzaam te produceren en verwerken.

Minder grondstoffen nodig bij 'hogere' circulariteitsstrategieën

Het Rijksbrede programma wil door het nastreven van de drie strategische doelen het gebruik van abiotische grondstoffen halveren in 2030 en de Nederlandse economie volledig circulair laten zijn in 2050. Met de drie strategische doelen stuurt de overheid op vervanging van abiotische door hernieuwbare en algemeen beschikbare grondstoffen (tweede strategische doel), en op efficiënter gebruik van alle grondstoffen in bestaande en andere productketens (eerste en derde strategische doel). Figuur 2 geeft daartoe een prioriteitsvolgorde van circulariteitsstrategieën. Deze zogenoemde circulariteitsladder gaat uit van de *functie* van producten. Als vuistregel zijn bij circulariteitsstrategieën die hoger op de ladder staan, minder materialen nodig die bovendien vaker bestaan uit gerecycled (secundair) materiaal. Hierdoor hoeven dan minder grondstoffen te worden gewonnen om nieuwe (primaire) materialen te produceren. Zo wordt ook de milieudruk van de grondstoffenwinning en productie van primaire materialen voorkomen.

De vuistregel gaat meestal op, maar niet als er ongewenste terugkoppelingen zijn. Voorbeelden hiervan zijn dat mensen een product vaker kunnen gaan gebruiken als dat door gedeeld gebruik gemakkelijker wordt (bijvoorbeeld deelauto's door mensen die daarvoor met de trein reisden), dat het recyclen van

Figuur 2
Circulaire economie is meer dan recycling



Bron: PBL

materialen soms meer energie kost dan de productie van nieuwe materialen, en dat er in bestaande materialen schadelijke stoffen voor mens of milieu kunnen zitten en recycling daarom beter achterwege kan blijven. Helaas bestaan er voor veel circulariteitsstrategieën nog geen goed bruikbare indicatoren om de voortgang te meten. Dit is een belangrijk aandachtspunt voor de verdere uitwerking van het monitoringssysteem.

Metten op verschillende aggregatieniveaus

Het ontwikkelde monitoringssysteem maakt zoals gezegd onderscheid tussen het transitieproces en de effecten daarvan. Daarnaast wil de Rijksoverheid het monitoringssysteem gebruiken voor meten en sturen op het niveau van Nederland als geheel, de prioriteiten uit het Rijksbrede programma, en daarbinnen de specifieke productgroepen. Voor elk van deze aggregatieniveaus is het bovendien zinvol om de effecten te meten in Nederland zelf (direct) en in de hele keten (direct en indirect). De effectmonitoring en de nulmeting in het

ontwikkelde monitoringssysteem zijn voornamelijk uitgewerkt voor het nationaal totaal en de vijf prioriteiten. De effectmonitoring voor specifieke productgroepen moet nog worden uitgewerkt.

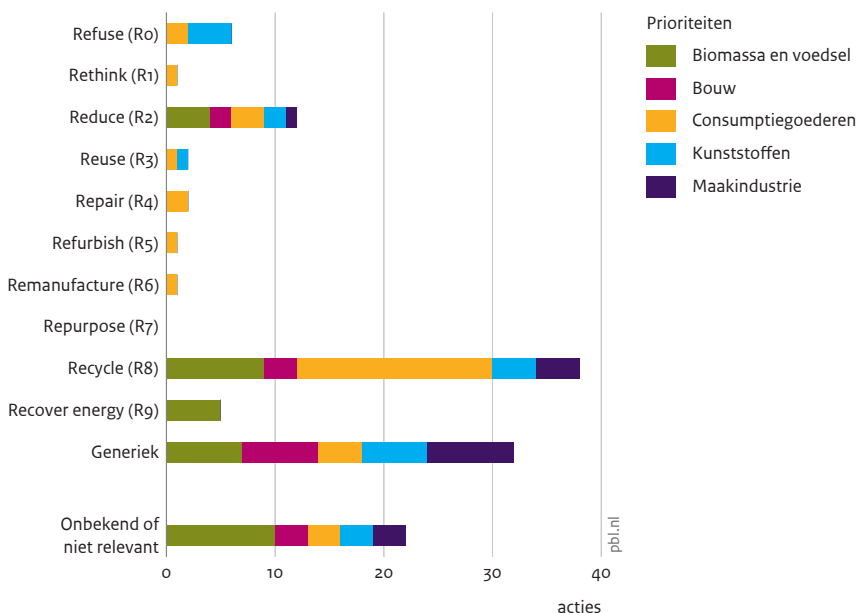
Monitoring van acties al mogelijk

Wat we willen weten

Het Rijksbrede programma is vertaald in bijna 200 acties waarmee de Rijksoverheid in samenwerking met maatschappelijke partners de transitie naar een circulaire economie wil realiseren. Sommige acties zijn heel concreet en lopen al langer, andere moeten vooral gezien worden als voornemens voor nieuw beleid. De acties hebben betrekking op de vijf prioriteiten en de 5 'interventies' die in het Rijksbrede programma zijn uitgewerkt, en dragen idealiter direct of indirect bij aan de grondstoffenreductiedoelstelling en de drie strategische doelen uit het Rijksbrede programma. Het monitoren van de acties moet natuurlijk de voortgang van de uitvoering van de acties in kaart brengen, maar ook laten zien in welke mate de acties

Figuur 3

Acties van Rijksbreed programma circulaire economie per circulariteitsstrategie, 2017



Bron: RIVM 2017

bijdragen aan de transitiedynamiek en de beoogde effecten ('slimme' actiemonitoring). Dit helpt de Rijksoverheid om het Rijksbrede programma op koers te houden, en maakt tijdig bijsturen van acties gemakkelijker. Nieuwe acties zoals in de transitieagenda's benoemd, zijn nog niet meegenomen in het monitoringssysteem in dit rapport, omdat de transitieagenda's en het monitoringssysteem parallel aan elkaar zijn ontwikkeld.

Wat we al kunnen meten, en daardoor weten: nulmeting

De nulmeting van de acties betreft een tussenstand over 2017. Begin 2018 zal nog een laatste inventarisatieronde over 2017 plaatsvinden. Van twee derde van de acties is informatie geleverd. Meer dan de helft van alle acties is gestart of al langere tijd in uitvoering. Een deel van de acties is niet gestart omdat andere acties eerst uitgevoerd moeten worden. Zo wordt voor een deel van de acties met uitvoering gewacht op het uitkomen van de transitieagenda's biomassa en voedsel, maakindustrie en bouw.

Nog niet alle acties in het Rijksbrede programma zijn al SMART geformuleerd. Deze acties moeten nog worden aangescherpt qua inhoud van wat er moet worden gedaan en wanneer het moet worden uitgevoerd. Dat geldt ook voor het formuleren van het beoogde effect

of de (beleids)prestatie waarop de actie is gericht. De gestarte acties binnen de prioriteiten gaan vooral over recycling en afvalverwerking of gaan meer algemeen over instrumentontwikkeling of netwerkvorming. Circulariteitsstrategieën hoger op de ladder krijgen nog beduidend minder aandacht (zie ook figuur 3).

Monitoring van transitiedynamiek in de opstartfase

Wat we willen weten

Het startpunt, de snelheid, en de invulling van de transitie naar de circulaire economie zullen verschillen tussen de prioriteiten en de specifieke productgroepen daarbinnen. 'Monitoring van de transitiedynamiek' meet voor specifieke productgroepen de ingezette middelen, uitgevoerde activiteiten en daarmee gerealiseerde prestaties. De drie strategische doelen, met de circulariteitsstrategieën als uitwerking van het eerste en derde doel, zijn de kernprestaties van het transitieproces waarmee minder gebruik van grondstoffen en milieudruk, en meer socio-economische ontwikkeling moet worden gerealiseerd.

Voor elk van de drie strategische doelen speelt circulaire innovatie in productketens een belangrijke rol. Circulaire innovaties kunnen betrekking hebben op

handige verdienmodellen, slimme productontwerpen, en nieuwe technologieën (inclusief materialen van hernieuwbare en algemeen beschikbare grondstoffen). Voor de implementatie hiervan in productie en consumpties is het essentieel om medewerking te krijgen van zowel bedrijven (circulair produceren) als consumenten (circulaire producten afnemen). Hiervoor is verandering in geschreven en ongeschreven regels, gewoonten en opvattingen nodig. Innoverende organisaties hebben voor dit alles een ondersteunende omgeving nodig. Deze ondersteunende omgeving moet organisaties in staat stellen om:

- Te *kunnen* innoveren, door onder andere financiering van innovatieprojecten, ontwikkeling van circulaire kennis, en experimenteren;
- Te *mogen* innoveren, door implementatie van innovatie mogelijk te maken door veranderingen in wetten en regels;
- Te *willen* innoveren, door bijvoorbeeld visieontwikkeling en samenwerking in productketens te bevorderen en door grondstoffengebruik met een belasting financieel onaantrekkelijk te maken.

De opbouw van deze ondersteunende omgeving in termen van 'kunnen, mogen en willen' vindt vooral plaats in de zogenoemde formatieve fase ('voorontwikkeling' en 'take-off'). Hierdoor kan in de groeifase ('versnelling' en 'stabilisatie') het aandeel circulaire producten en diensten snel toenemen. Er is nog weinig ervaring met het monitoren van de voortgang van de vaak langdurige formatieve fase. Tabel 4.1 in de Verdieping geeft een aanzet voor meetbare en generieke indicatoren om 'kunnen, mogen en willen' te meten. Deze set generieke indicatoren kan in overleg met maatschappelijke partijen zo nodig nog worden aangevuld of gespecificeerd met prioriteitsafhankelijke en productgroepspecifieke indicatoren bij de doorontwikkeling van het monitoringssysteem.

Hoe we willen gaan meten, en wat we daardoor kunnen weten

Het monitoringssysteem moet de komende jaren nader worden uitgewerkt (groeimodel). Daartoe moeten onder andere de indicatoren voor de transitiedynamiek worden vertaald naar concreet meetbare indicatoren. Het is de bedoeling om bij het meten van elke indicator zo mogelijk te onderscheiden aan welke circulariteitsstrategieën deze bijdraagt. Voor de indicator 'aantal ingevoerde circulaire wetten en regels' bijvoorbeeld wordt dan duidelijk hoeveel er betrekking hebben op het nuttig toepassen van materialen en energie (R8-R9), hoeveel op levensduurverlenging van producten of onderdelen ervan (R3-R7) en op slimmer gebruiken en maken van

producten (Ro-R2). Recycling (R9) ligt nog dicht tegen de lineaire economie aan, terwijl de hogere circulariteitsstrategieën (R7-Ro) richting de circulaire economie gaan. Dit onderscheid naar circulariteitsstrategieën helpt bij de duiding van de gemeten indicator, maar zegt nog steeds niet alles. Zo kan het gaan om wetten of regels voor één specifieke productgroep, of met relevantie voor veel productgroepen tegelijkertijd (zoals de Ecodesign-richtlijn). Het ene getal is dus het andere niet en de invloed kan verschillen. Dit type monitoring, dat kwalitatieve informatie levert waarvoor meer duiding nodig is, is nog relatief onontgonnen terrein.

Bij kennis- en uitvoeringsorganisaties zijn in dit kader al brokken informatie beschikbaar, bijvoorbeeld over investeringen, netwerken en kennisuitwisseling. Dit zit onder andere in de databestanden van door de Rijksoverheid gesubsidieerde projecten bij de Rijksdienst voor Ondernemend Nederland (RVO). Deze informatie moet nog wel worden ontsloten om de indicatoren te kunnen meten. Er is dan ook nog geen nulmeting beschikbaar voor de transitiedynamiek.

Monitoring van effecten al gedeeltelijk mogelijk

Wat we willen weten

De effectmonitoring meet grondstoffen- en materialengebruik (diverse indicatoren), leveringszekerheid, milieudruk (water- en grondbeslag, broeikasgasemissies), circulaire economische groei en werkgelegenheid voor de prioriteiten en het nationaal totaal. Nog niet alle indicatoren daarvoor kunnen al (volledig) worden gekwantificeerd. Zo meten de indicatoren voor grondstoffengebruik en milieudruk idealiter het directe effect in Nederland en de effecten in de keten elders. Maar meten van effecten over de gehele keten (de voetafdruk), is vooralsnog alleen mogelijk voor grondstoffengebruik en broeikasgassen, en niet voor het water- en grondbeslag. Ook is het nog maar beperkt mogelijk afzonderlijk voor alle producenten en voor alle consumenten in Nederland de bijdragen aan de effecten te meten. Meten van dergelijke 'dwarsdoorsnedes' voor de effectindicatoren maakt verdere uitwerking en toespitsing van de grondstoffenreductiedoelstelling in het Rijksbrede programma mogelijk. De monitoring voor de prioriteiten en voor Nederland als geheel maakt gebruik van de CBS-databestanden. Verder is het van belang om te weten of effecten het gevolg zijn van de ingevoerde circulariteitsstrategieën of andere autonome factoren, zoals de bevolkingsgroei, economische groei en structuur. Er zijn methoden in ontwikkeling om te bepalen hoe belangrijk

elke ingevoerde circulariteitsstrategie dan wel autonome factor is voor het grondstoffengebruik, de milieudruk en socio-economische ontwikkeling (decompositiemodel).

Wat we al kunnen meten, en daardoor weten: nulmeting

Monitoring van de effecten voor Nederland als geheel en voor de prioriteiten afzonderlijk is al gedeeltelijk mogelijk, vooral voor grondstoffengebruik, broeikasgassen en afval(verwerking) en recycling. De directe inzet van grondstoffen voor de Nederlandse productie is met 314 miljard kilo in 2016 vrijwel gelijk gebleven ten opzichte van 2010, maar met circa 7 procent gedaald ten opzichte van 2010. Dit komt vooral door de gedaalde import van mineralen en winning van aardgas. De inzet van grondstoffen in de keten is echter met 3 procent gestegen ten opzichte van 2010. Deze stijging in de keten komt door de toegenomen invoer van halffabricaten en (eind) producten. Dit hoeft echter geen structurele trend te zijn, omdat het hier over een relatief korte en economisch turbulente periode gaat (gezien de economische crisis).

De grondstoffenconsumptie in de keten, de grondstoffenvoetafdruk, is in 2016 licht gedaald ten opzichte van 2010, maar met 26 procent gedaald ten opzichte van 2010. Dit komt vooral door afname van de import van mineralen voor bouwactiviteiten gedurende de crisis. Door het economisch herstel van de bouw zal de grondstoffenconsumptie weer stijgen.

Nederland behoort, als het om recylen gaat, al jaren tot de kopgroep van Europese landen, met ruim 80 procent recycling en materialenproductiviteit (euro/kilo materiaal). De inzet van secundair materiaal in de Nederlandse economie bedraagt evenwel maar 8 procent. Het grote verschil tussen de ruim 80 procent recycling en 8 procent inzet van secundair materiaal kan worden verklaard doordat er veel meer materiaal als input nodig is dan er als recycelaat beschikbaar komt. Dit komt omdat veel materialen fysiek 'opgeslagen' zijn in producten met een lange gebruiksduur, zoals gebouwen. Daarnaast zit de Nederlandse inzet van grondstoffen voor een belangrijk deel in voedsel en energie (en kan dus nooit op 100 procent secundair materiaal uitkomen). De beoogde halvering van het gebruik van abiotische grondstoffen is daarom nog een flinke opgave.

De voetafdruk voor broeikasgassen is lager dan de directe broeikasgasemissies in Nederland. Verklaring hiervoor is de export van energie-intensieve producten. Het aandeel van de milieusector dat zich bezighoudt met grondstoffenbesparing is nog heel beperkt, maar is wel gegroeid tussen 2010 en 2016. Datzelfde geldt ook voor de werkgelegenheid. Deze macro-economische effecten

zijn echter lastig te meten, onder andere omdat het aandeel circulair binnen bestaande bedrijven lastig te bepalen is.

Monitoring van de transitieagenda's vraagt nadere uitwerking

Met het afgesloten Grondstoffenakkoord wordt sterk ingezet op de rol van maatschappelijke partners in de transitie naar de circulaire economie. Parallel aan de ontwikkeling van het monitoringssysteem in dit rapport is door vijf transitieteams hard gewerkt aan transitieagenda's voor de vijf prioriteiten: biomassa en voedsel, kunststoffen, de maakindustrie, de bouw, en consumptiegoederen. De transitieagenda's bevatten aanzetten voor monitoring van de agenda's en de effecten ervan. De transitieagenda's zijn sterk geschreven vanuit de dagelijkse praktijk van de transitieteams, waarin onder andere bedrijven en milieu- en consumentenorganisaties actief zijn. Het monitoringssysteem in dit rapport daarentegen vertrekt vanuit een meer theoretische invalshoek. Er is nog het nodige werk te doen om beide bij elkaar te brengen.

Uit de transitieagenda's en interviews met de transitieteams blijkt een behoefte aan eenduidige, controleerbare en onafhankelijke methoden om de milieudruk van een productieketen te bepalen ('levenscyclusanalyse'). Ook is er behoefte om waardebehoud te meten in de ketens van specifieke productgroepen. In de bouwsector is er voor milieudruk een bepalingsmethode: de 'Milieuprestatie gebouwen en GWW-werken' en de nationale milieudatabase (NMD). Deze bepalingsmethode moeten nog wel verder worden uitgewerkt om de verschillende circulariteitsstrategieën te kunnen evalueren. Voor andere productgroepen kunnen soortgelijke bepalingsmethoden en milieudatabases worden op- en ingezet.

Groeimodel voor het monitoringssysteem

Het monitoringssysteem brengt systematisch in kaart wat we willen weten, wat we al kunnen meten, en op welke onderdelen het monitoringssysteem nog verder moet worden uitgewerkt. Het monitoringssysteem is dus nog niet af. Het lijkt dan ook zinvol om dit verder te ontwikkelen samen met de maatschappelijke partners en andere Nederlandse kennisinstellingen. De volgende stappen lijken in de komende jaren zinvol:

Uitwerken van structuur en presentatievorm monitoringsrapportage

- Identificeren van een beperkte set kernindicatoren voor snel inzicht, en dashboard-indicatoren voor een meer genuanceerd inzicht (gelaagde monitoringsstructuur).
- Opzetten van digitale voortgangsrapportage op continue basis en periodieke schriftelijke voortgangsrapportage waarin getallen en trends worden geduid.
- Toewerken naar een circulaire equivalent van de Nationale Energieverkenning waarin de stand van zaken kan worden geduid van de transitie, inclusief evaluatie van het ingezette beleid.

Verder ontwikkelen bestaande monitoringsonderdelen

- Meetbaar maken van de overige indicatoren in de effectmonitoring (zoals voetafdrukken en kritieke grondstoffen) met de materiaalmonitor en andere CBS-bestanden.
- Meetbaar maken van de circulariteitsstrategieën op diverse schaalniveaus, zoals Nederland als geheel, per prioriteit en sector, en voor specifieke productgroepen.
- Meetbaar maken van de (overige) indicatoren voor de transitiedynamiek door al beschikbare informatie te ontsluiten, bijvoorbeeld bij RWS, RVO, provincies en gemeenten.
- Verder uitwerken van de actiemonitoring: clusteren van acties voor beter overzicht, koppelen acties aan indicatoren voor transitiedynamiek en effecten, verbinding maken met nieuwe acties.
- Ontwikkelen van een decompositiemodel om de verbanden tussen monitoringsresultaten voor effecten en circulariteitsstrategieën, en ook met autonome factoren bloot te leggen.
- Uitwerken van het monitoringssysteem voor de relatie tussen de rol van actoren en de verschillende fasen in de transitie naar de circulaire economie.
- Uitwerken van een indicatief beeld van hoe de transitie naar en circulaire economie bijdraagt aan een gezonde en veilige leefomgeving en daarmee risico's voor mens en milieu minimaliseert. Of wel aandacht voor toxiciteit van stoffen beter in beeld brengen.
- Vergelijkbaar maken van het monitoringssysteem met twee transitiefasen in dit rapport (de formatieve fase en groeifase) met het monitoringssysteem voor de energietransitie met vier transitiefasen ('voorontwikkeling' en 'take-off' en 'versnelling' en 'stabilisatie').

Aanvullingen monitoringssysteem op basis van de transitieagenda's

- Monitoring van acties in de transitieagenda's inpassen in het monitoringssysteem indien gewenst door transitieteams.

- Uitwerken voor specifieke productgroepen van eenduidige, controleerbare en onafhankelijke bepalingsmethoden voor milieudruk (levenscyclusanalyse) en waardebehoud.
- Vertalen van het monitoringssysteem naar specifieke indicatoren voor de prioriteiten en zo nodig aanvullen van het monitoringssysteem.

Belangrijke uitbreidingen voor de middellange termijn

- Verder ontwikkelen van het monitoringssysteem voor scenariostudies van de toekomstige grondstoffenbehoeften binnen planetaire grenzen.
- Uitwisselen en afstemmen van het Nederlandse monitoringssysteem met dat van andere Europese landen en van de Europese Commissie.

Nederland loopt internationaal voorop

De Europese Commissie heeft in 2013 de *EU Resource efficiency scoreboard* in het leven geroepen, die laat zien hoe efficiënt de lidstaten en de EU als geheel omgaan met grondstoffen. Medio 2017 heeft de Commissie daar bovenop een set van tien indicatoren voor de circulaire economie voorgesteld. Deze indicatoren meten vooral grondstoffengebruik, afvalproductie en recycling. Andere aspecten van de transitie naar de circulaire economie komen nauwelijks aan bod. Bovendien zijn die tien indicatoren bedoeld om de voortgang voor de lidstaten en de Europese Unie als geheel te meten, en zijn ze minder geschikt voor het meten van de voortgang bij de afzonderlijke prioriteiten en productgroepen daarbinnen.

Het monitoringssysteem in dit rapport gaat verder dan de tien indicatoren van de Europese Commissie. Het brengt systematisch en in de volle breedte in kaart wat de huidige effecten van het transitieproces zijn, en aan welke voorwaarden het transitieproces moet voldoen om de gewenste effecten op termijn te bereiken. Daarnaast is het monitoringssysteem in dit rapport ontwikkeld om, naast Nederland als geheel, ook de voortgang bij de prioriteiten én specifieke productgroepen te kunnen meten. Verder is het monitoringssysteem bedoeld om effecten te meten in Nederland zelf (directe effecten), en in de hele keten (directe en indirecte effecten samen), omdat een belangrijk deel van de grondstoffen, halffabricaten (materialen en productonderdelen) en producten voor Nederlandse producenten en consumenten uit het buitenland komt (indirecte effecten).

Met dit uitgebreide monitoringssysteem loopt Nederland dan ook internationaal voorop. De monitoring van de voortgang naar de circulaire economie omvat zowel de acties en de transitiedynamiek als de effecten. De monitoring van de transitiedynamiek is daarbinnen een vernieuwende bijdrage die aanvullende mogelijkheden kan aandragen voor sturing van het beleid. Belangrijk aandachtspunt bij de doorontwikkeling van het monitoringssysteem is de balans tussen de administratieve last voor bedrijven en de informatiewaarde van indicatoren.

VERDIEPING

VERDIEPING

Inleiding

In september 2016 heeft het tweede kabinet-Rutte het Rijksbrede programma Circulaire Economie ‘Nederland circulair in 2050’ naar de Tweede Kamer gestuurd (IenM & EZ 2016^{a,b}). Met dit programma schetste het kabinet zijn perspectief op een leefbare aarde met een toekomstbestendige en duurzame economie, de circulaire economie, waarin minder grondstoffen worden gebruikt en gebruikte grondstoffen duurzamer worden gewonnen en verwerkt. Het Rijksbrede programma ziet grondstoffengebruik als grote uitdaging voor de 21^{ste} eeuw. Het derde kabinet-Rutte heeft de uitvoering van het programma in zijn Regeerakkoord (2017) opgenomen.

Om te kunnen bepalen of de transitie naar de circulaire economie op koers ligt, is het nodig om de uitgangssituatie vast te stellen (nulmeting) en de voortgang van de transitie naar de circulaire economie te meten.

Op verzoek van de toenmalige ministeries van Infrastructuur en Milieu (IenM) en Economische Zaken (EZ), nu Infrastructuur en Waterstaat (IenW) en Economische Zaken en Klimaat (EZK), hebben het PBL, CBS en RIVM daarom een raamwerk en nulmeting voor monitoring ontwikkeld. In dit rapport beschrijven we de uitgangspunten en de uitwerking van het monitoringssysteem en de uitgevoerde nulmeting. In dit inleidende hoofdstuk gaan we in op het belang van de circulaire economie (paragraaf 1.1), de inhoud van het Rijksbrede programma (paragraaf 1.2), het doel van monitoring en van deze rapportage (paragraaf 1.3), en de opzet en inhoud van dit rapport (paragraaf 1.4).

1.1 Redenen voor de circulaire economie

Wereldwijd is het gebruik van grondstoffen in de afgelopen eeuw verachtvoudigd (Krausmann et al. 2009; UNEP 2011), waarbij de rijkste landen nu gemiddeld tien keer zoveel grondstoffen gebruiken als de armste landen. De toename in het grondstoffengebruik werd in de

afgelopen decennia gedreven door inkomensgroei, meer dan door bevolkingsgroei (UNEP 2016). In de laatste jaren neemt wereldwijd de armoede af en de welvaart toe, vooral in opkomende economieën zoals in Azië en Latijns-Amerika (PEW 2015; Wereldbank 2016).

De Wereldbank (2016) verwacht een voortzetting van deze trend, terwijl de Verenigde Naties een verdere groei van de wereldbevolking voorzien van ruim 7 miljard mensen nu tot bijna 10 miljard in 2050 (UN 2015). Hierdoor zal, als er verder niets verandert, de wereldwijde grondstoffenvraag om en nabij verdrievoudigen (UNEP 2011). Dit is geen houdbare situatie omdat een toenemende grondstoffenvraag uiteindelijk kan leiden tot grondstoffencompetitie met economische en geopolitieke spanningen als gevolg (IenM & EZ 2016^a; UNEP 2011, 2016).

Een belangrijk probleem van toenemend grondstoffengebruik is een nog verdere toename van de nu al hoge druk op het milieu. Deze milieudruk uit zich onder andere in klimaatverandering, biodiversiteitsverlies en uitputting en aantasting van natuurlijk kapitaal (IenM 2016^a; Krausman et al. 2009; UNEP 2011). Het Nederlandse grondstoffengebruik leidt zowel in Nederland als ook daarbuiten tot milieudruk: de winning van grondstoffen en de productie van halffabricaten en producten voor de Nederlandse consumptie en productie vinden immers voor een belangrijk deel buiten Nederland plaats. De verwerking van geïmporteerde grondstoffen als aardolie en van binnenlands gewonnen grondstoffen als aardgas en grind daarentegen leiden alleen tot milieudruk in Nederland. Ook het gebruik van producten en hun verwerking na afdanking verhogen de milieudruk, vooral als afgedankte producten worden verbrand of gestort (Vollebergh et al. 2017). Het storten van afval is in Nederland nagenoeg verboden (BBSA 2012, 2001), maar komt in andere Europese landen en daarbuiten meer voor (zie bijvoorbeeld EEA 2016^a).

In het Rijksbrede programma zijn het behoud van natuurlijk kapitaal en vermindering van de milieudruk van

het Nederlandse (in)directe grondstoffengebruik belangrijke drijfveren om de omslag naar de circulaire economie te maken (IenM & EZ 2016^{a,b}). Dit is voor sommige maatschappelijke partners (MVO 2015) en sommige wetenschappers zelfs waar de circulaire economie om draait. Volgens het Rijksbrede programma is echter ook de beschikbaarheid oftewel leveringszekerheid van grondstoffen voor de Nederlandse economie een belangrijke reden voor de circulaire economie (IenM & EZ 2016^{a,b}).

Nederland wint zelf grondstoffen en is netto-importeur van vele kleinere grondstoffenstromen en van bulkgrondstoffen als aardolie, sommige landbouwgewassen (waaronder soja voor veevoeder), zand en grind, en ijzer en staal (CBS 2016^a). Ook worden veel grondstoffen indirect geïmporteerd via halffabricaten of producten. Bastein en Rietveld (2015) hebben, in navolging van de Europese Commissie (EC 2014^{a,b}, 2010), 64 mineralen en metalen geëvalueerd op hun belang versus leveringszekerheid ('kritikaliteit') voor de Nederlandse economie. Op basis hiervan zijn deze grondstoffen gerangschikt in volgorde van hun kritikaliteit. De lage leveringszekerheid voor kritieke grondstoffen en de afhankelijkheid van de import hiervan vormen een risico voor de stabiliteit van de Nederlandse economie. Sommige Nederlandse bedrijven, vooral metaal- en hightechbedrijven, ervaren al concreet problemen met de leveringszekerheid van grondstoffen (Bastein & Rietveld 2015), Mzi/TNO/TUD s.d.). Bastein en Rietveld (2015) hebben ook gekeken naar de invloed op economische sectoren van prijsvolatiliteit en reputatieschade door milieudruk, sociale omstandigheden en regelgeving omtrent conflictmineralen. Vooral gevoelig hiervoor blijken de sectoren voor elektronica, elektrische apparaten, machinebouw, metaalproductie en transportmiddelen. Deze sectoren gebruiken ook relatief veel van de kritieke mineralen en metalen uit de 64 geëvalueerde grondstoffen.

In Nederland bestaat veel enthousiasme voor de circulaire economie (Jonker et al. 2017, Nederland Circulair! s.d.; Remmerswaal et al. 2017), omdat die een oplossing kan bieden voor het grondstoffenprobleem, en ook omdat die kansen biedt voor de Nederlandse economie en de internationale concurrentiepositie kan verbeteren (Bastein et al. 2015; Bastein en Rietveld 2015; IenM 2016^{a,b}; Nederland Circulair! s.d.). Bastein et al. (2013) schatten dat de circulaire economie meer dan 7 miljard euro en rond de 54.000 nieuwe banen kan opleveren. Deze berekeningen zijn verkennend, onder andere omdat de doorwerking van veranderingen in de geanalyseerde economische sectoren in andere economische sectoren niet in beeld is gebracht (SER 2016).

1.2 Circulaire doelen en strategie van Nederlands beleid

Tegen de hiervoor geschetste achtergrond wil het kabinet, samen met maatschappelijke partners, dat Nederland de omslag maakt naar een economie waarin 'grondstoffen efficiënt zullen worden ingezet en optimaal worden hergebruikt. Dat grondstoffen op duurzame wijze worden gewonnen. Maar ook dat er minder grondstoffen nodig zijn, omdat we efficiëntere producten en diensten ontwikkelen. En dat aantasting van milieu, leefomgeving en gezondheid zoveel mogelijk wordt voorkomen' (IenM & EZ 2016^b). De tussendoelstelling voor 2030 is 50 procent minder gebruik van primaire abiotische grondstoffen (mineraal, fossiel en metalen). In 2050 wil Nederland helemaal circulair zijn door zoveel mogelijk gebruik te maken van duurzaam gewonnen hernieuwbare en algemeen beschikbare grondstoffen (IenM & EZ 2016^b). Met deze doelstelling voor het grondstoffengebruik gaat Nederland verder dan andere Europese landen, wellicht met uitzondering van Duitsland en Oostenrijk. Oostenrijk wil ten opzichte van 2008 de grondstoffenproductiviteit verdubbelen in 2020, en vier tot tien maal beter laten zijn in 2050. Duitsland wil ten opzichte van 1994 de abiotische grondstoffenproductiviteit verdubbelen in 2020 (EEA 2016^b). Grondstoffenproductiviteit is echter een relatieve maat. Waar Duitsland en Oostenrijk dus relatieve doelstellingen hebben (het verbeteren van de grondstofproductiviteit), heeft Nederland een absolute doelstelling geformuleerd (halvering van de hoeveelheid primaire grondstoffen in 2030).

De Nederlandse grondstofdoelstelling moet nog nader worden uitgewerkt, bijvoorbeeld door differentiatie van de halveringsdoelstelling naar grondstoffen waarvoor vermindering van het gebruik ervan minder en meer urgent is. Dat zou dan kunnen leiden tot hogere reductiedoelstellingen voor kritieke grondstoffen (zoals zeldzame aardmetalen), en grondstoffen met een hoge milieudruk (zoals broeikasgasemissies). Ook op een aantal andere punten is nadere uitwerking van de halveringsdoelstelling wenselijk (zie ook paragraaf 2.2).

Volgens het Rijksbrede programma vereist een circulaire economie een omslag in het grondstoffengebruik. Drie strategische doelen moeten deze transitie naar de circulaire economie versnellen (IenM & EZ 2016^a):

1. Grondstoffen in *bestaande* productketens worden hoogwaardig benut door zo efficiënt mogelijke inzet en (her-)gebruik van producten en hun onderdelen en materialen, waarbij risico's voor mens en milieu worden vermeden. De grondstoffenbehoefte in bestaande productketens moet daarmee afnemen.

2. Waar nieuwe grondstoffen nodig zijn om nieuwe materialen te produceren, worden abiotische grondstoffen vervangen door hernieuwbare en algemeen beschikbare grondstoffen. Dit moet leiden tot behoud van natuurlijk kapitaal.
3. Nieuwe productiemethodes en productontwerpen worden ontwikkeld, nieuwe manieren van consumeren worden bevorderd, en gebieden worden anders ingericht. Dit moet leiden tot *andere* productketens die een extra impuls geven aan de gewenste reductie en benutting (eerste strategische doel) en vervanging (tweede strategische doel).

De Raad voor de leefomgeving en infrastructuur (Rli 2015) en de Sociaal-Economische Raad (SER 2016) hebben de belemmeringen voor een circulaire economie op een rijtje gezet. Met het Rijksbrede programma wil het kabinet deze belemmeringen wegnemen met vijf interventies (stimulerende wet- en regelgeving, slimme marktprikkels, financiering, kennis en innovatie, internationale samenwerking). Voor elke type interventie is in het Rijksbrede programma aangegeven welke concrete acties de Rijksoverheid al onderneemt en welke acties ze nog op de rol heeft staan. Deze acties op de vijf typen interventies behoren tot het generieke veranderbeleid in het Rijksbrede programma (IenM & EZ 2016³). Daarnaast is gedragsverandering als belangrijk thema benoemd in het Rijksbrede Programma.

Het kabinet onderkent dat de transitie naar een circulaire economie ook per economische sector of grondstoffenketen een specifiek veranderbeleid vraagt. In het Rijksbrede programma ligt daarbij de focus op vijf prioritaire thema's, prioriteiten genoemd, die belangrijk zijn voor de Nederlandse economie, die een hoge milieudruk hebben, en die al veel maatschappelijke energie voor de transitie naar een circulaire economie laten zien. De vijf prioriteiten in het Rijksbrede programma zijn biomassa en voedsel, bouw, consumptiegoederen, kunststoffen en maakindustrie (IenM & EZ 2016a). Deze prioriteiten sluiten aan bij gebieden waarop de Europese Commissie wil inzetten volgens haar actieplan voor de implementatie van de circulaire economie in Europa. De prioritaire Europese gebieden zijn kunststoffen, voedselafval, kritieke grondstoffen, bouw en sloop, biomassa en producten van biologisch oorsprong (EC 2015).

Voor elk van de vijf prioriteiten is in het Rijksbrede programma eveneens op een rij gezet welke concrete acties de Rijksoverheid al onderneemt en welke acties ze op de rol heeft staan (IenM & EZ 2016³). Daarnaast heeft de Rijksoverheid het Grondstoffenakkoord afgesloten met meer dan 325 maatschappelijke partners (bedrijven, financiële instellingen, vakbonden, werkgeversorganisaties en kennisinstellingen) (Grondstoffenakkoord

2017; Programmabureau Nederland Circulair 2017). Dit Grondstoffenakkoord wordt nu voor elke prioriteit door een zogenoemd transitieteam verder uitgewerkt in een transitieagenda, die gelijktijdig met deze publicatie openbaar zal worden.

1.3 Monitoring van de circulaire transitie

Het is belangrijk om te kunnen meten hoe de voortgang naar de circulaire economie verloopt. Dit geeft zowel de Rijksoverheid als maatschappelijke partners inzicht of de transitie op koers ligt of moet worden bijgestuurd. In het Rijksbrede programma is al de ontwikkeling van een meetprotocol aangekondigd (IenM & EZ 2016³), en in het Grondstoffenakkoord geeft de Rijksoverheid 'aan kennisinstellingen de opdracht om op basis van de relevante fysieke, economische en sociale indicatoren die op breed draagvlak kunnen rekenen dit monitoringssysteem inclusief nulmeting te ontwikkelen, dat gericht is op het in beeld brengen van:

- De voortgang van afgesproken acties;
- De ontwikkeling van grondstoffenstromen naar, binnen en vanuit Nederland;
- De transitiedynamiek (waar we staan in de transitie, hoe mens en organisatie in de transitie worden meegenomen, hoe interventies van partners worden afgestemd op de transitiefase van de onderscheiden ketens en sectoren' (Grondstoffenakkoord 2017).

Het Planbureau voor de Leefomgeving (PBL, projectleiding), Centraal Bureau voor de Statistiek (CBS) en Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM) hebben van de Rijksoverheid de opdracht gekregen het monitoringssysteem te ontwikkelen en de nulmeting uit te voeren. Op specifieke onderdelen zijn ook andere kennisinstellingen ingeschakeld (zie verder). Analoog aan de driedeling in het Grondstoffenakkoord (2017) is het monitoringssysteem, inclusief de nulmeting, uitgewerkt in drie monitoringsonderdelen:

- acties uit het Rijksbrede programma (RIVM, Rijkswaterstaat);
- effecten op grondstoffengebruik, milieu en economie (CBS);
- transitiedynamiek (PBL, Universiteit Utrecht).

Het ontwikkelde monitoringssysteem zal begin 2018 aan de Tweede Kamer worden voorgelegd.

Het startpunt voor het monitoringssysteem is een systematische verkenning van wat nodig is voor het meten van de voortgang naar een circulaire economie, en van wat al mogelijk is in termen van beschikbare

indicatoren en data, zowel voor Nederland als geheel als voor prioriteiten en specifieke productgroepen daarbinnen. Er bestaan al voorstellen voor indicatoren om de voortgang naar de circulaire economie te meten, maar de meeste van deze indicatoren meten vooral effecten. Slechts een beperkt aantal heeft betrekking op de transitiedynamiek en meet deze dan alleen op het niveau van landen en niet voor ketens (zie paragraaf 2.5 voor een overzicht).

1.4 Opzet van dit rapport

In dit rapport beschrijven we het ontwikkelde monitoringssysteem, inclusief de nulmeting, in termen van wat we idealiter zouden willen weten, en wat we vooralsnog in de praktijk kunnen meten (nulmeting) van de circulaire transitie. In hoofdstuk 2 presenteren we de uitgangspunten en het conceptuele kader voor het monitoringssysteem. Dat systeem, inclusief de nulmeting, wordt vervolgens in afzonderlijke hoofdstukken verder uitgewerkt (acties in hoofdstuk 3, transitiedynamiek in hoofdstuk 4 en effecten in hoofdstuk 5). In hoofdstuk 6 reflecteren we op het monitoringssysteem zoals beschreven in hoofdstuk 3 tot en met 5. In hoofdstuk 7 ten slotte presenteren we de hoofdconclusies van dit rapport.

Uitgangspunten

In dit hoofdstuk bespreken we de uitgangspunten voor het monitoringssysteem en de drie monitoringsonderdelen (actiemonitoring, monitoring van de transitiedynamiek, en effectmonitoring), inclusief de nulmeting. Daarnaast gaan we kort in op de samenhang tussen de drie monitoringsonderdelen. Grondstoffen, materialen en producten zijn kernbegrippen in dit rapport, en worden daarom hier kort toegelicht. Andere termen en begrippen worden op de relevante plaats in het vervolg van het rapport geïntroduceerd, maar hun omschrijving kan ook in bijlage 1 worden opgezocht.

De focus in de circulaire economie is op de vermindering van het gebruik van grondstoffen (wat een aantal positieve gevolgen heeft; hoofdstuk 1). In de praktijk worden grondstoffen en materialen vaak als synoniemen door elkaar gebruikt. In dit rapport gebruiken we de term 'grondstoffen' in de betekenis van hetgeen wat aan de natuur wordt onttrokken (zoals zand, aardolie en vlas). Grondstoffen zijn daarmee altijd nieuw of primair (en nooit secundair). Grondstoffen worden gebruikt voor de productie van nieuwe (primaire) materialen (zoals glas, plastics en linnen) om daar vervolgens producten mee te maken (zoals glazen, plastic flessen en linnen kleding). Soms vallen grondstoffen en materialen, en grondstoffen en producten nagenoeg samen (zoals grondwater en drinkwater, fruit aan de boom en in de winkel). Meestal zijn enkele bewerkingsstappen nodig om vanuit een grondstof primair materiaal te produceren, en daaruit vervolgens producten te maken. Materialen kunnen echter worden teruggewonnen uit afgedankte producten.

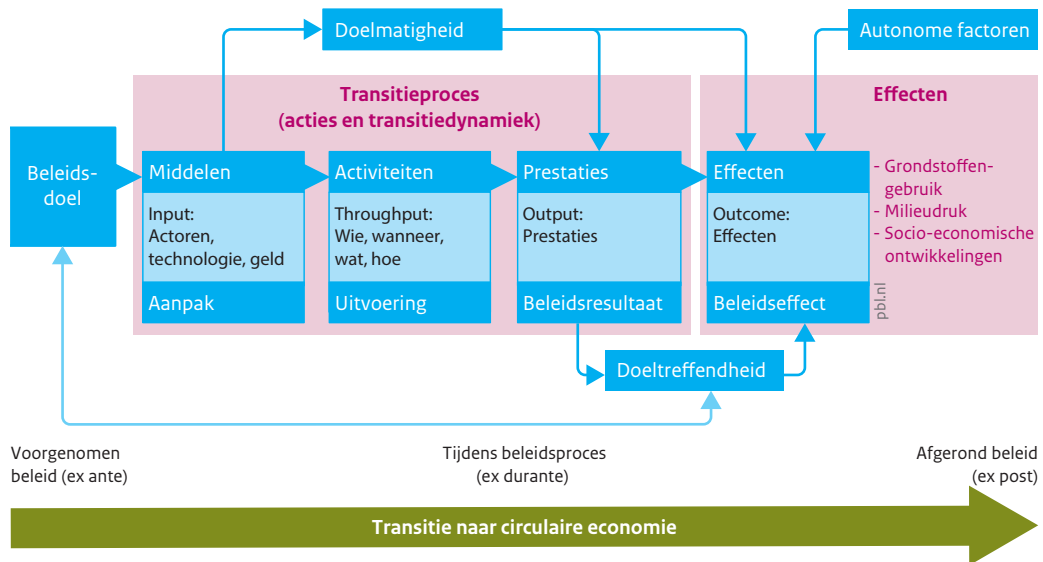
Ze worden dan secundaire materialen of recycleert genoemd. Materialen kunnen dus primair (nieuw) of secundair (gerecycled) zijn.

2.1 Aansluiting bij beleids-evaluatiekader

Voor het monitoren van de transitie naar de circulaire economie is het relevant een onderscheid te maken tussen de effecten die het Rijksbrede programma met de transitie nastreeft, en het veranderingsproces (transitieproces) dat daar volgens het programma naartoe moet leiden (Potting et al. 2016). De circulaire transitie bestaat dus uit het transitieproces en de effecten ervan. Dit onderscheid komt duidelijk terug in de drie monitoringsonderdelen die de drie kennisinstellingen zijn gevraagd te ontwikkelen. Monitoring van de acties en transitiedynamiek gaat over het meten van de voortgang van het transitieproces. Monitoring van de effecten gaat over het meten van de voortgang van de effecten van het transitieproces op het grondstoffengebruik, de milieudruk en de sociaaleconomische ontwikkelingen die het Rijksbrede programma met het transitieproces beoogt in gang te zetten.

Het onderscheid tussen het veranderingsproces en de effecten ervan komt eveneens duidelijk terug in het beleidsevaluatiekader van de Algemene Rekenkamer (AR 2005). Dit kader staat centraal in de handleiding van

Figuur 2.1
Beleidsvaluatiekader voor meten van voortgang van transitie naar circulaire economie



Bron: Algemene Rekenkamer 2005; bewerking PBL

de Algemene Rekenkamer voor evaluatie van overheidsbeleid op de kosten (doelmatigheid) en resultaten (doeltreffendheid) ervan; de ministeries zijn sinds 1991 bij wet verplicht hun beleid periodiek te (laten) evalueren op doelmatigheid en resultaat (AR 2005).

Het beleidsevaluatiekader van de Algemene Rekenkamer bestaat uit vier aspecten (middelen, activiteiten, prestaties, en effecten), die ook kunnen worden gezien als de vier fasen in het beleidsproces (input, throughput, output en outcome). De eerste drie aspecten of fasen moeten een veranderingsproces in gang zetten. De inzet van middelen (input) en het ondernemen van activiteiten (throughput) moeten leiden tot de prestaties (output) die de door het beleid beoogde effecten moeten genereren (AR 2005). Het hele beleidsproces bestaat dus uit het veranderingsproces (hier het transitieproces), én de hiermee beoogde effecten (hier transitie-effecten; verder effecten). Figuur 2.1 geeft het beleidsevaluatiekader weer, en hoe de drie monitoringonderdelen daarin passen.

Het monitoringssysteem helpt hier vooral de doeltreffendheid van het Rijksbrede programma in kaart te brengen. Doeltreffendheid heeft zowel betrekking op het transitieproces als op de beoogde effecten daarvan. Het is om twee redenen belangrijk om zowel het transitieproces als de beoogde effecten op doeltreffendheid te evalueren.

Reden 1: Inzicht in de voortgang van het transitieproces voordat de effecten zichtbaar worden

Ons huidige economische systeem is heel goed afgestemd op de heersende sociale en institutionele structuren. Deze bestaande structuren moeten worden vervangen door nieuwe sociale en institutionele structuren om de transitie naar de circulaire economie mogelijk te maken. Een voorbeeld is de overgang van steenkolen naar aardgas in de jaren zestig van de vorige eeuw. Naast aanpassing van de fysieke infrastructuur (gasleidingen en -fornuizen) betekende deze overgang ook leren omgaan met gas door installateurs en huishoudens. Het transitieproces van afbouw van bestaande en opbouw van nieuwe sociale en institutionele structuren kan lang duren, soms zelfs meerdere decennia. Hierdoor laat ook het zichtbaar worden van de effecten van het transitieproces op zich wachten (Loorbach et al. 2014). Het Rijksbrede programma heeft de tussendoelstelling van 50 procent grondstoffenreductie dan ook op 2030 gezet (over 13 jaar), en als einddoel moet de Nederlandse economie in 2050 helemaal circulair zijn (over 33 jaar). Omdat het lang duurt voor de effecten van het transitieproces zichtbaar worden, is het in de tussentijd relevant om zicht te krijgen op de voortgang van het transitieproces.

Reden 2: Bijsturen van de circulaire transitie op basis van succes- en faalfactoren

Met de gemeten indicatoren voor het transitieproces en de effecten ervan wordt het mogelijk te analyseren of ingezette middelen en activiteiten tot de gewenste prestaties en daarmee beoogde effecten leiden of niet. Hebben de ingezette middelen en activiteiten geleid tot minder belemmerende regelgeving en meer reparatie van producten en meer hoogwaardige recycling? Hebben deze prestaties geleid tot minder grondstoffengebruik en milieudruk? Dragen de ontwikkelingen bij aan gezondheid en veiligheid? Om te beoordelen of de beoogde effecten het gevolg zijn van het transitieproces, is uiteraard ook zicht nodig op de invloed van autonome factoren op de beoogde effecten (AR 2005), zoals de ontwikkeling van de economie en bevolking. In de analyse moet worden meegenomen of gemeten effecten te herleiden zijn tot de ingezette middelen en activiteiten tot gerealiseerde prestaties. De gevonden verbanden tussen effecten, prestaties, activiteiten en middelen kunnen informatie geven over 'succes- en faalfactoren' om het transitieproces bij te sturen. Daarmee fungeert deze monitoring tevens als input voor een sturingssysteem.

2.2 Effectdoelen voor grondstoffenreductie

De Rijksoverheid wil, samen met maatschappelijke partners, Nederland in 2050 helemaal circulair laten zijn door zoveel mogelijk gebruik te maken van duurzaam gewonnen hernieuwbare en algemeen beschikbare grondstoffen. Hierdoor zal het gebruik van deze grondstoffen toenemen, maar volgens het Rijksbrede programma moeten in 2050 *alle* grondstoffen optimaal worden gebruikt (niet alleen de abiotische grondstoffen), hoewel dit verder niet getalsmatig wordt uitgewerkt. Voor 2030 is er wel een getalsmatige tussendoelstelling om het abiotische grondstoffengebruik met 50 procent terug te dringen (IenM & EZ 2016^b). Voor de monitoring van de voortgang naar de circulaire economie is het van belang om vooral de halveringsdoelstelling verder uit te werken.

Basisjaar voor de halveringsdoelstelling

In het Rijksbrede programma wordt niet vermeld ten opzichte van welk jaar de doelstelling van 50 procent minder abiotische grondstoffen geldt (IenM & EZ 2016^b). Het gebruik van grondstoffen door de Nederlandse economie is van 2004 tot 2014 met 14 procent gedaald, maar vertoont lichte stijgingen en dalingen van jaar tot jaar. Het gebruik in 2013 was duidelijk lager dan het jaar

ervoor en erna. Het jaar 2014 is het meest recente jaar waarvoor het CBS geconsolideerde data beschikbaar heeft. Daarom is in overleg met de ministeries van IenM en EZ, inmiddels IenW en EZK, gekozen voor 2014 als basisjaar. Dit is dus het jaar waarvoor de nulmeting van de effecten wordt uitgevoerd (CBS 2016).

Halveringsdoelstelling en grondstoffen

De halveringsdoelstelling in het Rijksbrede programma geldt voor abiotische grondstoffen in het algemeen (IenM & EZ 2016^b). In de ex ante evaluatie van de haalbaarheid van het Rijksbrede programma door Bastein et al. (2017) wordt uitgegaan van een halvering van het gebruik voor elke grondstof afzonderlijk. De helft minder grondstoffengebruik kan ook als gemiddelde worden gezien, maar dan is een differentiatie van de halveringsdoelstelling naar grondstoffen gewenst. Anders zou deze doelstelling kunnen worden ingevuld door volledig in te zetten op minder gebruik van algemeen beschikbare mineralen als zand en gravel. Mineralengebruik is dominant in het Nederlandse grondstoffengebruik, maar minder dominant dan metalen en fossiele grondstoffen in de emissies van broeikasgassen, en in water- en landdruk (Bastein et al. 2017). Er zouden hogere reductiedoelstellingen kunnen worden geformuleerd voor kritieke grondstoffen, en grondstoffen die tijdens hun winning of verwerking veel milieudruk veroorzaken (paragraaf 1.1). Voor deze grondstoffen is vermindering van het gebruik ervan immers het meest urgent.

Halveringsdoelstelling en prioriteiten

Met het Grondstoffenakkoord zet de Rijksoverheid sterk in op de rol van de transitieteams in de transitie naar de circulaire economie. Toch is de halveringsdoelstelling uit het Rijksbrede programma (IenM & EZ 2016^b) niet opgenomen in het Grondstoffenakkoord (2017). Net zoals voor grondstoffen kan differentiatie van de halveringsdoelstelling naar de vijf prioriteiten zinvol zijn.

Halveringsdoelstelling en direct gebruik of ketengebruik van grondstoffen

Het is belangrijk vast te stellen of de halveringsdoelstelling alleen verwijst naar het gebruik van grondstoffen in Nederland zelf (direct gebruik), of ook betrekking heeft op het indirecte grondstoffengebruik in de rest van de keten van de ingevoerde materialen, productonderdelen en producten. Direct en indirect gebruik vormen samen de keten (voetafdruk). Denken in ketens betekent dat al het grondstoffengebruik in ogenschouw moet worden genomen en dat betekent dus dat ook de indirecte effecten moeten worden meegenomen.

De ex ante evaluatie van het Rijksbrede programma door Bastein et al. (2017) gaat uit van halvering van het directe gebruik van ‘materialen’ door de Nederlandse economie. Het gaat hierbij om het gebruik van grondstoffen die in Nederland zijn gewonnen of geïmporteerd (direct gebruik), plus het gebruik van grondstoffen die fysiek zijn opgeslagen in halffabricaten (materialen en productonderdelen) en producten (indirect gebruik). Met dit directe en indirecte gebruik wordt bijna de hele keten meegenomen (meer dan 90 procent). Niet meegenomen echter is grondstoffengebruik dat niet fysiek wordt opgeslagen in de geïmporteerde halffabricaten en producten (zoals fossiel voor energie en water voor koeling). Bastein et al. (2017) geven wel een indicatie van dit indirecte overige gebruik van grondstoffen. Dat kan oplopen tot bijna 8 procent voor bosbouw, en bijna 7 procent voor de textiel-, kleding- en lederindustrie (Bastein et al. 2017).

De ex ante evaluatie van Bastein et al. (2017) en de focus van het Rijksbrede programma focus op productketens in het eerste en derde strategische doel in het Rijksbrede programma (IenM & EZ 2016^b), suggereren beide dat de halveringsdoelstelling betrekking heeft op het Nederlandse ketengebruik en niet slechts op het directe gebruik van grondstoffen. De ketenbenadering sluit ook aan bij transitieagenda’s voor de vijf prioriteiten door de transitieteams. De transitieteams lijken veel aandacht te hebben voor ketenverantwoordelijkheid in hun transitieagenda’s (Transitieteams 2018).

Halveringsdoelstelling en Nederlandse productie en consumptie

Het Rijksbrede programma laat in het midden waar de verantwoordelijk ligt voor het behalen van de halveringsdoelstelling (productie, consumptie of beide). Een belangrijk deel van de in Nederland geproduceerde producten wordt geëxporteerd en dus niet in Nederland geconsumeerd. Omgekeerd wordt een belangrijk deel van in Nederland geconsumeerde producten, eindproducten en finale consumptie in statistische terminologie, vanuit het buitenland geïmporteerd. In de statistische terminologie valt onder finale consumptie overigens de bestedingen door consumenten, overheid en investeringen door bedrijven. Het kan zinvol zijn om de bijdragen van deze verschillende actoren afzonderlijk zichtbaar te maken. De voor Nederlandse productie en consumptie bestemde winning van grondstoffen, productie van halffabricaten (materialen en productonderdelen), en gemaakte producten zorgen voor aanzienlijke milieudruk elders. Zowel het productie- als het consumptieperspectief kan daarmee zinvol zijn.

De bovengenoemde punten zijn belangrijk om duidelijkheid te krijgen op vragen als ‘Wie veroorzaakt wat, en wat is een effectieve uitwerking van de doelstelling gezien de gewenste doelen en effecten?’. In feite gaat dit over verantwoordelijkheid. Er moet duidelijkheid komen op vragen als ‘Wie is verantwoordelijk waarvoor, en hoe moet die verantwoordelijkheid worden verdeeld?’ (figuur 2.2). De uitwerking of concretisering van de halveringsdoelstelling voor deze vragen is nodig om de voortgang naar de circulaire economie te kunnen meten. ‘Slimme’ uitwerking van de halveringsdoelstelling door differentiatie naar afzonderlijke grondstoffen kan inzichtelijk maken in welke mate de reductie van afzonderlijke grondstoffen bijdraagt aan het vergroten van leveringszekerheid, en het verminderen van milieudruk (klimaatverandering, biodiversiteitsverlies en uitputting en aantasting van natuurlijk kapitaal). Meer dan om de hoeveelheid tonnen gaat het immers vooral om het effect van grondstoffengebruik op milieu en op de leveringszekerheid. Het lijkt zinvol om hiermee rekening te houden bij de verdere invulling van de halveringsdoelstelling voor abiotische grondstoffen in 2030.

Plafond voor gebruik van hernieuwbare grondstoffen

Het tweede strategische doel uit het Rijksbrede programma wil dat hernieuwbare en algemeen beschikbare grondstoffen zoveel mogelijk nog benodigde fossiele, kritieke en niet duurzaam gewonnen grondstoffen gaan vervangen. ‘Hernieuwbare grondstoffen’ wordt over het algemeen geïnterpreteerd als biomassa. Zoals terecht wordt opgemerkt in de transitieagenda van het transitieteam biomassa en voedsel (Transitieteams 2018), zitten echter ook aan het gebruik van biomassa beperkingen. Volgens een recente verkenning door Van der Esch et al. (2017) zal de verder groeiende wereldbevolking met een stijgend welvaartsniveau, in combinatie met verdergaande landdegradatie, in de toekomst gaan leiden tot meer landcompetitie en mogelijk landconflicten tussen bijvoorbeeld land voor productie van voedsel en biobrandstoffen, of voor natuur en toerisme. Deze verkenning neemt biomassa voor groene energie wel, maar voor materialen op basis van biomassa niet mee. Er lopen momenteel veel (onderzoeks)projecten naar de mogelijkheden van materialen op basis van biomassa, zoals biologische plastics, en chemicaliën gewonnen uit biomassa (zie bijvoorbeeld Ganzevles et al. 2016). Deze projecten richten zich weliswaar vooral op reststromen biomassa uit de landbouw, en op biomassa-afval van de voedselverwerkende industrie. Het moge echter duidelijk zijn, dat er ook grenzen zijn aan de beschikbare hoeveelheid biomassa voor materialen.

Figuur 2.2
Verdeling van verantwoordelijkheden



Bron: PBL

2.3 Prestatiedoelen (~ strategische doelen)

Het Rijksbrede programma wil abiotische grondstoffen zoveel mogelijk vervangen door hernieuwbare en algemeen beschikbare grondstoffen (tweede strategische doelstelling), en het gebruik van *alle* grondstoffen terugdringen door grondstoffen in *bestaande* productketens zo efficiënt mogelijk te benutten (eerste strategische doel), door *andere* productketens voor nieuwe manieren van consumeren en produceren te ontwikkelen (derde strategische doel), en alsnog benodigd gebruik van grondstoffen vervangen door hernieuwbare en algemeen beschikbare grondstoffen (tweede strategische doel) (IenM & EZ 2016^{b)}.

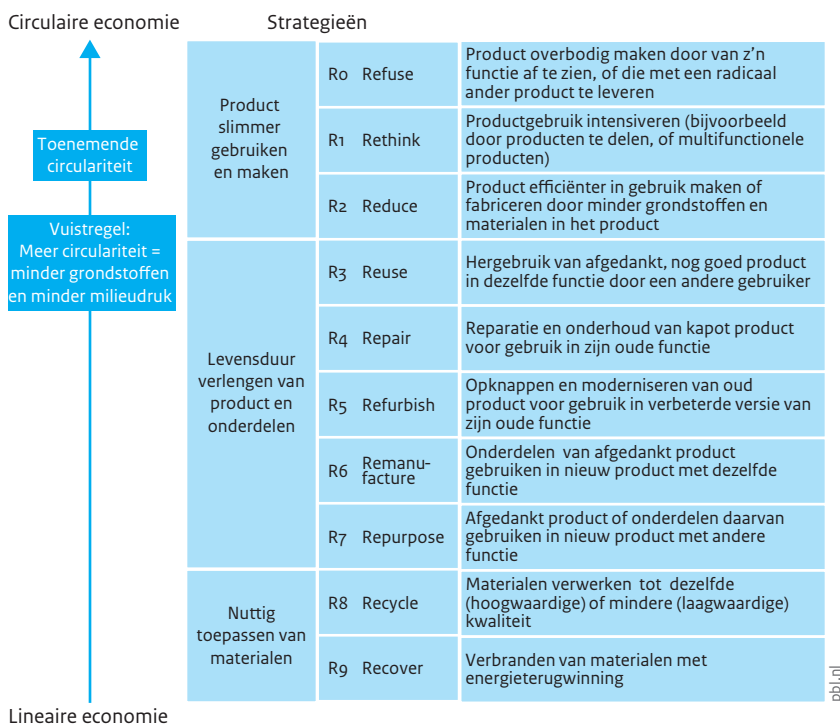
Ten aanzien van het eerste en tweede strategische doel heeft het PBL in 2016 een zogenoemde ladder met circulariteitsstrategieën gepubliceerd voor minder grondstoffengebruik in productketens (figuur 2.3) (Potting et al. 2016). De circulariteitsladder geeft een prioriteitsvolgorde voor het ontwikkelen van de bedoelde efficiëntere producten en diensten in bestaande (eerste strategische doel) en nieuwe productketens (derde strategische doel). De circulariteitsladder van PBL gaat uit van de *functie* van producten. Andere circulariteitsladders

focussen meestal op producten (zie bijvoorbeeld CE & MVO 2015; EMF 2013; RLI 2015; Vermeulen et al. 2014).

Als vuistregel neemt het grondstoffengebruik, en daarmee ook de milieudruk, af met het hoger op de ladder staan van de circulariteitsstrategieën (en het lager worden van de R-en). De logica daarachter is simpel. Er zijn minder primaire materialen nodig als secundaire materialen worden teruggewonnen uit niet langer te hergebruiken producten en productonderdelen, als er minder materialen nodig zijn omdat producten en hun onderdelen langer worden gebruikt, en als producten slimmer worden gebruikt en gemaakt. Als er minder grondstoffen nodig zijn om nieuwe materialen te produceren, wordt daarmee ook de milieudruk voor grondstofwinning en in alle vervolgstappen teruggedrongen.

De vuistregel gaat overigens niet op als er meer grondstoffen gebruikt gaan worden door ongewenste terugkoppelingen bij circulariteitsstrategieën. Dit gebeurt bijvoorbeeld omdat mensen een product vaker gaan gebruiken als dat door een deelconstructie makkelijker wordt (zoals bij deelauto's door mensen die daarvoor met de trein reisden), of omdat het recyclen van materialen soms meer grondstoffengebruik vraagt (zoals voor energie) dan voor nieuwe materialen.

Figuur 2.3
Prioriteitsvolgorde van circulariteitsstrategieën in productketen



Bron: RLI 2015, bewerking PBL

Voor biomassa en voedsel worden ook wel de 'Piramide van Waarde' en de 'Ladder van Moerman' gebruikt als prioriteitsvolgorde van circulariteitsstrategieën (Rood et al. 2016). De Ladder van Moerman is in lijn met de circulariteitsladder in figuur 2.3. Dit wordt geïllustreerd in bijlage 2 die ook voor de andere prioriteiten concrete voorbeelden noemt voor elke circulariteitsstrategie uit figuur 2.3.

De circulariteitsladder van het PBL uit Potting et al. (2016) zet de *functie* van producten centraal, en verschilt daarmee van andere circulariteitsladders die doorgaans het product zelf centraal stellen (zie bijvoorbeeld CE & MVO 2015; EMF 2013; RLI 2015; Vermeulen et al. 2014). Door de productfunctie centraal te zetten, komt ook de mogelijkheid in zicht om functies met radicaal andere 'producten' te leveren. Denk hierbij bijvoorbeeld aan dekentjes in plaats van warmtekanonnen voor terrasverwarming, of het streamen van films en muziek in plaats van het kopen van cd's en dvd's. Hierdoor kan het marktaandeel van het alternatieve product groeien, maar zal de producent van het vervangen product afzet verliezen. Hetzelfde geldt voor de aanleverende keten. Dit geldt in zekere zin ook voor het intensiveren van

productgebruik, waardoor minder producten nodig zijn om dezelfde hoeveelheid functie te leveren.

Circulariteitsladders leggen primair de focus op circulariteit binnen productketens. Een productketen beschrijft een product van winning van grondstoffen tot en met de verwerking van afgedankte producten. Als producten en hun onderdelen niet langer herbruikbaar zijn, hetgeen ook in de circulaire economie op enig moment het geval zal zijn (bijvoorbeeld als deelauto's echt versleten zijn), dan is er nog recycling als circulariteitsstrategie. Terugwinning en recycling van materialen uit een afgedankt product resulteert door vervuiling en vermenging (kwaliteitsverlies) nu vaak in gerecyclede materialen die niet opnieuw voor de productie van hetzelfde product kunnen worden gebruikt. Regelmatig worden ze wel voor de productie van producten met lagere kwaliteitseisen gebruikt. Denk hierbij aan de inzet van gemengd ingezameld kunststof voor bermplaatjes. Verbranding met energierecuperatie is een laatste mogelijkheid, maar daarmee gaan producten en hun onderdelen en materialen definitief verloren gaan, en wordt in dit rapport daarom niet als circulariteitsstrategie beschouwd.

Binnen een circulaire economie houden materialen in een afgedankt product bij terugwinning en recycling bij voorkeur hun oorspronkelijke kwaliteit om zo opnieuw in hetzelfde (soort) product te kunnen worden gebruikt (zonder schade voor mens of milieu). Dus beton recyclen en als beton weer inzetten in een nieuw gebouw. Grondstoffen voor de productie van nieuwe materialen zijn bij aanbod van voldoende recycelaat dan niet meer nodig, en afdanking van een product leidt ook niet meer tot afval. In de praktijk zal zulke 'ultieme circulariteit', waarin een productketen gesloten is omdat materialen eindeloos opnieuw kunnen worden gerecycled, waarschijnlijk niet haalbaar zijn. Het is wel het ideaal waar de circulaire economie naar streeft.

De circulariteitsladder van het PBL geeft een verdere uitwerking aan preventie (R0-R2) en hergebruik (R3-R7) in de Ladder van Lansink, vernoemd naar een in 1997 door de Tweede Kamer aangenomen motie van CDA-kamerlid Ad Lansink. De ladder van Lansink speelt sindsdien een belangrijke rol in het Nederlandse afvalbeleid, maar ook in het Europese afvalbeleid (*waste hierarchy*; zie bijvoorbeeld EC 2010a). In feite belichaamt het Rijksbrede programma een verschuiving van de focus op afval naar een focus op grondstoffen (IenM & EZ 2016a; Blomsma & Brennan 2017).

2.4 Bestaande circulaire-economie-indicatoren

Nationaal en internationaal zijn al veel indicatoren beschikbaar voor het meten van effecten op grondstoffengebruik, milieudruk, en socio-economische ontwikkeling. Er lijken slechts beperkt indicatoren te zijn ontwikkeld voor het meten van transitiedynamiek. Dit beeld komt naar voren uit inventarisaties van indicatoren door bijvoorbeeld MVO-Nederland (2015), RIVM (2016) en EEA (2017). Dat beeld komt op het eerste gezicht niet naar voren uit het overzicht in tabel 2.1 van internationaal beschikbare (beleidsrelevante) indicatorensets voor het monitoren van de transitie naar de circulaire economie, en evenmin uit de set van indicatoren voor het sterk verwante beleidsterrein 'resource efficiency'. Bij nadere bestudering blijken vooral prestatie-indicatoren voor het kwantificeren van afvalproductie en -verwerking en recycling op nationaal niveau goed te zijn uitgewerkt. Dat is op zichzelf logisch omdat deze indicatoren essentieel zijn voor het in de vorige eeuw al ingezette afvalbeleid. Ook voor grondstoffengebruik op nationaal niveau zijn inmiddels verschillende indicatoren goed kwantificeerbaar en in gebruik, zoals voor het directe materialengebruik, materialengebruik in de keten en de grondstoffenproductiviteit.

Indicatoren voor de rest van de effecten en voor de transitiedynamiek zijn nog niet voldoende toegespitst op de circulaire economie, of verkeren nog in een conceptueel stadium, of data ontbreken of zijn onvoldoende beschikbaar om deze indicatoren goed te kunnen kwantificeren. De indicatorensets in tabel 2.1 leunen meestal op het volgen van grondstoffen- en materialenstromen met behulp van nationale statistische data. Hun relevantie op het niveau van (circulaire) initiatieven ten aanzien van specifieke producten moet nader worden onderzocht. De indicatoren van de Ellen MacArthur Foundation (EMF 2015) en de *circular economy toolkit* (2013) zijn wel gericht op producten, maar hun relevantie voor kwantificering op nationaal niveau moet nader worden onderzocht.

Ook verschillende wetenschappelijke publicaties zijn gewijd aan indicatoren voor de circulaire economie. Een snelle en beperkte scan van de wetenschappelijke literatuur lijkt te suggereren dat deze vooral gaat over ketenindicatoren voor specifieke productgroepen (zie bijvoorbeeld Geng et al. 2011; Huysman et al. 2017; Saidani et al. 2017).

Bij de uitwerking van de monitoringsonderdelen in het vervolg van dit rapport wordt waar relevant teruggekomen op beschikbare literatuur over indicatoren.

2.5 Samenhang monitoringsonderdelen

Het beleidsevaluatiekader in figuur 2.1 geeft een indicatie van hoe de monitoring van de acties uit het Rijksbrede programma (IenM & EZ 2016^b) en van de transitiedynamiek met elkaar samenhangen. Acties en transitiedynamiek dragen immers beide bij aan het transitieproces dat moeten gaan leiden tot de gewenste effecten op grondstoffengebruik, milieudruk en economie. De uitwerking van de monitoring van acties en transitiedynamiek in concrete indicatoren zal naar verwachting leiden tot overlap in indicatoren voor beide monitoringsonderdelen. Hierop komen we terug in hoofdstuk 6, waarin we reflecteren op de indicatoren voor de drie transitieonderdelen.

De binnenkort te verschijnen transitieagenda's voor de vijf prioriteiten stellen ook acties voorstel (Transitieteams 2018). De uitwerking van de acties in de transitieagenda's in indicatoren kunnen op hun beurt weer overlappen met de indicatoren voor de transitiedynamiek en voor de acties uit het Rijksbrede programma.

Tabel 2.1

Overzicht van beleidsrelevante indicatorensets voor het meten van de voortgang van de circulaire-economietransitie

Bron	Omschrijving inhoud	Geadresseerde typen indicatoren					
		Transitieproces		Effecten			
		R8 en R9 nuttig toepas- sen	Ro-R7	Transitie- dynamiek	Grond- stoffen	Milieu- druk	Socio- econo- mische ontwik- keling
Circulaire economie							
EC (2017 ^a)	Voorgesteld monitoringssysteem van EU met 10 kernindicatoren	X	X	X	X		X
Magnier et al. (2017)	Monitoringssysteem van Frankrijk met 10 kernindicatoren		X	X	X		X
EEA (2016 ^c)	Verkenning van benodigde indicatoren voor circulaire-economiemonitoring in de EU		X	X	X		
EASAC (2016)	Verkenning van beschikbare indicatoren met relevantie voor circulaire-economiemonitoring	X			X		
Potting et al. (2016)	Verkenning van benodigde indicatoren voor circulaire-economiemonitoring in Nederland	X	X	X	X	X	X
CBS (2016)	Kwantificering van aantal indicatoren waarvoor data beschikbaar zijn	X	X		X		
EMF (2015)	Beschrijving van een materiaalcirculriteitsindicator				X		
Circular economy toolkit (2013)	Digitale tool waarmee verbeteropties voor producten kunnen worden geïdentificeerd	X	X		X	X	
Resource efficiency							
EC (2016 ^a)	EU Resource efficiency scoreboard	X		X	X	X	
EC (2017b), Giljum et al. (2016 ^{a,b})	EU Eco-innovation scoreboard			X	X		
EC (2016 ^b)	EU Raw material scoreboard	X			X	X	X
EEA (2016 ^b)	Inventarisatie EU + 4 van nationaal resource efficiency-beleid, inclusief indicatoren				X		
Jacob et al. (2014)	Verkenning van resource efficiency-indicatoren voor het Duitse milieuagentschap (Umweltbundesamt)	X			X		

Het transitieproces leidt idealiter tot de invoering van de gekozen circulariteitsstrategieën (kernprestaties) die op hun beurt weer de gewenste effecten op grondstoffen-gebruik, milieudruk en economie moeten bewerkstelligen. De ingevoerde circulariteitsstrategieën zijn dus als het ware het scharnier tussen het transitieproces en de effecten. Om die reden nemen we in hoofdstuk 5 over effecten deze finale prestaties ook mee.

2.6 Prioriteiten en monitoring

Parallel aan de ontwikkeling van dit monitoringssysteem is door vijf transitieteams hard gewerkt aan transitie-agenda's voor de prioriteiten. De transitieagenda's bevatten onder andere een actieagenda. Naast de acties uit het Rijksbrede programma (IenM & EZ 2016^b) zijn er inmiddels dus ook nieuwe acties als resultaat van de

transitieagenda's. Acties uit het Rijksbrede programma en uit de transitieagenda's kunnen overlappen. De transitieagenda's maken verder duidelijk dat er ook nog aanvullende prioriteitafhankelijke en productgroep-specifieke monitoringswensen zijn (Transitieteams 2018). Deze zijn nog niet opgenomen in het ontwikkelde monitoringssysteem in dit rapport.

De prioriteit- en productgroepspecifieke monitoringswensen variëren per transitieagenda, hoewel er ook overlap en dwarsverbanden tussen prioriteiten bestaan (Transitieteams 2018). De verschillen in monitoringswensen komen voort uit de diversiteit aan productgroepen die de prioriteiten voortbrengen. Zo richt de transitieagenda voor de maakindustrie zich op medische apparatuur, wegtransportvoertuigen, machines, bouwproducten en hardware voor informatietechnologie (Transitieteams 2018). Het transitieteam voor

kunststoffen maakt bijvoorbeeld een onderscheid naar typen kunststoffen, en identificeert binnen elke type een diversiteit van producten (PET-flessen, PP-bloempotten, PVC-raamkozijnen, PUR-sponsjes, PS-wegwerpbekers, enzovoort) (Transitieteams 2018).

Er zijn verschillen tussen de prioriteiten, en meer in het bijzonder tussen de productgroepen binnen de prioriteiten. Deze verschillen kunnen betrekking hebben op (Potting et al. 2016; Transitieteams 2018):

- De functie van productgroepen (onder andere consequenties voor de te volgen circulariteitsstrategieën en de uitwerking hiervan; figuur 2.3)
- Type productgebruikers (groot of klein in te delen in individuen/huishoudens, overheid of instellingen/bedrijven; volgens finale bestedingsstatistieken)
- Technische levensduur en/of gebruiksduur van producten (van eenmalige producten tot zeer langlevende producten, zoals gebouwen, met vaak opeenvolgende (her)gebruikers)
- Samenstelling van producten (van enkelvoudige tot complexe samenstelling met meerdere materialen en/of productonderdelen)
- Technische levensduur en/of gebruiksduur van materialen en productonderdelen (zoals in gebouwen of transportinfrastructuur)
- Gebruikte materialen (vereiste materiaalkwaliteit; prijs, kritikaliteit, milieudruk van materialen; beschikbare recycletechnieken)
- Vervangbaarheid materialen (of vervanging mogelijk is door recycleert of door materialen geproduceerd uit hernieuwbare en algemeen beschikbare grondstoffen)
- Plaats van Nederlandse producent in de waardeketen van producten, en de invloed van de Nederlandse producent om deze waardeketen te beïnvloeden
- Startpunt, oftewel de huidige situatie van producten met betrekking tot implementatie van circulariteitsstrategieën

Elk van deze verschillen tussen prioriteiten, en meer specifiek tussen de productgroepen binnen de prioriteiten, kunnen veel invloed hebben op de keuze van de strategieën en de uitwerking daarvan om op circulariteit uit te komen voor de gegeven productgroep.

2.7 Gelaagde monitoringsstructuur

De Resource Efficiency Scoreboard van de Europese Commissie (EC 2016a) heeft drie lagen indicatoren. De eerste laag bestaat uit één leadindicator, de tweede laag bestaat uit een beperkt aantal dashboard-indicatoren, en de derde laag bestaat uit specifieke indicatoren (thematische indicatoren) (EC 2016^a).

De leadindicator helpt om snel inzicht te krijgen, in dit geval de voortgang in de verbetering van de resource efficiency. De indicatoren op het dashboard geven een meer genuanceerd beeld. De specifieke indicatoren ten slotte, diepen de details verder uit. In reactie op het monitoringsvoorstel voor de circulaire economie van de Europese Commissie (EC 2017^a), is door een groep Europese milieuagentschappen (*environmental protection agencies*, EPA's) een monitoringsstructuur met een soortgelijke gelaagdheid voorgesteld om de voortgang naar de circulaire economie op Europees niveau te meten (Potting et al. 2017). In lijn met het EPA-voorstel beoogt het monitoringssysteem in dit rapport een gelaagde monitoringstructuur (figuur 2.4).

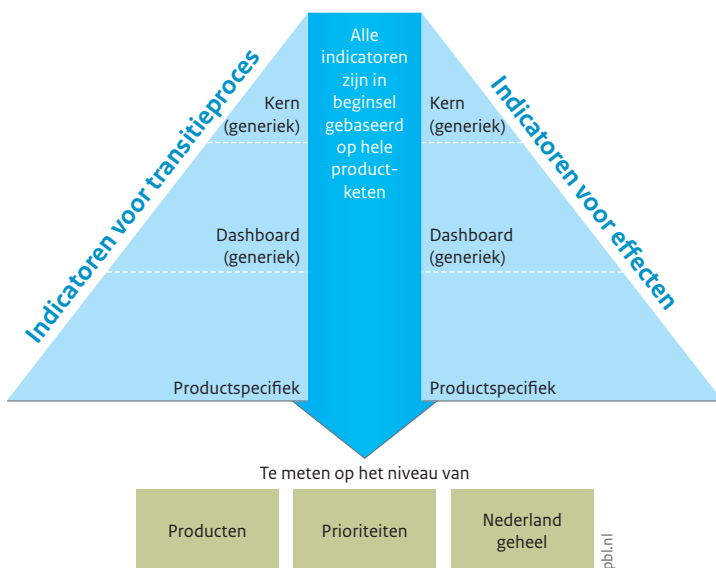
Het monitoringssysteem in figuur 2.4 onderscheidt een top laag met generieke kernindicatoren, een tussenlaag met generieke dashboardindicatoren, en een derde laag met prioriteit- en productspecifieke indicatoren. In elke laag zal een onderscheid worden gemaakt tussen indicatoren voor het transitieproces en indicatoren voor de effecten. De monitoring van de transitiedynamiek en effectmonitoring betreffen in dit rapport generieke indicatoren. Mogelijk zullen sommige van deze generieke indicatoren tot een prioriteit- of productspecifieke uitwerking leiden, maar deze indicatoren moeten dan te aggregeren zijn met dezelfde indicator voor andere prioriteiten of specifieke productgroepen. Voor de prioriteitafhankelijke en productgroep-specifieke monitoring van de transitieagenda's is wel ruimte voorzien in het ontwikkelde monitoringssysteem, namelijk de derde laag in figuur 2.4, maar die wordt in dit rapport niet verder uitgewerkt.

2.8 Tot slot

Het literatuuroverzicht in paragraaf 2.6 maakt duidelijk dat er weliswaar brokstukken liggen voor het monitoren van de voortgang van de transitie naar de circulaire economie, maar dat deze nog onvoldoende zijn voor het volledig uitwerken van het ontwikkelde monitoringssysteem in dit rapport. Het in dit rapport ontwikkelde monitoringssysteem, inclusief nulmeting, heeft daarom nadrukkelijk het karakter van een groeimodel. In hoofdstuk 6 werken we verder uit hoe zo'n groeimodel er uit kan zien.

In hoofdstuk 6 reflecteren we ook op het ontwikkelde monitoringssysteem en de andere uitgangspunten in dit hoofdstuk. Voor hier is het voldoende om te weten welke uitgangspunten zijn gebruikt bij de uitwerking van de drie monitoringsonderdelen:

Figuur 2.4
Monitoringsstructuur circulaire economie



Bron: PBL

- In het monitoringssysteem is, in lijn met het beleids-evaluatiekader van de Algemene Rekenkamer (AR 2005), een onderscheid gemaakt tussen het transitieproces en de effecten hiervan op het grondstoffengebruik, de milieudruk, en de socio-economische ontwikkeling.
- De effectmonitoring moet laten zien of de reductiedoelstelling in het Rijksbrede programma voor het gebruik van abiotische grondstoffen op koers ligt (halvering in 2030, volledig circulair in 2050; IenM & EZ 2016^b). Daarvoor is wel nodig dat de Rijksoverheid deze doelstelling nader concretiseert (figuur 2.2). In het monitoringssysteem is er rekening mee gehouden dat zowel directe als indirecte effecten, en zowel de Nederlandse productie als consumptie moeten worden gemeten.
- Het transitieproces moet leiden tot invoering van hogere circulariteitsstrategieën om het gebruik van grondstoffen te reduceren (eerste en derde strategische doel in het Rijksbrede programma). Deze strategische doelen gelden voor alle grondstoffen, ook voor de hernieuwbare en algemeen beschikbare grondstoffen die abiotische grondstoffen moeten gaan vervangen.
- Het transitieproces bestaat uit de inzet van middelen (input), het ondernemen van activiteiten (throughput) en het daarmee tot stand brengen van prestaties (output).
- Acties en transitiedynamiek dragen beide bij aan het transitieproces, maar worden apart gemonitord. Beide monitoringsonderdelen haken hierop aan in de uitwerking.
- De transitieagenda's bevatten nieuwe acties. De uitvoering van de acties uit het Rijksbrede programma worden gevolgd met de actiemonitoring. Over de monitoring van de acties uit de transitieagenda's moeten nog afspraken gemaakt worden.
- De monitoring van de transitiedynamiek en effectmonitoring in dit rapport zijn gericht op generieke indicatoren. Mogelijk zullen sommige van deze generieke indicatoren tot een prioriteit- of productspecifieke uitwerking leiden, maar deze indicatoren moeten dan te aggregeren zijn met dezelfde indicator voor andere prioriteiten of producten.

Acties

Uit het Rijksbrede programma zijn in 2016 bijna 200 acties gedestilleerd waar de Rijksoverheid bij betrokken is (IenM & EZ 2016). De acties zijn zeer divers. Voorbeelden van acties zijn de monitoring van kunststofstromen, de uitvoering van een betonakkoord en het oppakken van circulaire economie als cross-sectoraal thema in het topsectorenbeleid. Sommige acties, zoals de aanpassing van de Europese regels voor ecodesign, werken naar verwachting veel sterker door dan andere.

Er is onderscheid gemaakt tussen acties die al in uitvoering zijn en acties die het Rijk nog in gang wil zetten. De acties die al eerder waren ingezet, komen onder meer uit het beleidsprogramma Van Afval Naar Grondstof (VANG). Daar zijn veel nieuwe acties aan toegevoegd. Nieuwe acties starten wanneer dat relevant is, bijvoorbeeld als onderdeel van de uitvoering van een transitieagenda. De oude en nieuwe acties zijn gestructureerd langs de lijnen van de vijf prioriteiten en vijf interventiethema's (zie hoofdstuk 1). Op dit moment zijn de meeste acties belegd bij één of meer actiehouders (vaak beleidsmedewerkers). Vanaf najaar 2017 loopt de discussie in hoeverre de bestaande acties moeten worden aangevuld, uitgebreid (of samengevoegd) met acties uit het Grondstoffenakkoord en de acties die voortvloeien uit de transitieagenda's. Die laatstgenoemde acties vallen buiten de 'nulmeting' die is uitgevoerd, maar zullen wel een rol spelen in de doorontwikkeling van de actiemonitoring.

Een slimme vorm van actiemonitoring maakt tijdig bijsturen gemakkelijker. Dat gaat verder dan het bijhouden of acties uitgevoerd worden, bijvoorbeeld via een stoplichtentabel. Slimme actiemonitoring helpt actiehouders om te reflecteren op de bijdrage van 'hun' acties in het geheel, het realiseren van (beleids)prestaties en het bijdragen aan grondstoffenreductie en aanvullende strategische doelen. Ook geeft het beslissers bij ministeries de mogelijkheid om het type en het aantal acties waar de overheid bij betrokken is aan te passen of uit te breiden om de gestelde doelen te bereiken.

De informatie uit de actiemonitoring kan ook marktpartijen, kennisinstellingen en andere overheden helpen in het transitieproces.

Als aanloop naar een dergelijke slimme actiemonitoring is het RIVM te rade gegaan bij de diverse actiehouders bij de betrokken ministeries. Dat had twee doelen. Het eerste doel was het op tafel krijgen van een statusrapport (indicatieve 'nulmeting') van acties. Ten tweede is verkend tot welke beleidsprestaties de acties kunnen leiden en in hoeverre de individuele acties redelijkerwijs zijn te koppelen aan indicatoren – kwantitatief en kwalitatief – die iets zeggen over het transitieproces en de effecten die de Rijksoverheid uiteindelijk wil bereiken met de circulaire economie.

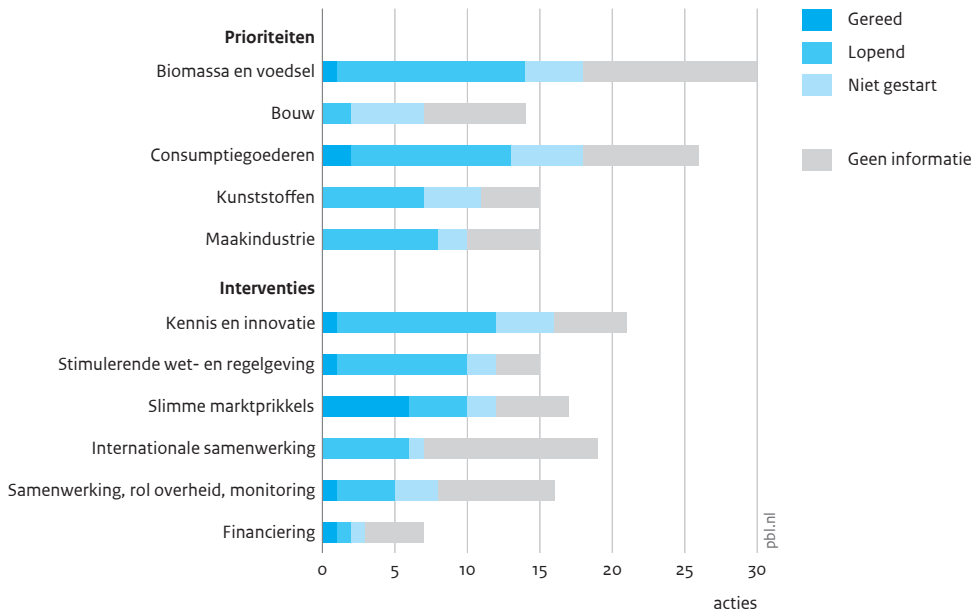
In dit hoofdstuk presenteren we in paragraaf 3.1 eerst de aanpak van het onderzoek onder – en met – beleidsmedewerkers. Vervolgens worden de overkoepelende resultaten van de nulmeting beschreven (paragraaf 3.2). In paragraaf 3.3 en 3.4 zoomen we in op de resultaten voor specifieke interventiethema's en prioriteiten. Daarna wordt op de resultaten gereflecteerd (paragraaf 3.5): hoe kan de actiemonitoring verder ontwikkeld worden? We sluiten het hoofdstuk af met de belangrijkste inzichten die het onderzoek heeft opgeleverd (paragraaf 3.6).

3.1 Aanpak

De uitwerking van de actiemonitoring was voornamelijk interactief van aard. Op verschillende manieren zijn 'actiehouders' betrokken bij het onderzoek. In twee rondes (juli en september) is een web-enquête uitgezet en is een deel van de actiehouders gericht benaderd voor aanvullende informatie. Voor de meeste van de vijf prioriteiten en vijf interventiethema's is een bijeenkomst georganiseerd met een aantal actiehouders die samen een goed overzicht hadden over alle acties die onder die prioriteit of dat interventiethema vielen. De nulmeting

Figuur 3.1

Acties van Rijksbreed programma circulaire economie per prioriteit en type interventie, 2017



Bron: RIVM 2017

van de acties is indicatief. Het betreft nadrukkelijk een tussenstand eind 2017.

Zoals al vermeld heeft de uitwerking van de actie-monitoring als doel om de huidige status van de acties uit het Rijksbrede programma inzichtelijk te maken (de nulmeting). Concreet betekent dit dat wordt uitgezocht hoe de acties zijn belegd binnen de verschillende ministeries en wat – op hoofdlijnen – de voortgang is.

Daarbij is ook op een tentatieve en grofmazige manier een analyse gemaakt van de relatie tussen de acties en de doelen die de Rijksoverheid met de circulaire economie uiteindelijk wil bereiken. Voor deze analyse heeft het RIVM op basis van eigen ‘expert judgement’ de acties gescoord – in samenwerking met het PBL en natuurlijk gevoed door de opgehaalde inzichten van beleidsmedewerkers. Deze scores zijn bepaald voor de mate van circulariteit (doet men vooral aan recycling of juist aan hogere circulariteitsstrategieën, zoals het vermijden van verbruik en ontwerpen voor hergebruik), de plek in de keten waar acties zich op richten en in hoeverre een actie past bij één of meer van de verschillende hoofddoelen van het programma.

Zoals ook al aangestipt is het tweede doel van de uitwerking van de actiemonitoring om te verkennen hoe individuele acties sterker zijn te koppelen aan prestaties,

effecten en indicatoren. Daartoe zijn beleidsmedewerkers uitgedaagd om ‘hun’ acties, die vaak op het niveau van activiteiten liggen, verder te doordenken in termen van prestaties en effecten, langs de lijnen van het beleids-evaluatiekader dat in dit rapport wordt gebruikt (zie hoofdstuk 2).

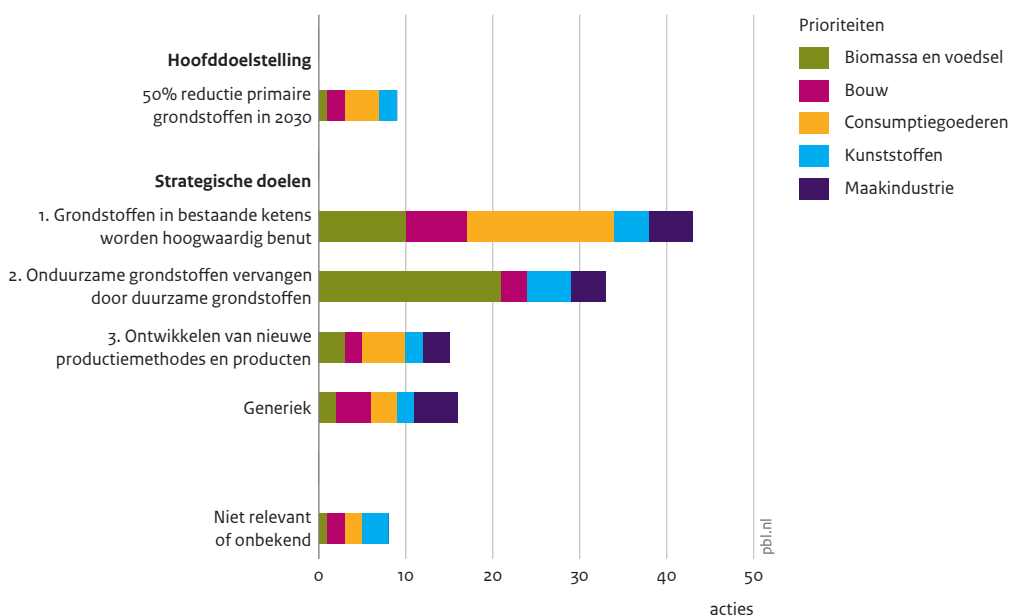
3.2 Nulmeting – overkoepelende resultaten

Grootste deel acties gestart en volop in uitvoering

Twee derde van de acties in het Rijksbrede programma is nieuw, dat wil zeggen dat ze in het Rijksbrede programma voor het eerst benoemd zijn. Voor één derde gaat het om bestaande acties, die al eerder zijn ingezet, bijvoorbeeld onder het programma Van Afval Naar Grondstof (VANG). Van twee derde van het totaal aan acties is informatie geleverd. De huidige stand van zaken rondom de acties is weergegeven in figuur 3.1.

Meer dan de helft van alle acties, inclusief de nieuwe, is gestart of al langere tijd in uitvoering. Voor een deel van de nieuwe acties is aangegeven dat gewacht wordt met uitvoering op het uitkomen van de transitieagenda’s. Ook is een deel van de acties niet gestart omdat andere acties eerst uitgevoerd moeten worden. Voor een deel

Figuur 3.2
Acties van Rijksbreed programma circulaire economie per doel, 2017



Bron: RIVM 2017

van de acties is aanpassing of inzet van capaciteit en middelen nodig.

Niet alle acties uitgekristalliseerd

Een deel van de acties vraagt nog verdere uitwerking, herformulering of aanvulling. De inhoud van de transitieagenda's en voortschrijdende inzichten zijn belangrijke redenen hiervoor.

Dat niet alle acties zijn uitgekristalliseerd is een direct gevolg van de beginfase waarin het Rijksbrede programma zich bevindt. Het bouwt voort op acties die al eerder zijn ingezet, onder meer in het kader van het beleidsprogramma Van Afval Naar Grondstof (VANG). Daar zijn nieuwe acties aan toegevoegd, vanuit het idee dat de circulaire economie meer is dan het verwerken van afval tot nieuwe grondstoffen. Het gaat ook om het anders organiseren van productketens en het opstarten van nieuwe circulaire ketens. Bij verschillende nieuwe acties gaat het om beleidsvoornemens die gaandeweg het programma verder vorm moeten krijgen. De meeste actiebeschrijvingen zélf zijn op dit moment nog niet in SMART-doelstellingen uitgedrukt.

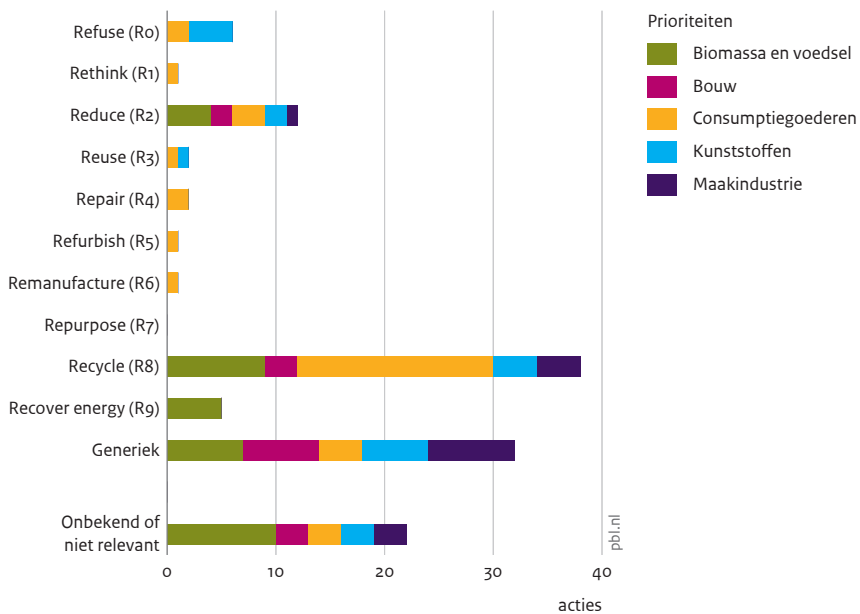
Bijdragen van de acties voor alle prioriteiten aan de circulaire economie

Het huidige Rijksbrede programma, en de acties die daaruit zijn afgeleid, zijn voor een groot deel bottom-up tot stand gekomen, als een brede weergave van bestaand,

voorgenomen en mogelijk beleid. Hoewel de acties daar niet systematisch op ontworpen zijn, vallen er toch de nodige lijnen te trekken naar de top-down hoofdoelen die voor het Rijksbrede programma gesteld zijn (zie figuur 3.2). Op basis van *expert judgement* is ingeschat in hoeverre een actie is gericht op één of meer van de hoofdoelen van het programma. Met deze methode weegt elke actie in de figuur dus even zwaar. Hiermee wordt een eerste indruk verkregen van de accenten die in de acties gelegd worden.

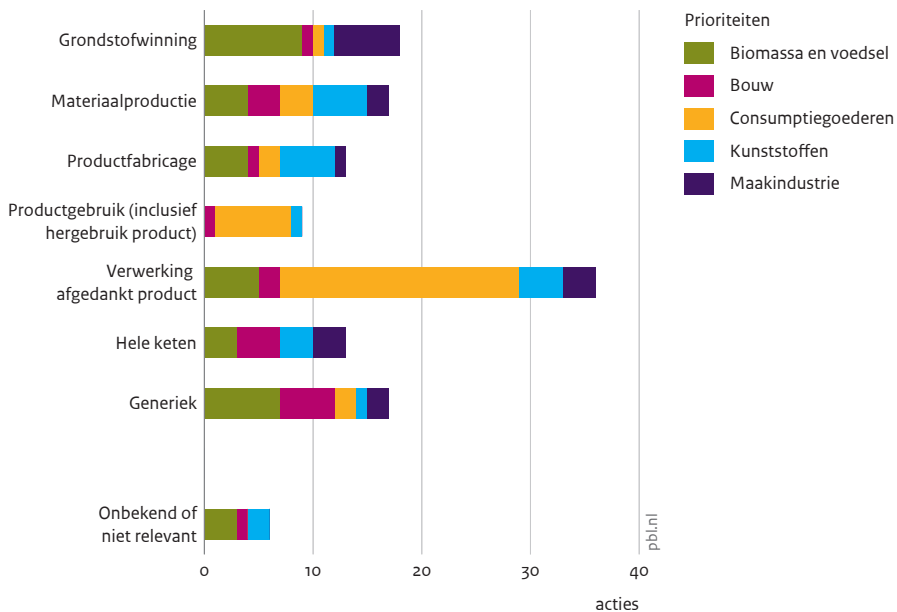
Figuur 3.3 en 3.4. geven twee andere perspectieven op de acties, namelijk die van de circulariteitsstrategieën en die van de plek in de keten waar acties op aanhaken. Daaruit blijkt dat tot nu toe vooral de 'achterkant' van de productketen in een groot deel van de acties nadruk krijgt. Acties voor het sluiten van kringlopen gaan vooral over recycling en afvalverwerking. Circulariteitsstrategieën die zich hoger op de circulariteitsladder bevinden (zie hoofdstuk 2) krijgen wel enige aandacht maar beduidend minder (figuur 3.3). Overigens is in de omschrijving van veel acties niet gespecificeerd wat 'circulair' inhoudt: men houdt het algemeen. Dat geeft in principe ruimte om (ook) omhoog te gaan op de circulariteitsladder. Dat er wel mogelijkheden zijn voor andere circulariteitsstrategieën blijkt ook uit de verschillende acties die zich richten op andere fases van de levenscyclus van producten dan de afdankingsfase en recycling (figuur 3.4).

Figuur 3.3
Acties van Rijksbreed programma circulaire economie per circulariteitsstrategie, 2017



Bron: RIVM 2017

Figuur 3.4
Acties van Rijksbreed programma circulaire economie per fase in productketen, 2017



Bron: RIVM 2017

De Rijksoverheid kiest met de acties op dit moment bewust voor een faciliterende rol. De acties hebben vooral het karakter van het ondersteunen van innovaties waar marktpartijen en andere organisaties zelf op inzetten. Die ondersteuning bestaat onder meer uit het stimuleren van kennisuitwisseling, de transitieagenda's en het topsectorenbeleid. Een groot deel van de acties om innovatie te stimuleren richt zich op capaciteitsopbouw in het veld, zoals het inzetten op ketenakkoorden. Acties gericht op regelgeving en standaarden gaan vooral om het wegnemen van belemmeringen in bestaande regelgeving (onder meer via het Ruimte in Regels-programma). Het inzetten op nieuwe standaarden of wetgeving wordt alleen bij uitzondering door acties geadresseerd, zoals een actie over de Europese verordening over conflictmetal en een actie over het inzetten op uitbreiden van de Ecodesign-richtlijn. Daar waar dat wel gebeurt kan het echter vergaand doorwerken.

3.3 Nulmeting – resultaten specifieke interventies

Stimulerende wet- en regelgeving. Veel acties zijn gericht op het wegnemen van belemmeringen (ombouw bestaand beleid), het beleidsproces en onderzoek. Een voorbeeld daarvan is het programma Ruimte in Regels, waarin wordt aangegeven dat in *bestaand* beleid 130 belemmeringen worden opgeheven. Welke doorwerking hiervan verwacht mag worden kan nog verder bekeken worden. De actie rond de Europese Ecodesign-richtlijn is een van de weinige acties gericht op *nieuw* sturend beleid en regelgeving die op termijn tot minder grondstoffen-gebruik en meer recycling kan leiden. Vrijwel alle acties zijn gericht op het realiseren van beleidsprestaties in de zin van (beleids)instrumenten.

Slimme marktprikkels. Deze acties richten zich op veel verschillende instrumenten: stimuleren via bijvoorbeeld maatschappelijk verantwoord inkopen (MVI) en via fiscale voordelen; rekenmethodieken, bijvoorbeeld voor CO₂-equivalenten en duurzaamheidskaders; en belastingmaatregelen, bijvoorbeeld de afvalstoffenbelasting. Doordat prijsprikkels vraag en aanbod direct beïnvloeden wordt van veel acties een hoge impact verwacht op het vergroten van circulariteit. Het gaat voor een groot deel om een verkenning van instrumenten en nog niet om het breed doorvoeren van maatregelen. Monitoring van de omvang van MVI (Maatschappelijk Verantwoord Inkopen) leent zich als indicator voor het transitieproces, net als het gebruik van bepaalde fiscaal gunstige regelingen

(zoals de MIA/VAMIL regelingen voor bedrijven die investeren in milieumaatregelen). Zie bijlage 3 voor een overzicht van voorbeelden van indicatoren per interventiethema en prioriteit.

Financiering. Bij de acties op dit vlak ligt de nadruk op het stimuleren en ondersteunen van ondernemers bij het ontwikkelen van nieuwe circulaire verdienmodellen. Vanuit het beleid worden de nodige middelen (geld en energie) ingezet op het programma Nederland Circulair! ter stimulering van circulair ondernemen. De overheid heeft daarin een faciliterende rol; de acties liggen met name bij marktpartijen. De mate van gebruik van financiële regelingen en het aantal gerealiseerde start-ups (binnen Nederland Circulair!) zijn voorbeelden van indicatoren die gevolgd kunnen worden.

Kennis en innovatie. De acties richten zich vooral op drie dingen: ten eerste op het realiseren van netwerken, (bijvoorbeeld uitvoering van KIEM-VANG 2017 (Kennis en Innovatie Mapping, Van Afval Naar Grondstof), waar deels concrete beleidsprestaties aan zijn gekoppeld, zoals het opstellen van een kennis- en innovatieagenda; ten tweede op het gebruik van ontwikkelde instrumenten (bijvoorbeeld de grondstoffentool voor bedrijven), of ten derde op een prestatie in de vorm van een beleidsnotitie of andere publicatie rond kennisopbouw (bijvoorbeeld een verder ontwikkelde Atlas Natuurlijk Kapitaal en de Kennis- en Innovatieagenda CE topsectoren). Er wordt een forse doorwerking verwacht van de ontwikkeling van een regiotool om tot regionale businesscases te komen en van het programma CIRCO dat is gericht op ontwerp van producten.

Internationale samenwerking. De acties rond internationale samenwerking uit het Rijksbrede programma zijn volop in ontwikkeling en richten zich op juridische en economische condities (zoals de EU Plastics Strategy), het streven naar een Europese markt voor Nederlandse bedrijven (bijvoorbeeld Operationalisering Holland Circular Hotspot), en de Nederlandse inzet op een internationale circulaire economie zonder afwenteling (bijvoorbeeld het Global Partnership on Marine Litter).

Samenwerking rol overheid en partners. Naast interventieacties is er een grote groep met zeer diverse acties die vooral op het transitieproces gericht zijn, zoals de ontwikkeling van een ketenaanpak. De acties met naar verwachting veel doorwerking zijn het opstellen van de Transitieagenda's voor alle prioriteiten, het opzetten en uitvoeren van het monitoringsprogramma, en het toepassen en verder ontwikkelen van de strategie van het Rijksbrede programma.

3.4 Nulmeting acties: resultaten specifieke prioriteiten

Prioriteit biomassa en voedsel. Er lijkt een sterk verband te zijn tussen de acties die in het Rijksbrede programma zijn opgenomen en de recent opgestelde transitieagenda biomassa en voedsel. In die transitieagenda is aandacht besteed aan de koppeling van acties aan te behalen (beleids)prestaties en effecten. Deels zijn daar ook indicatoren aan gekoppeld waarmee de voortgang concreet kan worden gevolgd. De huidige acties in het Rijksbrede programma zijn vooral gericht op het realiseren van prestaties die voorwaarden scheppen (bijvoorbeeld het stimuleren van het 'European Sustainable Phosphorus Platform') en minder op resultaten waaraan concrete doelen en indicatoren kunnen worden gekoppeld (zoals inzet van houtpellets voor industriële stoom).

De acties zijn vooral gericht op het tweede strategische doel 'vervanging', met name door gebruik te maken van hernieuwbare grondstoffen (bijvoorbeeld de actie 'Chemische productie in Nederland op basis van biomassa', deze actie komt neer op 'groene chemie'). Sommige acties dragen bij aan het eerste strategische doel van 'hoogwaardig benutten van grondstoffen in bestaande ketens' (de acties over kringloopsluiting van nutriënten; R9). Voor efficiënt grondstoffengebruik is het belangrijk hoogwaardige toepassingen voor biomassa-afval te blijven stimuleren, gericht op het toevoegen van waarde en zo veel mogelijk op het behoud van materiaal (R-strategieën 1-7).

De selectie van passende indicatoren om progressie te meten verdient aandacht. Voorbeelden van relevante indicatoren zijn de hoeveelheid verstookte biomassa, de hoeveelheid gerecyclede fosfaat dat wordt geëxporteerd en de hoeveelheid uitgegeven duurzaamheidscertificaten voor biomassa-producten (zie bijlage 3).

Prioriteit kunststoffen. De bestaande acties uit het Rijksbrede programma worden vooral nog als ambities of denkrichtingen gezien. Enkele acties zijn vooral gericht op het maken van akkoorden met de belangrijke stakeholders (zoals de Raamovereenkomst Verpakkingen II). Doordat deze overeenkomst afrekenbare doelen bevat (bijvoorbeeld het recyclingspercentage per type verpakking), kan de toename van recycling goed gevolgd worden. Zo is het percentage van gerecyclede kunststof-verpakkingen toegenomen. De actie 'verbod op plastic tassen' is een voorbeeld van een beleidsprestatie, die is gericht op 'Refuse' (Ro van de circulariteitsladder). Daar is een reductie van circa 70 procent in de uitgifte van plastic tassen te zien (SAMR 2017). Naast dit voorbeeld is er over

het geheel nog weinig aandacht voor de hogere circulariteitsstrategieën (R7 en hoger), vergeleken bij de aandacht voor afval en recycling (R8 en R9). De aandacht voor het verminderen van plasticgebruik in consumenten-producten kan dus worden vergroot. Bij een verbod zoals op plastic tassen, is het belangrijk te letten op een verschuiving van gebruik van andere grondstoffen, zoals papier, waardoor de milieulast verschuift naar andere productketens.

Voor kunststoffen kunnen meerdere indicatoren voor het meten van prestaties worden vastgesteld, zoals het 'recyclingspercentage voor kunststoffen' en 'de hoeveelheid plastic in zwerfafval'. Indicatoren voor het volgen van het kwaliteitsniveau van gerecyclede kunststofstromen en voor de inzet op hogere circulariteitsstrategieën zijn gewenst. In overleg met betrokken partijen kunnen geschikte indicatoren worden bepaald.

Prioriteit maakindustrie. Ook bij deze prioriteit moeten de geformuleerde acties vooral worden gezien als een agenda die nog verder ontwikkeld moet worden. Dit gebeurt momenteel door bij het opstellen van de transitieagenda meer acties toe te voegen. Een aantal actiehouders wijst op de spanning tussen beschikbare middelen en financiën en de planning van de uit te voeren acties.

Een flink aantal acties is gericht op het verstevigen van samenwerking in de keten. De acties dragen vooral bij aan de strategische doelstelling 'nieuwe manieren van produceren en consumeren' (bijvoorbeeld het project CIRCO). Deze acties bevinden zich hoger op de circulariteitsladder (Ro-R7). Alleen indicatoren die zijn gericht op het meten van activiteiten en procesmatige prestaties (bijvoorbeeld het aantal succesvolle coalities met serieuze businesscases (zie bijlage 2)) lijken op dit moment haalbaar.

Prioriteit bouw. De acties voor de bouw zijn vooral gericht op het stimuleren van initiatieven en het opbouwen van een netwerk. Er wordt sterk ingezet op het betonakkoord, naast de activiteiten voor het transitieteam Bouw. De acties dragen vooral bij aan het strategische doel 'hoogwaardig benutten van grondstoffen in bestaande ketens' via acties gericht op meer circulair bouwen. Meer acties kunnen worden gericht op 'vervanging' en 'nieuwe manieren van produceren en consumeren'.

Het is belangrijk dat er een goede definitie voor circulariteit in de bouw komt. Daarbij moet rekening worden gehouden met zowel de totale hoeveelheid materiaalgebruik, het werkelijke percentage recycling van materialen tot nieuwe producten, als de herbruikbaarheid van bouwonderdelen na. Dit is van belang om

te kunnen bijdragen aan de strategische doelen van 'hoogwaardigheid' en van 'vervanging'. Ook is het belangrijk te bepalen welke materialenstromen daarbij horen (bijvoorbeeld ophoogzand). Bijlage 2 bevat voorbeelden voor indicatoren uit de bouw.

Omdat er veel data zijn van materialenstromen in de bouw, is het voor deze prioriteit goed mogelijk een aantal indicatoren te benoemen. In de Citydeal 'Groen-blauwe stad' en het Betonakkoord zijn prestaties benoemd, waarvoor een indicator kan worden bepaald om de voortgang te meten (bijvoorbeeld een percentage secundair betongranulaat dat opnieuw wordt ingezet voor betonproductie). Een goed voorbeeld van een indicator om de voortgang te meten is het aantal nieuwe gebouwen waarvoor een MPG (Milieu Prestatie Gebouwen) is vastgelegd en de hoogte van de score.

Prioriteit consumptiegoederen. Rond consumentengoederen zijn al veel lang lopende acties via verschillende programma's (bijvoorbeeld het Uitvoeringsprogramma huishoudelijk afval en het programma VANG Buitenshuis). Veel acties zijn gericht op meer en betere scheiding en recycling van afval. Er zijn ook acties geformuleerd voor hogere circulariteitsstrategieën voor levensduurverlenging door reparatie en slim ontwerp. Dit soort acties is minder in aantal en bovendien nog grotendeels in de opstartfase. Er is een focus op kennisontwikkeling, gedragsbeïnvloeding ten behoeve van afvalscheiding en het stimuleren van ketensamenwerking. De beleidsprestaties liggen vooral op het vlak van verhogen van de scheidingspercentages en het verminderen van de hoeveelheid afval. Er zijn weinig acties gericht op het stimuleren van hogere R-strategieën, bijvoorbeeld om het gedrag in die richting te beïnvloeden. In de rapportages die Rijkswaterstaat periodiek uitbrengt ('Afvaldatabase' en 'Nederlands afval in cijfers') is een groot aantal indicatoren beschikbaar om de hoeveelheid gerecycled en verbrand afval te volgen. Voor informatie over een verschuiving naar strategieën hoger op de circulariteitsladder, bijvoorbeeld betreffende levensduurverlenging (R3-R7), zal ook andere informatie verkregen moeten gaan worden. Daarbij valt te denken aan het aantal reparaties aan apparaten, of de groei van specifieke tweedehandsmarkten (voor bijvoorbeeld kleding).

3.5 Verder ontwikkelen van actie-monitoring

Meer dan een 'stoplichtentabel'

Slimme actiemonitoring is meer dan een 'stoplichtentabel'; ze doet meer dan aangeven of de acties uitgevoerd worden. Goed gekozen actiemonitoring lokt reflectie uit. Ze blijft actiehouders en uitvoerende partijen gedurende de loop van het programma uitdagen om regelmatig te checken of de acties op koers liggen om de (beleids) prestaties te halen en of ze direct of indirect bijdragen aan de halveringsdoelstelling en de strategische doelen uit het Rijksbrede programma. Ook zal worden gekeken of de acties nog passen bij ontwikkelingen in de buitenwereld, en of er nieuwe acties nodig zijn.

Aanscherpen relatie tussen acties, doelstelling en strategische doelen Rijksbrede programma

Uit de enquêtes en gesprekken komt het overkoepelende beeld naar voren dat een verdere precisering van de relatie tussen 'bottom-up'-acties en de 'top-down'-hoofddoelstellingen van het Rijksbrede programma mogelijk is. Door naar de beleidsprestatie te vragen (wanneer ben je tevreden? Wat wordt opgeleverd?) ontstaat er een aanscherping en is er een verduidelijking van de actie, of van wat hij teweeg zou moeten brengen. In veel gevallen kunnen daar ook SMART-doelstellingen met concrete indicatoren aan gekoppeld worden (bijvoorbeeld het aantal succesvolle coalities met serieuze businesscases, de hoeveelheid uitgegeven duurzaamheidscertificaten of het aantal bedrijven dat met de 'grondstoffentool' werkt). Een deel van de acties is puur faciliterend van aard, maar bij sommige acties is het zinvol te verkennen hoe een beleidsprestatie doorwerkt op het grondstoffengebruik, milieudruk en economische effecten. Dit aanscherpingsproces kan ook het onderscheid tussen 'lichte' en 'zware' acties duidelijker maken: sommige acties zullen sterker doorwerken dan andere.

Aanvulling, aanpassing en verbreding van acties en actiemonitoring

Andere punten zijn een clustering van de gemonitorde acties en het aan laten sluiten op de transitieagenda's. Het volgen van deze clusters van acties en relevante indicatoren is belangrijk voor het monitoren van het transitieproces naar circulaire economie. Tijdens het schrijven van dit rapport loopt de discussie in hoeverre de monitoring van de bestaande acties moet worden aangevuld, uitgebreid (of samengevoegd) met acties uit het Grondstoffenakkoord en de acties die voortvloeien uit de transitieagenda's.

Na oplevering van de transitieagenda's kan begin 2018 naar de samenhang van de acties uit het Rijksbrede programma en aanvullende acties worden gekeken, beide in relatie tot de gestelde transitiedoelen en transitiefasen van de onderscheiden productketens en sectoren. Om een vorm van slimme actiemonitoring voor elkaar te krijgen, is het belangrijk dat de uiteindelijke 'taal' die voor de monitoring gebruikt wordt, wordt afgestemd en ook ingeburgerd raakt bij de ministeries en partijen die betrokken zijn bij het opstellen en uitvoeren van de transitieagenda's. Dat geldt bijvoorbeeld voor het verschil tussen de termen 'beleidsprestatie' (waaronder circulariteit) en 'effect' (waaronder grondstoffenreductie, milieuwinst en werkgelegenheid). Deze termen staan centraal in dit rapport, maar zijn voor niet voor alle betrokken partijen vanzelfsprekend.

3.6 Tot slot

Het grootste deel van de acties uit het Rijksbrede programma zijn gestart en volop in uitvoering. Een deel van de acties moet vooral gezien worden als denkrichtingen (met name voor kunststoffen en de maakindustrie) en niet als acties die op korte termijn opgepakt moeten worden. Uit de 'nulmeting' van de acties blijkt dat acties hoger op de circulariteitsladder ondervertegenwoordigd zijn. De circulaire economie is méér dan recycling, maar het aantal acties dat expliciet verder gaat dan recycling is nog beperkt. Dat is de komende jaren een blijvend aandachtspunt.

De verwachting is dat marktpartijen een belangrijke rol zullen krijgen bij het uitvoeren van de transitieagenda's. Daar wordt het nodige van verwacht. Vooral nog is de grondstoffenreductiedoelstelling echter niet overgenomen in het Grondstoffenakkoord of in de transitieagenda's. Dat betekent dat de Rijksoverheid scherp zal moeten blijven op het invullen van haar eigen rol in het dichterbij brengen van vergaande grondstoffenreductie en de bijbehorende strategische doelen. Voor een echte transitie is, naast ondersteuning van maatschappelijke partijen, een rol van de overheid nodig als 'launching customer' bij circulair inkopen, het wegnemen van belemmeringen in bestaande regelgeving en meestal ook nieuwe regelgeving, en om daar, naast bijvoorbeeld de huidige inzet op het aanpassen van de Europese Ecodesign-richtlijn, tijdig aanvullende acties op te formuleren.

Transitiedynamiek

In het Rijksbrede programma stelt de overheid dat ze het gebruik van abiotische grondstoffen wil terugdringen door ze te vervangen door hernieuwbare en algemeen beschikbare grondstoffen (tweede strategische doel), en al deze grondstoffen hoogwaardiger en efficiënter te gebruiken in bestaande en andere productketens (eerste en tweede strategische doel).

De verschillen tussen de prioriteiten, en meer specifiek tussen de productgroepen binnen de prioriteiten (zie paragraaf 2.6), zijn van belang voor keuzes die gemaakt moeten worden voor geschikte circulariteitsstrategieën en vervanging van abiotische grondstoffen door hernieuwbare en algemeen beschikbare grondstoffen. Zowel voor de circulariteitsstrategieën als vervanging is innovatie nodig op het gebied van technologie, productontwerp en verdienmodellen, en vooral verandering in de socio-institutionele context (geschreven en ongeschreven regels, gewoonten en opvattingen) (Jonker et al. 2017; Potting et al. 2016).

Het kan veel tijd vragen voordat socio-institutionele veranderingen en innovaties, en daarmee de invoering van circulariteitsstrategieën tot stand zijn gebracht. Systematisch monitoren van de transitiedynamiek geeft belangrijke informatie of beoogde transitie-effecten al in zicht komen. Aan de andere kant hoeven ingezette middelen en ondernomen activiteiten niet per se tot gewenste prestaties te leiden, en de prestaties hoeven niet altijd beoogde transitie-effecten op te leveren. Het monitoren van de transitiedynamiek, in combinatie met het monitoren van de transitie-effecten, maakt het in beginsel mogelijk om de voortgang van de circulaire-economietransitie te volgen en om te beoordelen of bijsturing nodig is. Daarmee wordt het mogelijk om de transitie naar de circulaire economie gericht te sturen en bij te sturen.

Monitoring van de transitiedynamiek is nog relatief onontgonnen terrein. In dit hoofdstuk gaan we in op de huidige stand van zaken, en op het verder ontwikkelen

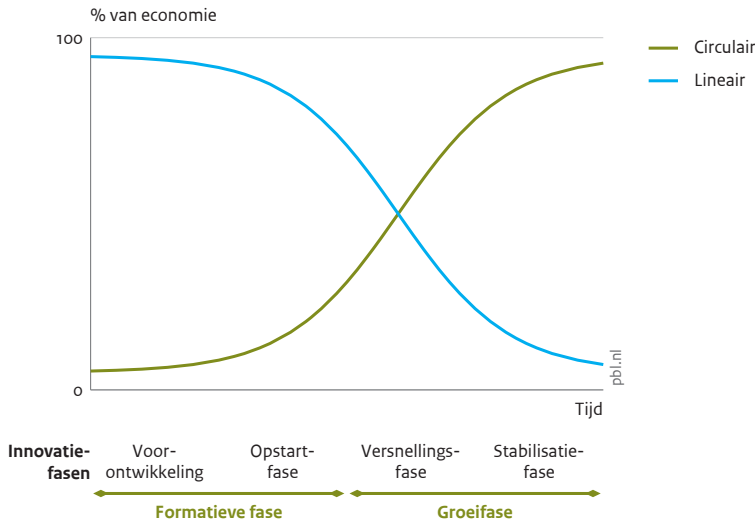
van een indicatoren-set voor het monitoren van de transitiedynamiek.

4.1 Uitgangspunten

Het startpunt en de snelheid van de transitie naar de circulaire economie zal verschillen per prioriteit en per specifieke productgroep daarbinnen (paragraaf 2.6). Voor het meten van de voortgang van de transitie naar de circulaire economie is het daarom goed om groepen van gelijksoortige producten of specifieke producten binnen elke prioriteit te identificeren. Zo kan voedsel als onderdeel van de prioriteit biomassa en voedsel verder worden opgedeeld in kasgroente, brood, fruit, vlees, enzovoort. En kunststoffen als prioriteit omvat producten (inclusief halffabricaten) met toepassingen in verpakkingen, elektronica en elektrische apparaten, de bouwsector, de auto-industrie en overige toepassingen (Plastics Europe 2015).

De innovatie- en transitieliteratuur onderscheidt vaak vier fasen die samen de ontwikkeling van het innovatie- en transitieproces karakteriseren: voorontwikkeling, take-off, versnelling en stabilisatie (Hekkert & Ossebaard 2010). Het raamwerk voor de monitoring van de transitiedynamiek is hier vereenvoudigd tot twee fasen, namelijk de formatieve fase (voorontwikkeling en take-off) en de groeifase (versnelling en stabilisatie) (figuur 4.1). In de formatieve fase wordt alles gedaan wat nodig is om een sterke groei van het aantal circulaire producten en diensten in een later stadium mogelijk te maken. Typisch voor de formatieve fase is het experimenteren met circulaire producten en diensten, visieontwikkeling, het creëren van nieuwe netwerken en relaties in productketens, het ontwikkelen van nieuwe verdien- en bedrijfsmodellen, het instappen van nieuwe partijen en het veranderen van bestaande organisaties richting de circulaire economie. In de formatieve fase wordt, met andere woorden, het innovatiesysteem opgebouwd dat nodig is voor de transitie naar de circulaire economie.

Figuur 4.1
Mate van circulariteit van economie



Bron: DRIFT; bewerking PBL

De groEIFase wordt gekarakteriseerd door een snelle toename van het marktaandeel van circulaire producten en diensten. In de literatuur wordt de grens tussen de formatieve fase en de groEIFase gesteld op 2,5 procent van het potentiële marktaandeel van circulaire producten en diensten (Bento & Wilson 2016).

Het onderscheid in formatieve en groEIFase maakt het mogelijk om de voortgang van de transitie te meten voordat beoogde effecten echt zichtbaar worden in verminderd grondstoffengebruik, lagere milieudruk (zoals CO₂ emissies) en socio-economische vooruitgang (zoals toegevoegde waarde). De formatieve fase kan echter zo lang duren dat er behoefte bestaat om ook de voortgang te kunnen meten binnen de formatieve fase. Daarom wordt in de formatieve fase onderscheid gemaakt tussen middelen die nodig zijn (inputs), activiteiten die organisaties ondernemen (throughput), en prestaties waarmee de transitie naar een circulaire economie in de groEIFase komt (output).

Bij de prestaties vormen vervanging en de circulariteitsstrategieën de kernprestaties waar alle andere prestaties aan bijdragen. Bij vervanging gaat het om materialen op basis van hernieuwbare en algemeen beschikbare grondstoffen in plaats van abiotische grondstoffen. Bij de circulariteitsstrategieën gaat het om de verschuiving van lage naar hoge circulariteitsstrategieën (zoals van recycling naar hergebruik of slimmer gebruiken van producten; zie paragraaf 2.3). De overige prestaties zijn dus instrumenteel om deze vervanging en verschuiving

tot stand te brengen. Voorbeeld van zo'n instrumentele prestatie is het tot stand brengen van consumentenbewustzijn om het delen van producten te stimuleren.

In de groEIFase verwachten we een duidelijk effect op grondstoffengebruik, milieudruk en economie te zien van de kernprestaties die zijn gerealiseerd door de inzet van middelen (inputs) en de ondernomen activiteiten (throughputs). In de formatieve fase ligt de nadruk daarom op de monitoring van de inzet, activiteiten en prestaties waarmee de kernprestaties gerealiseerd moeten gaan worden, terwijl in de groEIFase de nadruk ligt op het meten van de kernprestaties vervanging en circulariteitsstrategieën, en de beoogde effecten (outcome) hiervan op grondstoffengebruik, milieudruk en socio-economische ontwikkeling.

4.2 Indicatorenraamwerk

Monitoring van de transitiedynamiek vraagt dus om informatie over de groEIFase en met name over de formatieve fase. Voortgang in de formatieve fase is het lastigst in beeld te krijgen. Hiervoor is een uitgebreidere set van indicator nodig dan voor de groEIFase.

Voor het monitoren van de formatieve fase moet duidelijk zijn welke middelen, activiteiten en instrumentele prestaties nodig zijn. De innovatiesysteempluiteratuur stelt dat een ondersteunende context nodig is voor organisaties die willen innoveren. Deze ondersteunende

context wordt het innovatiesysteem genoemd. Organisaties hebben drie dingen nodig om te innoveren. Dit zijn capaciteit (kunnen), motivatie (willen) en toestemming (mogen). Het innovatiesysteem moet organisaties dus op deze drie vlakken ondersteunen. Het monitoren van de voortgang van de formatieve fase moet daarom in kaart brengen hoe en met welke snelheid het innovatiesysteem wordt opgebouwd om organisaties goed te kunnen ondersteunen (Sandén et al. 2017).

Uit de innovatieliteratuur is bekend welke processen in innovatiesystemen dienen plaats te vinden (Sandén et al. 2017; Hekkert et al. 2007). Deze worden hieronder benoemd en ondergebracht bij de drie dimensies.

Innovatiesysteempromessen die capaciteit ondersteunen (kunnen):

1. Mobiliseren van menselijk kapitaal voor innovatie
2. Mobiliseren van fysieke middelen, kennisinfrastructuur, technologie voor innovatie
3. Mobiliseren van financiële middelen voor innovatie
4. Mobiliseren van kennis
5. Opbouwen van netwerken die toegang tot kennis en middelen bevorderen

Innovatiesysteempromessen die motivatie ondersteunen (willen):

6. Creëren van markten, creëren van vraag
7. Ontwikkelen van positieve verwachtingen en het geven van richting aan het zoekproces
8. Wetten en regels die lineaire praktijken ontmoedigen (en dus circulaire praktijk stimuleren)
9. Opbouwen van circulaire productketens

Innovatiesysteempromessen die toestemming ondersteunen (mogen):

10. Wetten en regels die circulaire economie bevorderen
11. Ontwikkelen van standaarden en routines

Het is zaak om meetbare indicatoren te identificeren en/of definiëren voor het meten van capaciteit (kunnen), motivatie (willen) en toestemming (mogen), waarbij elk van deze indicatoren worden onderscheiden naar input (middelen), throughput (activiteiten) en output (prestaties). Een eerste aanzet hiervoor is gedaan in tabel 4.1 met een suggestie voor indicatoren. Deze indicatoren zijn, in beginsel, relevant om de transitiedynamiek binnen alle prioriteiten te meten (generieke indicatoren). Voor prioriteiten kan het relevant zijn om deze generieke indicatoren op prioriteitafhankelijke of productspecifieke wijze uit te werken. Daarbij blijft het in beginsel wel mogelijk om deze verschillende uitwerkingen per prioriteit en over de verschillende prioriteiten te aggregeren. Op deze wijze kan de transitie naar een circulaire economie op prioriteitniveau en, in theorie, op nationaal niveau worden bepaald. In theorie, omdat de vijf prioriteiten niet alle sectoren en/of producten in de Nederlandse economie omvatten.

Het kan wenselijk zijn om de generieke indicatoren in tabel 4.1 nog aan te vullen met prioriteitafhankelijke of productspecifieke indicatoren (die dan dus niet voor andere prioriteiten worden gemeten). Bij de keuze van additionele prioriteitafhankelijke of productspecifieke indicatoren is afstemming gewenst met de doelen die transitieteams zich in de transitie-agenda's voor hun eigen prioriteit stellen.

4.3 Naar meetbare indicatoren

De grote uitdaging is om tabel 4.1 te vertalen naar concreet meetbare indicatoren. Het is in de eerste plaats belangrijk om met behulp van de indicatoren uit tabel 4.1 goed inzicht te krijgen in de mate waarin de transitie zich inderdaad richting de circulaire economie ontwikkelt. Daarom is het voor elke indicator uit tabel 4.1 relevant om aan te geven of de gemeten middelen, activiteiten of prestaties bijdragen aan vervanging of aan de invoering van één of meerdere circulariteitsstrategieën als kernprestaties.

Er zijn al veel circulariteitsinitiatieven waarin recycling (R8) centraal staat, maar ook initiatieven waar juist sterk wordt ingezet op hogere circulariteitsstrategieën als producthergebruik (R3) en reparatie (R4). Voor de indicatoren uit tabel 4.1 is het dan ook zinvol om aan te geven op welke van de drie hoofdcategorieën van de circulariteitsladder de te meten middelen, activiteiten en prestaties zijn gericht. Elke indicator heeft dus als subklassen het slimmer gebruiken en maken van producten (R0-R2), het verlengen van de levensduur van producten en onderdelen (R3-R7), en het nuttig toepassen van materialen (R8-R9). Dit maakt het mogelijk om de voortgang op het vlak van recycling van materialen te onderscheiden van de voortgang voor levensduurverlenging van producten of op het gebied van slimmer ontwerpen. Een uitbreiding hiervan zou zijn om alle circulariteitsstrategieën uit de R-ladder als subklassen voor de indicatoren te meten. Ganzevles et al. (2016) en Potting et al. (2016) laten zien dat het scoren van circulaire activiteiten op hun bijdragen aan de circulariteitsstrategieën op zichzelf niet moeilijk is, maar wellicht is dit nog een stap te ver voor de monitoring van de transitiedynamiek hier.

Wel lastig nog is het meten van de invoering van circulariteitsstrategieën zelf, oftewel hoeveel producten al worden gedeeld (R1) of hergebruikt (R3) en degelijke. Alleen voor nuttig toepassen van materialen, waar al langer op wordt ingezet, is het wel mogelijk om recyclen (R8) en verbranden met energierugwinning (R9) goed te meten. Verklaring hiervoor is dat deze circulariteitsstrategieën nog dicht tegen de lineaire economie aan zitten en er al jarenlang op wordt ingezet. Ze zitten

Tabel 4.1

Suggestie voor indicatoren om de transitiedynamiek te meten voor circulariteitsinitiatieven binnen alle prioriteiten (generieke indicatoren)

	Capaciteit (kunnen)	Toestemming (mogen)	Motivatie (willen)
	Alle onderstaande indicatoren hebben drie subklassen waarop ze worden gemeten (zie figuur 2.2 voor toelichting van de R-en): Ro-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 grondstoffenbelasting, publieke circulaire inkoop, grondstoffenpaspoort)
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 grondstoffenbelasting, publieke circulaire inkoop, grondstoffenpaspoort)
Kernprestaties (core output)	Circulariteitsstrategieën (zie fig. 2.2; uitwerking van eerste en derde strategische doel) & Vervanging (eerste en derde strategische doel)		

meestal al volop in, zo niet aan het eind van de groeifase (zoals glas-, metaal- en papierrecycling). Het transitieproces voor de hogere circulariteitsstrategieën bevindt veelal zich nog in de formatieve fase, en hier is dan ook nog veel minder aandacht voor geweest. Hiervoor bestaan meestal nog geen indicatoren om ze al kwantitatief te meten. Dit is een belangrijk aandachtspunt, aangezien ze uiteindelijk tot de beoogde transitie-effecten moeten gaan leiden.

Sommige indicatoren kunnen waarschijnlijk alleen kwalitatief of semi-kwantitatief gemeten worden. Dit geldt bijvoorbeeld voor het monitoren van wetten, regels en vrijwillige afspraken om de transitie naar de circulaire economie te bevorderen (toestemming voor circulaire praktijken), en lineaire praktijken te ontmoedigen (motiveren tot circulaire praktijken). Het turven van het aantal ingevoerde circulaire wetten en regels geeft nog weinig informatie over het belang van

deze wetten en regels voor de transitie naar de circulaire economie. Zo kan het opnemen van producteisen met betrekking tot grondstoffen in een Europese richtlijn (zoals de Ecodesign-richtlijn) verstrekkende betekenis hebben voor de transitie naar de circulaire economie. Andere regelgeving kan echter hooguit productspecifieke betekenis hebben. Voor het belang van wetten, regels en vrijwillige afspraken is nadere beschouwing noodzakelijk. Hierbij kan het behulpzaam zijn wetten, regels en vrijwillige afspraken te scoren op een aantal aspecten.

4.4 Beschikbare informatie

De internationale indicatorenliteratuur is geraadpleegd voor zinvolle indicatoren en beschikbare data (paragraaf 2.4), en er is onderzocht welke data al beschikbaar is bij de Rijksdienst Voor Ondernemend Nederland (RVO.nl).

De internationale indicatorenliteratuur geeft inzicht in de manier waarop een aantal indicatoren uit tabel 4.1 concreet meetbaar gemaakt kunnen worden, en welk type informatie ze kunnen geven. Dit geldt vooral voor de innovatie-index en de daaronder onderliggende indicatoren uit de Eco-innovation scoreboard, die net als het monitoringssysteem in dit rapport zijn onderverdeeld in input, throughput, output en outcome (EC 2017b, Giljum 2016a,b). Deze onderliggende indicatoren komen voor een groot terug in de kolom capaciteit (kunnen) in tabel 4.1. Ook het voorstel van de Europese Commissie (2017a) voor een monitoringssysteem circulaire economie bevat een aantal indicatoren die in tabel 4.1 terugkomen. De Eco-innovation index en het monitoringssysteem circulaire economie zijn echter ontworpen om op nationaal niveau te meten, en zijn nog niet geëvalueerd op basis van hun bijdrage aan vervanging of aan de circulariteitsstrategieën (paragraaf 4.3).

In Nederland wordt veel informatie over innovatieprojecten verzameld door RVO.nl. RVO.nl is als rijksdienst de uitvoeringsorganisatie voor de meeste subsidieprogramma's vanuit de Rijksoverheid voor innovatieprojecten, waaronder innovatieprojecten met relevantie voor circulaire economie (Green Deals, Biobased Economy en andere 'Groene Groei'-thema's). Als zodanig verzamelt RVO.nl veel informatie om de voortgang van deze innovatieprojecten te kunnen volgen. Op basis hiervan verwacht RVO.nl voor ongeveer de helft van de indicatoren uit tabel 4.1 concrete informatie te kunnen aanleveren. Deze informatie moet daarvoor nog wel eerst worden ontsloten op een voor circulaire economie relevante wijze (RVO.nl 2017a,b). Dit kan op de wijze zoals in paragraaf 4.4 uitgewerkt.

Internationaal en in Nederland zijn dus brokken informatie beschikbaar voor het monitoren van de transitie naar de circulaire economie met de indicatoren in tabel 4.1. Deze informatie moet echter op een voor circulaire economie relevante wijze worden ontsloten, oftewel zoals in paragraaf 4.3 uitgewerkt.

4.5 Nulmeting

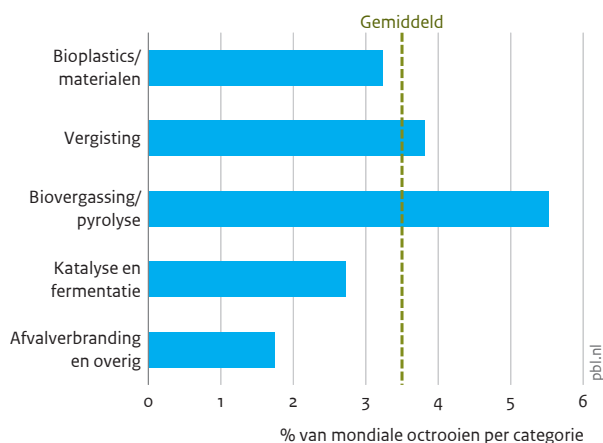
Voor het volgen van het transitieproces van de circulaire economie is op dit moment dus al wel enige informatie beschikbaar, maar deze informatie moet grotendeels nog worden ontsloten om de indicatoren in tabel 4.1 te kunnen meten. Het is daarom niet mogelijk hier al een nulmeting uit te voeren voor de monitoring van de transitiedynamiek. Het is wel mogelijk om aan de hand van een voorbeeld te tonen hoe zo'n nulmeting er uit zou kunnen zien. Als voorbeeld gebruiken we daarvoor de via RVO.nl gesubsidieerde projecten en door RVO.nl al enkele jaren gemonitorde *biobased economy* (Kwant et al, 2016, 2017). Dit voorbeeld is om twee redenen relevant. Ten eerst vormt de biobased economy de basis voor het vervangen van abiotische grondstoffen door biomassa als grondstoffen (tweede strategische doelstelling). Ten tweede zijn de gemeten indicatoren en trends voor biobased illustratief voor het type informatie dat voor circulaire economie als nuttig wordt beoogd en dat ten behoeve van de monitoring van de circulaire economie verder moet worden ontsloten. Zoals in paragraaf 4.4 al aangegeven, moet de informatie van RVO.nl nog worden ontsloten voor het meten van de voortgang naar de circulaire economie. De huidige monitoring geeft echter al een paar ook voor de circulaire economie interessante inzichten.

Resultaten monitoring biobased economy

Het gebruik van biomassa in Nederland groeit gestaag, en bedraagt momenteel circa 13 miljoen ton. De trend tussen 2010 en 2014 laat een afnemend aandeel biomassa voor toepassing als materiaal zien, en een toename voor energie (Kwant et al 2016). In 2015 is sprake van een kleine daling voor energie en lichte stijging voor biomassa in de materiaaltoepassing (Kwant et al 2017).

Bedrijven, overheden en kennisinstellingen actief in de biobased economy groeien snel in aantal (van ongeveer 950 in 2014 naar ruim 1100 in 2014), en ze werken in toenemende mate samen (zowel binnen regio's als intersectoraal). Deze samenwerking is belangrijk voor Nederland om Europese projecten binnen te halen, beschikbare kennis toe te passen bij bedrijven, en ook om in een latere fase succesvol in markten te opereren.

Figuur 4.2
Aandeel Nederlandse biobased octrooien, 2008 – 2013



Bron: RVO

Naast synergie op het gebied van het vermarkten van technologie in het buitenland is ook gezamenlijk optrekken van belang voor de problematiek van het verkrijgen van financiering in een vroege fase. Verder is een groei waarneembaar in het aantal deelnemers aan biobased economy-gerelateerde netwerken in de afgelopen periode (Kwant et al. 2016, 2017).

De investeringen in de biobased economy waren rond de 2 miljard euro in 2014, 0,5 miljard meer dan in 2013. Hiervan is circa driekwart gericht op bio-energie en een kwart op biomaterialen of chemicaliën (Kwant et al. 2016). De biobased markt bevindt zich echter nog in de opstartende fase volgens RVO.nl, wanneer wordt gekeken naar de investeringen door bedrijven. Veel projecten gericht op biomaterialen zitten nog in de fase van toegepast onderzoek en ontwikkeling, terwijl veel projecten gericht op bio-energie zich in de fase van markttoetreding bevinden.

Nederland had in 2011 een aandeel van 3,5 procent in het aantal mondiale biobased octrooien. Bij het thema vergassing steekt Nederland duidelijk boven dit gemiddelde uit. Voor vergisting en biomaterialen ligt het aandeel rond het gemiddelde voor biobased octrooien (figuur 4.2). De Rijksoverheid heeft de biobased economy in 2015 met bijna 90 miljoen euro ondersteund. Dit bedrag was afkomstig uit fiscale vrijstellingen, topsectorenbeleid en financiering van onderzoeksinstituten. Door de industrie is in dat jaar een bedrag van ongeveer 275 miljoen euro geïnvesteerd in biobased onderzoek en ontwikkeling (Kwant et al. 2017).

4.6 Vervolgstappen

In tabel 4.1 staat een suggestie voor een set van generieke indicatoren om de dynamiek van de transitie naar de circulaire economie op het niveau van de specifieke productgroep te meten. Het ligt voor de hand dat RVO.nl straks een rol gaat spelen in de monitoring van de transitiedynamiek, omdat zij dat nu ook al doen bij andere dossiers. Deze dossiers kunnen bovendien ook data aanleveren voor de monitoring van de transitiedynamiek. Daarnaast is de betrokkenheid van andere partijen in de transitie monitoring relevant (zoals CBS en Rijkswaterstaat). Het gaat hier niet alleen om het PBL en de UU, als ontwerpers van dit monitoringsonderdeel, maar ook om bijvoorbeeld provinciale en gemeentelijke vertegenwoordigers voor de monitoring van door hen gesubsidieerde circulariteitsinitiatieven.

De monitoring van de transitiedynamiek moet dus nog concreet vorm krijgen. Voorstel is om voor de monitoring van de transitiedynamiek te werken met een groeimodel. Paragraaf 4.5 geeft voor biobased projecten bij RVO.nl al een indruk wat er mogelijk is, en het ontsluiten van deze data biedt een goede mogelijkheid om de indicatoren uit tabel 4.1 te operationaliseren. Vervolgens kunnen de data in andere relevante dossiers bij RVO.nl worden ontsloten. Parallel hieraan kunnen gesprekken worden opgestart met vertegenwoordigers van provincies en gemeenten over de ontsluiting van data onder hun beheer. Hierbij moet ook worden gesproken over de frequentie van monitoring, bijvoorbeeld om het jaar, om de werklust bij de betreffende partners binnen de perken te houden.

4.7 Tot slot

Systematisch monitoren van de transitiedynamiek, oftewel van de inzet van middelen en het ondernemen van activiteit voor het realiseren van de prestaties op het niveau van specifieke productgroep, geeft informatie of de beoogde transitie-effecten al in zicht komen.

Monitoring van de transitiedynamiek is echter nog een relatief onontgonnen terrein en vraagt vaak om meer kwalitatieve monitoring.

Het startpunt, de snelheid en richting van de transitie naar een circulaire economie zal verschillen per prioriteit en specifieke productgroepen binnen een prioriteit.

Dit vraagt mogelijk om een specifieke uitwerking van de generieke indicatoren in tabel 4.1 voor afzonderlijke prioriteiten of specifieke productgroepen daarbinnen.

Daarbij blijft het in beginsel wel mogelijk om deze verschillende uitwerkingen per prioriteit en over de verschillende prioriteiten te aggregeren. Daarnaast kan het relevant zijn om tabel 4.1 aan te vullen met prioriteit-afhankelijke of productgroepspecifieke indicatoren.

In dit hoofdstuk bieden we een basis om de monitoring van de transitiedynamiek in 2018 te gaan operationaliseren. Het voorgestelde groeimodel is om de indicatoren voor de transitiedynamiek meetbaar te maken door eerst de al beschikbare data te ontsluiten (bijvoorbeeld bij RVO.nl, provincies en gemeenten). Vervolgens kan dan worden vastgesteld voor welke indicatoren nog data moet worden verzameld.

Effecten

Het Rijksbrede programma Circulaire Economie streeft naar een reductie van de inzet van primaire mineralen, metalen en fossiele grondstoffen met 50 procent in 2030. De afname in grondstoffengebruik moet leiden tot een lagere milieudruk door een vermindering van broeikasgasemissies, watergebruik en landgebruik. Bovendien moet de CE-transitie bijdragen aan een verhoogde economische groei, toename van de werkgelegenheid en vermindering van economische risico's (denk aan leveringszekerheid grondstoffen of prijsvolatiliteit). Gezamenlijk zijn dit de *effecten* die de transitie naar de circulaire economie beoogt (IenM & EZ 2016b).

De ingevoerde circulariteitsstrategieën, zoals verbeteringen in hergebruik (R3-R7) en recycling (R8), zijn *prestaties* die bijdragen aan de verbetering van bovengenoemde effecten. Daarbij is het relevant om te bepalen welk deel van de effecten is gerealiseerd door invoering van de circulariteitsstrategieën, en welk deel het gevolg is van andere autonome factoren zoals economische groei, veranderingen in de economische structuur en bevolkingstoename. Deze informatie is essentieel voor de evaluatie en bijsturing van het circulaire-economiebeleid.

In dit hoofdstuk verkennen we een drietal vragen.

- De eerste vraag is welke indicatoren wenselijk zijn in een effectmonitoring. Er wordt dan gekeken naar de verschillende manieren waarop de maatstaven voor effecten en prestaties zoals circulariteitsstrategieën kunnen worden gemeten.
- De tweede vraag is welke gegevens er momenteel beschikbaar zijn. Dat levert een eerste 'nulmeting' op, zowel voor Nederland als geheel als voor de verschillende transitieprioriteiten. De nulmeting geeft nog geen volledig beeld van alle gewenste indicatoren.
- De laatste vraag is welke datalacunes in toekomst moeten worden opgevuld om tot een beter dekkende effectmonitoring te komen.

Dit hoofdstuk heeft een nationaal perspectief: we focussen op de gehele Nederlandse economie en de daaruit voortvloeiende informatie over de prioriteiten. Daarbij is gebruik gemaakt van een macro-economisch statistisch kader. Voor het grondstoffengebruik is gebruik gemaakt van de Materiaalmonitor (Pol-de Jongh et al. 2016). Voor de overige informatie zijn met name de nationale rekeningen (CBS 2016b), milieurekeningen en milieu-statistieken ingezet. Centraal staat de materiaalmonitor die overzicht geeft van de fysieke stromen in kilo's van grondstoffen, halffabricaten en eindproducten naar, van en binnen Nederland. Omdat de nationale rekeningen en de materiaalmonitor consistent zijn, kan fysieke informatie (kilo) worden gekoppeld aan economische informatie (euro's). De materiaalmonitor is dus onderdeel van een geïntegreerd dataaamwerk dat het mogelijk maakt om grondstoffen te koppelen aan milieu, economie en werkgelegenheid. Ook kunnen de aldus berekende effecten worden gekoppeld aan de circulariteitsstrategieën en autonome factoren als bevolkingsgroei en economische ontwikkeling.

De materiaalmonitor en nationale rekeningen van het CBS bundelen miljoenen goederen in ongeveer 380 goederengroepen en 210 dienstengroepen (samen circa 590 productgroepen). Ook de honderdduizenden bedrijven in Nederland zijn geaggregeerd naar 133 bedrijfstakken (sectoren) op basis van hun belangrijkste activiteiten. De transitieteams hebben echter vaak behoefte aan gedetailleerdere informatie op productniveau. Dit type detailinformatie wordt doorgaans samengesteld met behulp van Life Cycle Analysis (LCA). Dit hoofdstuk zal ook aandacht geven aan de gedetailleerde effectmonitoring en in het bijzonder de producten.

Het hoofdstuk is als volgt opgebouwd. Eerst gaan we in op de effecten die moeten worden gemeten om zicht te krijgen op de transitie naar de circulaire economie (5.2). Hierbij komen ook de vragen uit paragraaf 2.2 aan de orde over concretisering van de grondstoffenreductie-

doelstelling. Vervolgens zoomen we in op wat we nu al kunnen meten en worden de resultaten gepresenteerd van respectievelijk de nulmeting van het nationaal totaal (5.3), en de prioriteiten (5.4). Daarna wordt ingegaan op het monitoren van specifieke producten via LCA-technieken (5.5). Tot slot gaan we in 5.6 in op het groei-model voor de effectmonitoring. De wensen van de transitieteams worden daar ook besproken.

5.1 Wat we willen weten

5.1.1 Effectindicatoren nationaal

De beoogde effecten van de transitie naar de circulaire economie worden bereikt door het inzetten van minder grondstoffen, het verminderen van de milieudruk, een positieve bijdrage aan economische groei/werkgelegenheid en het verbeteren van de leveringszekerheid. In tabel 5.1 (het bovenste deel) wordt een overzicht gegeven van de indicatoren die deze effecten kunnen meten.

Grondstoffen

In tabel 5.1 is aangegeven dat er twee dimensies zijn waarin het meten van grondstoffen kan worden opgedeeld: 1) direct gebruik versus gebruik in de keten en 2) de productie versus consumptie. In tabel 5.1. staan deze dimensies boven in de tabel. Naast deze conceptuele opdeling willen we deze ook in verband brengen met bestaande indicatoren die in het Europese beleid veel worden toegepast zoals de Domestic Material Consumption (DMC) en Raw Material Consumption (RMC). Deze worden onder andere gebruikt in de Resource Efficiency Scoreboard van de Europese Commissie (EC 2015).

Tabel 5.1 begint met de directe inzet van grondstoffen die wordt gekwantificeerd via de Domestic Material Input (DMI) van grondstoffen¹. Deze indicator bestaat uit de som van binnenlandse winning van grondstoffen en de invoer van ruwe grondstoffen. Deze grondstoffen worden gebruikt voor de productie (bijvoorbeeld ijzererts door een staalfabrikant) en de (finale) consumptie (bijvoorbeeld hout door consumenten). Deze indicator geeft een overzicht van het directe gebruik van grondstoffen, maar houdt geen rekening met het gebruik van grondstoffen in de keten. Bijvoorbeeld: als een Nederlandse machinefabrikant Duits plaatstaal koopt, dan heeft dat geen effect op de DMI van grondstoffen omdat plaatstaal een halffabricaat is en geen ruwe grondstof.

Voor de productie van plaatstaal zijn echter wel grondstoffen nodig. Om deze stromen in kaart te brengen, is een ketenindicator nodig zoals de Raw Material Input (RMI). De RMI omvat naast directe inzet van grondstoffen

ook de inzet van grondstoffen die nodig zijn voor geïmporteerde halffabricaten en producten, dus bijvoorbeeld ook de grondstoffen die nodig zijn voor plaatstaal die wordt ingezet door de Nederlandse machineproducenten.

Als de Nederlandse machineproducent besluit om te verhuizen naar Duitsland, dan zal de RMI dalen. Dit heeft als ultieme consequentie dat als alle industrietakken die grondstoffen gebruiken (zowel direct als indirect) uit Nederland verdwijnen, dit een gunstig effect zou hebben op de DMI en RMI. Voor het gebruik van grondstoffen ten behoeve van de Nederlandse consumptie zou dit geen verbetering opleveren. Het is daarom gebruikelijk om ook 'consumptievoetafdrukken' te berekenen.

Grondstoffen worden toegerekend aan de binnenlandse finale consumptie. Dat betekent dat als in Nederland een auto wordt gekocht, het niet uitmaakt of die in Nederland of Duitsland is vervaardigd. De grondstoffen worden toegerekend aan de Nederlandse 'consumptie' ongeacht de herkomst – de Raw Material Consumption (RMC) van de finale bestedingen. De term 'consumptievoetafdruk' kan potentieel verwarrend zijn omdat hierin naast de consumptie door huishoudens ook de overheidsconsumptie en de investeringen door bedrijven worden meegenomen. Daarom wordt er in dit rapport ook gebruik gemaakt van de term 'consumentenvoetafdruk' als het specifiek gaat over de milieudruk in de keten van huishoudens.

De discussie hierover in hoofdstuk 2 en hierboven maakt duidelijk dat er diverse manieren zijn om '50 procent-doelstellingen' uit het Rijksbrede programma te operationaliseren. Enerzijds is het mogelijk om de directe effecten te meten of het ketenperspectief. Anderzijds is er een productie- of consumptieperspectief. De beslissing hierover heeft ook invloed op de mate waarin Nederland verantwoordelijk is voor het grondstoffengebruik 'elders' in het buitenland. In bijlage 4 zijn alle formules voor de diverse indicatoren opgenomen.

Een tweede aspect dat nog niet is belicht, zoals ook besproken in hoofdstuk 2, is dat er geen onderscheid wordt gemaakt naar type grondstoffen. De volumes van de diverse grondstoffen en milieuschade door inzet ervan, kunnen zeer verschillen. In indicatoren zoals DMC, DMI en RMC worden de grondstoffen echter op basis van gewicht bij elkaar opgeteld. In de toekomst is het wenselijk om de 50 procent-doelstelling 'slimmer' te maken op dit punt en rekening te houden met de urgentie op basis van de milieu-impact, of met de economische risico's/kansen met betrekking tot grondstoffen en materialen.

Een laatste belangrijke aspect is de mate van statistische betrouwbaarheid van de indicatoren. Over het algemeen zijn de directe indicatoren gemakkelijker en robuuster te meten. In de ketencijfers worden inschattingen gemaakt van de indirecte effecten. Daarbij is ook informatie nodig over andere landen en modelaannames.

Door verschillende databases en methoden kunnen de uitkomsten uiteenlopen (Eisenmenger et al. 2016).

Indien de ketencijfers een belangrijke rol spelen in de monitoring is het van belang om een berekeningsmethode te vinden waarbij de volgende aspecten in balans zijn: de plausibiliteit van de cijfers, de mogelijkheid tot het maken van recente cijfers, de beschikbaarheid van toekomstige databronnen en cijfers die te maken zijn met beperkte middelen.

Milieudruk en socio-economische effecten

De transitie naar de circulaire economie moet tot een reductie in grondstoffen leiden, maar ook tot een lagere milieudruk en een verbetering in de economie.

Het Regeerakkoord van Rutte III benadrukt bijvoorbeeld de positieve bijdrage die circulaire economie moet leveren aan klimaatbeleid. Broeikasgasemissies, direct en in de keten, behoren daarom tot de lijst met gewenste indicatoren. Daarnaast is het belangrijk om ook inzicht te hebben in het behoud van natuurlijk kapitaal tijdens de transitie naar de circulaire economie. Daarom worden landgebruik en watergebruik in Nederland en in de keten als indicator meegenomen.

Voor de socio-economische indicatoren zijn leveringszekerheid/mate van zelfvoorziening, circulaire economische groei en circulaire werkgelegenheid van belang. Hiervoor zijn de directe effecten relevant, maar er zijn ook studies die het belang van indirecte werkgelegenheidseffecten van de circulaire economie in kaart brengen (Circle economy/Ehero 2017).

5.1.2 Prestatie-indicatoren nationaal en autonome factoren

Er zijn meerdere variabelen die het grondstoffengebruik (en de andere CE-effecten) beïnvloeden. Allereerst zijn er de prestaties van de CE-transitie. Die kunnen worden gemeten via indicatoren zoals het materiaalgebruik of de afvalproductie. Deze algemene indicatoren worden beïnvloed door de ingevoerde circulariteitsstrategieën zoals de verbeteringen in hergebruik (R3-R7) en recycling (R8). Er zijn echter ook veel andere autonome factoren in een economie die invloed kunnen hebben op het grondstoffengebruik. Dat zijn bijvoorbeeld factoren zoals economische groei en bevolkingstoename, maar ook veranderingen in de structuur van de economie zoals globalisering, verdiensteliking, investeringsbeslissingen en consumptiepatronen.

Het einddoel van een effectmonitor is om het verband tussen prestaties, effecten en autonome factoren te kwantificeren. Een volledige kwantificering is in dit hoofdstuk nog niet gedaan, maar in bijlage 4 staat een eerste aanzet tot verdere formalisatie. Om dit te bereiken is het nodig om de diverse circulariteitsstrategieën te integreren in het kader van de Materiaalmonitor/nationale rekeningen.

5.1.3 Effectindicatoren: prioriteiten

Voor de prioriteiten worden in principe dezelfde indicatoren gebruikt als voor het nationale niveau. In sommige gevallen worden er echter prioriteit-afhankelijke indicatoren gebruikt. In het geval van kunststoffen hebben we bijvoorbeeld de binnenlandse productie van kunststoffen als specifieke indicator opgenomen. Het was de bedoeling om ook de prestatie en effectindicatoren van de transitieteams op te nemen, maar aangezien deze pas begin 2018 worden geformaliseerd, zullen deze pas later in dit monitoringssysteem worden geïntegreerd.

Milieu en socio-economische effecten kunnen op meerdere manieren worden toebedeeld aan de diverse prioriteiten:

1. *Sectoren.* Bedrijfstakken kunnen worden toegewezen aan de vijf prioriteiten. Dat doen we door bijvoorbeeld de meubelindustrie toedelen aan de maakindustrie. Dergelijke afbakeningen worden ook in het topsectorenbeleid gebruikt.
2. *Producten.* Het is mogelijk om de producten centraal te stellen. Het gaat dan niet om de auto-industrie als bedrijfstak, maar om het product 'auto's'. Dit perspectief wordt bijvoorbeeld gehanteerd in de bouw, waar men kijkt naar de milieudruk van de bebouwde omgeving (het product van de bouw).
3. *Materialen.* Er kan ook een materialenperspectief worden gebruikt. Met name bij kunststoffen hebben we het hier over een materiaal dat in zeer veel sectoren en producten een belangrijke rol speelt.

Deze verschillende invalshoeken kunnen leiden tot overlap. De bouw kan bijvoorbeeld (vanuit een productperspectief) de hele bebouwde omgeving rekenen tot zijn domein maar vanuit een sectorperspectief worden de gebouwen toebedeeld aan de eigenaren (bijvoorbeeld huishoudens of maakindustrie). In het Rijksbrede Programma is geen duidelijke afbakening gekozen voor de verschillende prioriteiten. Ieder van deze operationalisaties biedt een eigen inzicht. In dit hoofdstuk is uit pragmatisch oogpunt de indeling op basis van sectoren gebruikt omdat daarvan de meest data voorhanden zijn. Daar waar relevant, en daar waar de data voorhanden zijn, is ook gebruik gemaakt van het product- of materialenperspectief.

Tabel 5.1

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 TW	
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)		

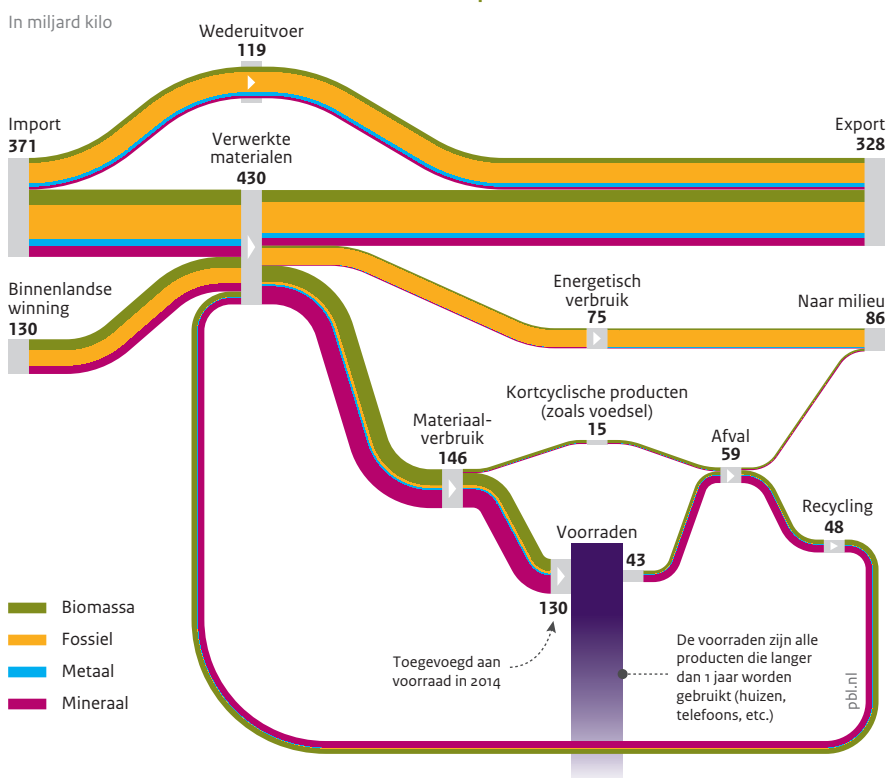
5.2 Wat we kunnen meten: nulmeting nationaal

In de vorige paragraaf is uiteengezet welke indicatoren wenselijk zijn in een effectmonitoring. In dit hoofdstuk is, op basis van beschikbare cijfers, een eerste ‘nulmeting’ voor zowel Nederland als de verschillende prioriteiten gemaakt. Deze nulmeting is echter pas een begin want nog niet alle data die we willen meten zijn beschikbaar, er zijn wellicht nog additionele bronnen die nog niet in kaart zijn gebracht, en nog niet alle wensen uit de transitie-teams zijn opgenomen.

5.2.1 Grondstoffen

Figuur 5.1 laat de materialenstromen door Nederland zien. Deze materialenstromen omvatten grondstoffen en materialen, inclusief materialen die zijn verwerkt in productonderdelen en eindproducten. Eindproducten zijn toebedeeld aan de materialensoort van hun hoofdbestanddeel, zo zijn auto’s gecategoriseerd onder ‘metaal’, net als ijzererts en metalen platen. De figuur toont het productie (verwerkte materialen)- en het consumentenperspectief (materialengebruik), en maakt recycling (R8) als circulariteitsstrategie zichtbaar. Het is wenselijk dat de andere circulariteitsstrategieën in de toekomst ook in dit zogenoemde ‘Sankey-diagram’ zichtbaar gemaakt worden.

Figuur 5.1²
Materiaalstromen Nederlandse economie 2014



Voor zo'n korte periode van zes jaar is het nog niet mogelijk om conclusies te trekken over structurele trends. De verschillen worden namelijk beïnvloed door de conjunctuur van die periode waardoor bepaalde dalingen of stijgingen tijdelijk van aard kunnen zijn in plaats van structureel. Hiermee moet rekening worden gehouden bij de interpretatie van de cijfers. Het jaar 2014 is het basisjaar, waartegen de halveringsdoelstelling voor 2030 wordt afgezet. Als basisjaar voor de nulmeting lijkt 2014 goed gekozen omdat Nederland toen net uit de crisis was (2010 was nog een crisisjaar).

De grondstoffeninzet in de keten neemt toe en de directe grondstoffeninzet neemt af

De directe inzet (DMI) van ruwe grondstoffen voor de productie in Nederland is met 314 miljard kilo in 2016 ongeveer gelijk gebleven ten opzichte van 2014 en met circa 7 procent gedaald ten opzichte van 2010. De binnenlandse winning bestaat vooral uit aardgas, zand en grind, en geogoste gewassen. Als biomassa buiten beschouwing gelaten wordt, zoals voorgesteld in de hoofddoelstelling van het Rijksbrede programma, dan daalt de grondstoffeninzet van 2010 tot 2016 zelfs met 10 procent. De daling komt vooral door een afname van de import van mineralen en van de winning van aardgas.

De grondstoffeninzet in de keten voor de productie in Nederland (RMI) is met 614 miljard kilo aanzienlijk hoger dan de directe inzet van grondstoffen, omdat er indirecte grondstoffen nodig zijn voor het maken van geïmporteerde productonderdelen en eindproducten. Ten opzichte van 2010 is de RMI in 2016 met 3 procent gestegen. Deze stijging is tegengesteld aan de daling van de directe inzet (DMI) van ruwe grondstoffen. Dit komt doordat de invoer van niet-grondstoffen zoals productonderdelen en finale producten voor consumptie in Nederland of voor export is toegenomen. Dit illustreert dat ontwikkelingen van directe en ketencijfers kunnen verschillen en daarmee het belang van de basis voor het meten van de reductiedoelstelling voor grondstoffen.

Afhankelijkheid van grondstoffen is toegenomen

Iets meer dan een derde van de directe inzet van ruwe grondstoffen komt uit winning in Nederland. Voor de rest is Nederland afhankelijk van grondstoffen uit het buitenland. Het aandeel dat uit de binnenlandse winning komt is tussen 2010 en 2016 met 15 procent afgenomen. Deze terugval in zelfvoorzienendheid, oftewel een verschuiving van winning naar import, is met name het geval voor fossiele energiedragers.

Tabel 5.2:

Voorlopige indicatorenset voor effecten, autonome factoren en prestaties op nationaal niveau

Indicator	Eenheid	2010	2014	2016	% verschil		Afwijking ten opzichte van EU28 (verslagjaar 2014)	
					(2010-meest recente jaar)	(2014-2016)		
Effecten								
Grondstoffen	Grondstoffengebruik direct (DMI grondstof)	mld kilo	337	319	314	-7%	-2%	41%
	Grondstoffengebruik in de keten (RMI)*	mld kilo	597	587	614	3%	5%	87%
	Grondstoffenconsumptie in de keten (RMC)	mld kilo	186	148	138	-26%	-7%	-36%
Milieu & Natuur	Direct landgebruik	% cultuurgrond	56%	55%	53%	-4%	-2%	
	Directe wateronttrekking	mIn M ³	1.634	1.640		0%		.
	CO ₂ emissies direct	mld kilo	217	196	205	-5%	5%	66%
	CO ₂ voetafdruk (door Nederlandse consumptie)	mld kilo	226	193	194	-14%	0%	.
Socio-economisch	Economische groei (CE deel)	% bbp	1,1%	1,3%	.	17%		44%
	Werkgelegenheid (CE deel)	% van totale werkgelegenheid	0,7%	0,9%	.	22%		.
	Toegevoegde waarde recycling industrie	mld euro, prijsniveau 2010	0,5	0,6	0,7	44%	12%	.
	Zelfvoorzienendheid grondstoffen	kilo winning / kilo DMI_ grondstof	0,42	0,41	0,36	-15%	-12%	.
Autonome factoren	Economie Nederland (bbp)	mld euro, prijsniveau 2010	632	643	672	6%	5%	46%
	Werkgelegenheid Nederland	1000 vte		6.964	7.131	1%	2%	.
Prestaties								
Grondstoffen	Materiaalgebruik direct (DMI totaal)	mld kilo	503	501	511	2%	2%	113%
	Afvalproductie	mld kilo	60	59		-3%		60%
	Reduce (R2): Materiaal productiviteit	euro bbp / kilo dmc	3,3	3,7	4,0	22%	9%	88%
	Reduce (R2): Afvalproductie per kilo geproduceerd product	kilo afval / kilo product	0,08	0,10		16%		.
	Recycling (R8): Cyclical use rate	secundaire inzet als % van totaal	7,7%	8,2%		6%		-
	Recycling (R8): Hergebruikt afval	% van vrijgekomen afval	80%	81%		1%		67%
	Recycling (R8): Waarde-gebaseerde recycling index	prijs recyclaten/ prijs ingaande afvalstromen	0,63	0,65		3%		
	Hernieuwbare energie	% van energieverbruik	3,9%	5,5%	6,0%	52%	8%	-66%

* Exclusief wederuitvoer

In deze tabel staat een voorlopige set van indicatoren voor het grondstoffen- en materiaalgebruik en de milieu- en socio-economische effecten in 2010, 2014 en 2016 in Nederland. De procentuele verschillen laten via een kleurenschema zien of het de goede (groen) of slechte (rood) kant opgaat en of Nederland beter presteert in Europa (groen) of slechter dan Europa (rood).

De grondstoffenconsumptie in de keten (RMC)³ laat de grondstoffenvoetafdruk van Nederland zien. De RMC⁴ in 2016 is licht gedaald ten opzichte van 2014, maar is met 26 procent gedaald ten opzichte van 2010.

Eenzelfde ontwikkeling is te zien voor de RMC exclusief biomassa. Deze daling is vooral aan de mineralen toe te schrijven en heeft vooral te maken met de afname van bouwactiviteiten waarbij veel mineralen worden ingezet. Dat de totale prioriteit bouw toch een economische groei laat zien, is volledig te danken aan diensten rondom de bouw.

Nederlandse economie is grondstofintensief, maar grondstoffenconsumptie is relatief laag

Ten opzichte van de EU28 heeft Nederland een hoge grondstoffeninput. Desondanks valt de grondstoffenconsumptie per hoofd van de bevolking laag uit. Dit komt doordat bijna twee derde van de grondstoffeninput gebruikt wordt voor exportproducten. Nederland is een exportland, waarvan een groot deel grondstofintensieve producten. De consumptie van fossiele energiedragers is wel relatief hoog in Nederland. Dit laatste heeft te maken met energie-intensieve sectorstructuur en dat het lage aandeel hernieuwbare energie in Nederland (bijna 6 procent in 2016) ten opzichte van andere EU landen.

5.2.1 Milieu-impact

In dit hoofdstuk kijken we naar de directe en indirecte CO₂-emissies, landgebruik en wateronttrekking voor het nationale totaal.

CO₂-emissies

De directe uitstoot van CO₂ in Nederland is tussen 2010 en 2016 afgenomen met 5 procent. Nederland behoort met kilo CO₂-uitstoot per capita in 2016 tot een van de grootste uitstoters van broeikasgassen in de EU28. Dit komt onder andere door de energie-intensieve economische structuur. De CO₂-voetafdruk door Nederlandse consumptie is in 2016 lager dan de directe emissies door de Nederlandse economie. Dit komt omdat de emissies die samenhangen met de import lager zijn dan de emissies die samenhangen met de export, wat onder andere verklaard kan worden door de export van energie-intensieve producten. Verder is te zien dat de CO₂-voetafdruk tussen 2010 en 2016 met 14 procent is gedaald. Dit komt zowel door een daling van emissies door de Nederlandse economie (ingezetenen) als door de stijging van de emissiehandelsbalans, de emissies die samenhangen met de uitvoer zijn gestegen terwijl de emissies die samenhangen met de invoer juist zijn gedaald. De CO₂-voetafdruk in 2016 is overigens stabiel ten opzichte van 2014.

Een decompositieanalyse (Meijer-Cheung et al. 2016) van de toename van de directe CO₂-emissies in Nederland laat zien dat de economische groei de grootste factor is

achter de CO₂-uitstoot in de laatste twintig jaar. Zonder verlaging van de energie-intensiteit en in mindere mate de verandering in energiemix, zou de uitstoot van broeikasgassen veel harder zijn gegroeid. De energiemix kan in de komende jaren een grotere rol gaan spelen als er meer wordt ingezet op zon- en windenergie. In de toekomst zal moeten blijken in hoeverre de prestaties die zijn gerelateerd aan de circulaire economie, bijdragen aan een verlaging van de CO₂.

Landgebruik/Biodiversiteit

In Nederland is de oppervlakte cultuurgrond ten opzichte van de totale landoppervlakte met 4 procent afgenomen tussen 2010 en 2016. In de circulaire economie zal meer gebruik worden gemaakt van biomassa als hernieuwbare grondstof in de chemie, bouw en energievoorziening. De hogere vraag naar biomassa vraagt om meer cultuurgrond als productieruimte. Het risico bestaat dat dit ten koste gaat van natuurlijk kapitaal en de gerelateerde ecosysteemdiensten.

Driekwart van de Nederlandse landvoetafdruk ligt buiten Nederland. Deze landvoetafdruk komt in 2010 overeen met ongeveer drie keer het landoppervlak van Nederland. De landvoetafdruk is vooral gelegen in West-Europa, Zuid-Amerika en Zuidoost-Azië (Wilting et al. 2015).

Wateronttrekking en watervoetafdruk

De onttrekking van grond- en oppervlaktewater in Nederland schommelt over de jaren heen, maar er is geen sterke toe- of afname te zien. Water is in Nederland over het algemeen geen schaars goed en milieuschade door watergebrek doet zich maar een enkele keer voor in bepaalde perioden van het jaar.

De watervoetafdruk geeft inzicht in de hoeveelheid zoet water die nodig is voor de Nederlandse consumptie. Het directe huishoudelijk watergebruik in Nederland maakt hooguit een paar procent uit van de watervoetafdruk van Nederlandse consumptie. Het meeste water wordt onttrokken voor geïmporteerde landbouwproducten (Mekonnen & Hoekstra 2011). De beschikbare hoeveelheid zoet water is voldoende voor de huidige en komende generaties. De ongelijke geografische verdeling van het beschikbare water zorgt er echter voor dat in delen van de wereld ernstige waterschaarste is (Wilting et al. 2015).

5.2.2 Socio-economische effecten

Het aandeel van economische activiteiten gericht op het besparen van grondstoffen ten opzichte van de totale economie is iets meer dan 1 procent van de toegevoegde waarde. Dit kleine aandeel is tussen 2010 en 2014 gestegen met 17 procent. Deze groei vertaalt zich ook naar een groei in de werkgelegenheid. Op dit moment zijn er bij het CBS alleen cijfers beschikbaar over de Nederlandse milieusector, die activiteiten omvat voor

het milieu zoals milieubescherming en management van natuurlijke hulpbronnen. In de toekomst wordt het 'circulaire economie'-deel van de milieusector beter in kaart gebracht om zo de bijdrage van circulaire economie aan de socio-economische effecten beter te kunnen analyseren.

TNO schat het effect van een toename van de circulaire economie op ruim 50.000 banen en ruim 7 miljard euro (Bastein et al. 2013). De berekeningen zijn verkennend en indicatief, omdat niet alle relevante economische effecten in beeld zijn gebracht (SER 2016). Een studie van Circle economy/Ehero (2017) komt uit op een schatting van 810.000 circulaire banen als ook indirecte en ondersteunende banen worden meegenomen. Het grote verschil toont aan dat in de toekomst nog goed gekeken moet worden naar de definities en concepten voor het bepalen van het aantal circulaire banen.

5.2.3 Grondstoffen en prestaties

De economische groei van 6 procent tussen 2010 en 2016 is een belangrijke autonome factor die de grondstoffenbehoefte als gevolg van toenemende consumptie en investeringen vergroot. Een prestatie die voor een daling in de grondstoffenbehoefte kan zorgen, is de materialenproductiviteit. De materialenproductiviteit kan worden uitgedrukt in het bbp (bruto binnenlands product) per eenheid materialenconsumptie (DMC). Tussen 2010 en 2016 is de materialenproductiviteit in Nederland met 22 procent gestegen. Grondstoffen worden ook efficiënter gebruikt als er per eenheid geproduceerd product minder afval vrijkomt (R2). Hier lijkt tussen 2010 en 2014 een lichte verbetering in te zitten.

Een verhoogde inzet van secundaire grondstoffen ten opzichte van primaire grondstoffen zorgt ook voor een daling in de grondstoffenbehoefte (R8). Secundaire grondstoffen zijn met name afvalstoffen die gerecycled worden na de levenseinde fase. In 2014 werd 59 miljard kilo afval geproduceerd. Van al het afval werd ruim 80 procent gerecycled (R8). Dit is het hoogste percentage van alle Europese landen. Dit hoge percentage zegt echter niets over de kwaliteit van het recyclaat.

De waardegebaseerde recyclingindex (R8) laat zien dat de prijs (omzet/kilo product) van de recyclaten een factor 0,65 is van de prijs ((inkoopwaarde + verwerkingskosten)/kilo afvalstoffen) van de ingaande afvalstromen in 2014. Dit komt doordat voor een derde van de het aangevoerde afval verwerkingskosten betaald zijn en deze afvalstroom geen of zeer weinig waarde als recyclaat heeft. Sinds 2010 is er wel een lichte verbetering zichtbaar. Ten opzichte van de totale materialeninzet⁵ in de Nederlandse economie is het aandeel ingezette secundaire grondstoffen rond de 8 procent. Dit aandeel (ook wel de *cyclical material use rate*⁶ genoemd (R8)) is licht gestegen ten opzichte van 2010. Dit komt met name door een stijging in gerecycled metaal en mineraal afval. Dus ondanks het hoge recycling-

percentage zijn er nog relatief veel primaire grondstoffen nodig in het productieproces. Nederland heeft overigens de hoogste *cyclical material use rate* van Europa⁷.

Het grote verschil tussen de ruim 80 procent recycling en rond de 8 procent inzet van secundair materiaal kan worden verklaard doordat er ongeveer een factor 5 meer materiaal als input in de Nederlandse economie nodig is, dan er als afval vrijkomt. Daarnaast geldt dat het aandeel secundaire grondstoffen nooit 100 procent zal worden, omdat een groot deel van de biomassa als voedsel dient en voornamelijk fossiele brandstoffen worden ingezet voor energieopwekking.

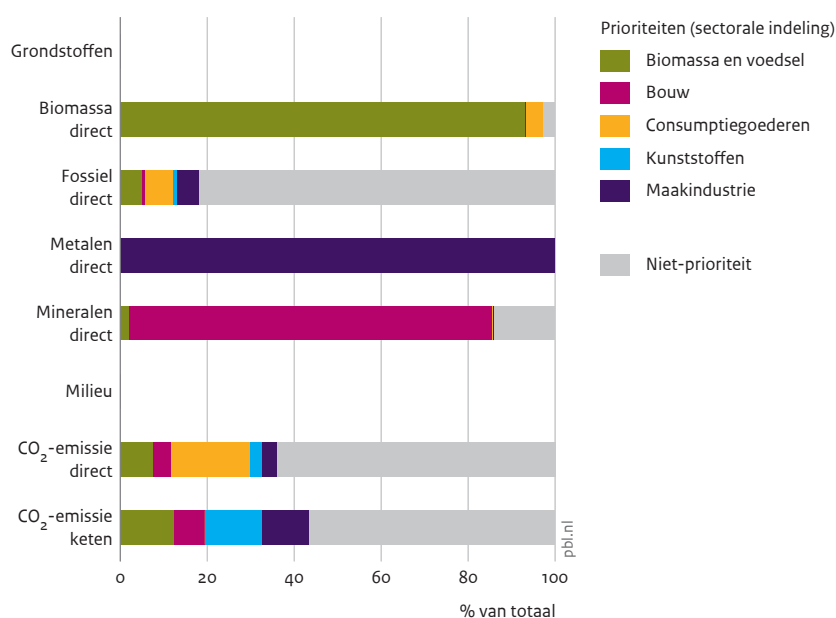
Er zijn natuurlijk meer prestaties in de circulariteitsladder die invloed hebben op de grondstoffenbehoefte. Voorbeelden hiervan zijn levensduurverlenging, andere manieren van consumptie of substitutie van schaarse niet-hernieuwbare materialen door hernieuwbare materialen. Wat betreft substitutie speelt de energietransitie van fossiele naar hernieuwbare energiedragers een rol. Op dit moment is het nog niet mogelijk te kwantificeren in welke mate de verschillende factoren en prestaties bijdragen aan een verandering in de grondstoffenbehoefte (zie 5.1 en bijlage 4). Zo werd hierboven een daling van het mineralengebruik in de bouw genoemd. Nadere analyse moet laten zien in welke mate aan deze daling wordt bijgedragen doordat de bouw efficiënter met mineralen is omgegaan (prestatie) of doordat er minder is gebouwd vanwege economisch ontwikkelingen (autonome factor).

5.3 Wat we kunnen meten: nulmeting prioriteiten

In de voorgaande paragraaf zijn de nationale effecten en prestaties besproken. Binnen Nederland worden vijf prioriteiten onderscheiden waarmee gericht kan worden gewerkt aan een transitie naar de circulaire economie. Deze vijf prioriteiten zijn biomassa en voedsel, bouw, maakindustrie, kunststoffen en consumentenartikelen.

Momenteel zijn de cijfers voor een sectorale verdeling beschikbaar. Het CBS heeft de prioriteiten, in overleg met de transitieteams, afgebakend op basis van economische sectoren. De afbakening is echter nog voorlopig omdat in enkele gevallen de benodigde opsplitsing niet mogelijk was binnen de scope van dit project. Van de huidige afbakening kan worden gezegd dat de prioriteit kunststoffen wordt overschat en dat voor de prioriteit bouw een onderschatting geldt. Een volledige bespreking van deze issues is in bijlage 5 te vinden.

Figuur 5.2
Aandeel van prioriteiten in effecten, 2014



Bron: CBS 2016

Diverse transitieteams gaven aan dat ze in de toekomst ook het product- en materialenperspectief uitgewerkt wilden zien.

Er zijn momenteel alleen cijfers voor 2010 en 2014. Dit is een te korte periode om conclusies te trekken over structurele trends, mede gezien de bijzondere economische situatie in deze periode.

5.3.1 Vergelijking prioriteiten vanuit het sectorperspectief

In deze paragraaf vergelijken we de effectindicatoren van de verschillende prioriteiten. Dit gebeurt alleen op basis van een sectorale indeling. Er is niet gekeken naar een indeling op basis van materialen of producten. In de huidige sectorale indeling is er geen overlap tussen de prioriteiten. Dit maakt het mogelijk om onderstaande figuur te maken. Een deel van de Nederlandse economische activiteiten, bijvoorbeeld transport en elektriciteitsproductie, valt buiten de scope en wordt als 'niet-prioriteit' beschouwd.

De prioriteiten samen zijn goed voor 60 procent van de directe grondstoffeninzet in de Nederlandse economie. Een groot deel hiervan is de inzet van biomassa door de prioriteit biomassa en voedsel en dat van mineralen door de bouw. Metaalertsen, die een kleinere massa vertegenwoordigen, worden volledig door de maakindustrie (basismetaleen) gebruikt. Alleen bij fossiele energiedragers

zijn de niet-prioriteiten het belangrijkste. Het directe gebruik hiervan vindt namelijk vooral plaats bij de elektriciteitsproductie en de transportsectordiensten. Als er echter een ketenbenadering wordt gehanteerd, verandert dit beeld omdat veel van deze diensten aan prioriteiten worden geleverd. Dit is te zien bij de CO₂-emissies. Bij de ketenbenadering (productievoet-afdruk) wordt het aandeel prioriteit groter omdat dan bijvoorbeeld de CO₂ die bij elektriciteitsproductie vrijkomt wordt toegerekend aan de prioriteiten.

In de komende paragrafen worden de vijf prioriteiten afzonderlijk besproken. De resultaten per indicator staan in bijlage 6.

5.3.2 Biomassa en voedsel

De sector biomassa en voedsel zette in 2014 ongeveer 70 miljard kilo aan direct in aan grondstoffen, hoofdzakelijk in de voedings- en genotsmiddelenindustrie. Dit zijn met name landbouwproducten (biomassa). In de veevoerindustrie wordt biomassa-afval ingezet om veevoer van te maken. Tussen 2010 en 2014 is de grondstoffeninzet met 3 procent gestegen, maar die bleef achter bij de ontwikkeling van de toegevoegde waarde (5 procent). Dat suggereert een lichte stijging van de grondstoffenproductiviteit hoewel de materialenproductiviteit niet significant veranderd is. De opbrengst van landbouwgrond is wel omhoog gegaan, terwijl deze al hoog was vergeleken met andere landen. Het efficiënte

landgebruik gaat echter gepaard met intensief gebruik van kunstmest en bestrijdingsmiddelen. Wat betreft afval laten de resultaten zien dat de afval-indicatoren redelijk stabiel zijn (zowel de afvalproductie als de voedselverspilling). Op de circulariteitsladder zijn er indicatoren voor R2 (reduce) en R8 (recycling). Zowel in de landbouw als in de voedingsindustrie bestaat een aanzienlijk deel van de grondstoffen uit secundaire grondstoffen (dierlijk mest in de landbouw en plantaardig afval in de voedingsindustrie). De hoeveelheid geproduceerd afval per eenheid product is afgenomen tussen 2010 en 2014. Dit komt met name door een toename van het materiaal aanbod in de landbouw, bij een gelijk gebleven afvalproductie. Voor de productdimensie is er informatie over de consumptie van biologische voedingsmiddelen. Deze stijgt sterk in de periode 2010-2014, maar wel vanaf een laag niveau. De directe CO₂-emissies zijn met ongeveer 15 procent afgenomen tussen 2010 en 2014. Dit komt vooral door een daling in de landbouw. Bij de voedings- en genotmiddelenindustrie stijgt de uitstoot juist licht. Ook de CO₂-productievoetafdruk laat een daling zien, hoewel minder groot dan bij de directe emissies.

5.3.3 Kunststoffen

De kunststoffensector is gekrompen in de periode 2010 en 2014, zowel in termen van toegevoegde waarde (2 procent) als werkgelegenheid (3 procent). Het gebruik van grondstoffen (met name fossiele) is echter nog veel meer gedaald (17 procent), doordat de materialenproductiviteit is gestegen. De totale hoeveelheid plastics die is geproduceerd laat een lichte groei zien. Momenteel wordt nog maar weinig biomassa ingezet voor de productie van kunststoffen. Op macro-economisch niveau zijn deze stromen nog niet goed te meten. Volgens het CPB is het aandeel bioplastics rond de 1 procent (CPB 2017). Dit duidt erop dat de biobased economy nog in de opstartfase zit. De totale afvalproductie is gedaald, maar dit wordt veroorzaakt door een onderdeel van de chemie (sluiting van een fosforfabriek) dat buiten de kunststofproductie valt. De hoeveelheid kunststofafval die direct vrijkomt in de kunststofsector is klein. Relevanter is de totale hoeveelheid kunststofafval (inclusief kunststof in samengestelde producten, zwerfafval/plasticsoep). Een compleet overzicht hiervan is nog niet beschikbaar (CPB 2017; KIDV 2017). Er zijn wel cijfers over de hoeveelheid kunststofafval die geschikt is voor verwerking door recyclingbedrijven. Deze is gestegen tussen 2010 en 2014. Voor wat betreft de ingezamelde kunststoffen uit huishoudens geldt dat het merendeel bestaat uit een mix van allerlei verschillende soorten plastic en folies, waarvoor de toepassingsmogelijkheden beperkt zijn (CPB 2017). Wat betreft de circulariteitsladder

is de informatie over de inzet van secundaire materialen (R2) nog niet geschikt voor publicatie.

5.3.4 Maakindustrie

Van de 12 miljard kilo grondstoffen (metaalerts en fossiele energiedragers) wordt het leeuwendeel ingezet in de basismetaalindustrie. De daling van de directe inzet van grondstoffen is 14 procent tussen 2010 en 2014. Deze daling heeft plaatsgevonden ondanks een stijging van de toegevoegde waarde van deze sector van 5 procent. Met name de toegevoegde waarde van de elektronica-sector is gegroeid. Dit is echter nauwelijks terug te zien in de directe materialeninzet omdat deze sector vooral kleine hoeveelheden dure producten gebruikt. De afvalproductie en de prestaties op de circulariteitsladder laten verbetering zien voor alle indicatoren. Er is een verbetering geweest in de materialenproductiviteit. Ook alle beschikbare milieu- en socio-economische indicatoren laten een verbetering zien, behalve die van de werkgelegenheid. De basismetaalindustrie draagt veruit het meeste bij aan de directe CO₂-emissies en de onttrekking van water. Het deel van de maakindustrie dat producten en diensten levert met het oog op grondstoffenbeheer, met name besparing van fossiele energiedragers, ligt rond de 1 procent maar is wel gegroeid tussen 2010 en 2014. Hetzelfde geldt voor de werkgelegenheid.

5.3.5 Bouw

De bouwsector is na de financiële crisis van 2008/2009 tot 2013 gekrompen, waarna herstel volgde. De werkgelegenheid daalde tijdens de crisis ook fors (10 procent in de periode 2010-2014). Als gevolg van deze ontwikkelingen daalde in die periode het gebruik van grondstoffen (12 procent), directe CO₂-emissies (9 procent) en wateronttrekking (29 procent). In de bouw, en dan met name de bouwnijverheid, wordt relatief veel materiaal gebruikt. Het gaat hierbij met name om minerale grondstoffen. Het meeste minerale afval komt vrij bij de sloop, maar dat wordt vervolgens weer bijna allemaal ingezet door andere onderdelen van de bouw, zoals de grond-, weg- en waterbouw. De materialenproductiviteit in de bouw is verbeterd met 17 procent en de hoeveelheid geproduceerd afval is met 5 procent gedaald. De prestatie op de R2-ladder, afvalproductie per kilo geproduceerd product voor de bouwmaterialenindustrie, is licht verbeterd. Ook wat betreft de *cyclical material use rate* (R8) is er een verbetering opgetreden. De inzet van secundaire grondstoffen ten opzichte van de totale inzet, is gestegen van 30 procent in 2010 naar 33 procent in 2014. De economische activiteiten die onder de bouw vallen zijn nogal verschillend van aard. Makelaars en architecten leveren diensten en gebruiken nauwelijks materialen.

Bij de installatie- en afwerkactiviteiten worden daarentegen veel halffabricaten en eindproducten ingezet, terwijl in de overige bouwactiviteiten en de bouwmaterialenindustrie juist veel ruwe grondstoffen worden ingezet. De grondstoffen die ingezet worden bestaan voornamelijk uit binnenlands zand en geïmporteerd grind. Sloopactiviteiten zijn overigens ook een apart geval, omdat hierbij weinig materialen worden gebruikt, maar wel (bouw- en sloop)afval wordt geproduceerd.

5.3.6 Consumptiegoederen

Tussen 2010 en 2014 is de hoeveelheid direct materialengebruik door huishoudens afgenomen met 9 procent. Het gebruik bestaat vooral uit energiedragers (gas en transportbrandstoffen) en biomassa (in de vorm van voeding). De daling in het materialengebruik heeft vooral te maken met de daling in de energiedragers. Die is ook terug te zien in de afname van de directe CO₂-emissies. Ook de hoeveelheid afval is verminderd met 10 procent. Het aanbod van restafval is gedaald met 5 procent. Wat betreft de circulariteitsladder is er een opvallende stijging van indicatoren voor hergebruik (R3 reuse). Ook de toegevoegde waarde van kringloopwinkels als percentage van de totale detailhandel is met 28 procent toegenomen. Een analyse van marktplaatsdata laat zien dat huishoudens meer goederen online aanbieden (CBS 2013). Dit geeft aan dat huishoudens steeds vaker hun spullen tweedehands aanbieden voordat de levensduur technisch verstreken is. Ook het delen van producten is toegenomen, zie bijvoorbeeld het fenomeen deelauto's. Het aantal deelauto's steeg van tweeduizend in 2010 naar elfduizend in 2014. Desondanks is het bezit van auto's per hoofd van de bevolking in de laatste jaren toch gestegen. Wat betreft reparatie (R4) is een lichte daling te zien van de uitgaven van huishoudens aan reparatiediensten tussen 2010 en 2014. Voor recycling (R8) is bekend dat de waarde van grondstoffen in het restafval, met name goud in afgedankte consumentenelektronica, ongeveer 57 miljoen euro bedraagt.

5.4 Effectmonitoring specifieke productgroepen

Tijdens de gesprekken met de transitieteams kwam duidelijk ook een andere dimensie van de effectmonitoring naar voren. Voor een individueel bedrijf of instelling heeft effectmonitoring namelijk een heel ander doel en schaalniveau dan monitoring op nationaal niveau. Veel bedrijven zijn geïnteresseerd in het doorlichten van hun producten op milieueffecten (of economische aspecten) om daarop gerichte acties in het bedrijfsproces of hun leveranciersketen te baseren. Met behulp van een zogenoemde levenscyclusanalyse (Life-Cycle Assessment;

LCA) kan een bedrijf detailinformatie krijgen waarmee het gerichte acties kan ondernemen om de milieupact van producten te verminderen. Er zijn diverse LCA-methodieken die door onderzoeksinstituten en commerciële partijen worden gehanteerd. De methoden, aannames en onderliggende data zijn echter vaak verschillend. Er is bij meerdere transitieteams behoefte aan een harmonisatie van deze technieken.

Een ander punt dat regelmatig terugkomt tijdens de gesprekken met de transitieteams is het operationaliseren van de term waardebehoud. In eerste instantie kan hierbij worden gedacht aan relatief eenvoudige maten, zoals de prijsverhouding tussen secundair en primair materiaal, maar ook het meenemen van sociale meerwaarde is genoemd.

5.5 Het groeimodel van de effectmonitor

In dit hoofdstuk is een eerste aanzet tot de effectmonitoring voor circulaire economie gegeven. In de komende jaren zal deze verder moeten worden uitgebouwd. Hieronder worden diverse mogelijke uitbreidingen besproken.

Actualiseren bestaande gegevens

De actualiteit van de cijfers kan worden verbeterd door enerzijds recentere cijfers te maken en anderzijds door bestaande cijfers beter te laten aansluiten op de behoefte in de monitor. Momenteel is het meest recente jaar van de Materiaalmonitor voor 2014. Een update van deze gegevens is dus noodzakelijk. Voor sommige delen van de Materiaalmonitor is het ook van belang om een tijdreeks te creëren van voor 2010. Dat is nodig om te zien of bepaalde veranderingen structureel zijn of gewoon een artefact van deze korte (en economisch turbulente) periode. Daarnaast kunnen de cijfers, en daarvan afgeleide indicatoren, op een aantal punten verbeterd worden. Zo kunnen bijvoorbeeld investeringen aan de bedrijven worden toegerekend, en kan de *cyclical material use rate* bepaald worden exclusief biomassa en fossiel (voor energietoepassingen).

Doel en schaal van de effectmonitoring

In paragraaf 5.5 is aangegeven dat effectmonitoring op nationale schaal soms te geaggregeerd is voor de effectmeting voor een individueel bedrijf of instelling. Dit hoofdstuk heeft met name gefocust op de effectmonitoring op nationaal niveau maar het is in het groeimodel ook belangrijk om het productniveau verder uit te bouwen. Vanuit diverse transitieteams is de wens geuit om op LCA-methoden te harmoniseren. Momenteel zijn er veel

verschillende methodieken, die verschillen in aanpak en data. Dat leidt tot uitkomsten die verwarrend en minder geloofwaardig kunnen zijn. Het zou de kracht van dit soort effectmonitoring vergroten als er meer harmonisatie is van LCA-methoden.

Hoewel er veel verschillen zijn tussen LCA-technieken en productvoetafdrukberoevingen op nationaal niveau, zijn er ook veel overeenkomsten. Het is daarom ook raadzaam om de methodologische en empirische verschillen tussen de methoden in kaart te brengen en, daar waar mogelijk, elkaar te laten versterken.

Wensen transitieagenda's

Er zijn diverse gesprekken en bijeenkomsten geweest over de monitoringswensen van de transitieagenda's. De definitieve teksten worden echter pas begin 2018 verwacht. Niet alle wensen of behoeften hebben dus een plek gekregen in deze monitor. Deze zullen dan in toekomstige versies van de circulaire economie-monitor moeten worden toegevoegd.⁹

De indeling van de bedrijfstakken naar prioriteiten is in overleg gegaan met de transitieteams. Wij hebben echter niet alle wensen kunnen inwilligen. In het project was er bijvoorbeeld geen ruimte om sommige bedrijfstakken op te splitsen. Met name bij de cijfers voor kunststoffen¹⁰ leidt dat tot een overschatting van de effecten en bij de bouw tot een onderschatting. Het zou goed zijn om in een volgende monitor deze indeling te herzien. Het is ook belangrijk om naast de sectorale afbakening het product- en materiaalperspectief te gebruiken omdat deze een belangrijke rol spelen in de discussie van sommige transitieteams.

Voorraden/Urban mine

Een aspect dat nog niet is toegelicht is het belang van voorraden. De effectmonitoring is hier gebaseerd op materialenstromen. In de Nederlandse economie ligt echter een grote hoeveelheid voorraden zoals kapitaal-goederen (bijvoorbeeld machines en gebouwen) die in de toekomst, aan het einde van de levensduur, vrijkomt. Deze materialen hebben de potentie om weer als grondstoffen te worden ingezet in de economie. Inzicht in de omvang en potentie van materialen in deze *urban mine* kunnen bijdragen aan de kennis over wat er in de toekomst gaat vrijkomen.

Nationale effectmonitoring

Hieronder worden nog enkele specifieke verbeteringen van het nationale meetkader voor effecten besproken.

1. Meten van effecten

- a. Op nationale schaal zijn er reguliere cijfers voor grondstoffengebruik (RMC) en de CO₂-voetafdruk voor productie en consumptie. Andere voetafdrukcijfers (bijvoorbeeld water, landgebruik, biodiversiteit) worden nog niet regulier geproduceerd.

- b. De grondstoffenindicatoren geven alleen aan in hoeverre de totale massa verandert. Het gewicht is nog geen goede maatstaf voor de urgentie om de diverse materialenstromen te reduceren. Daarvoor zijn additionele criteria nodig die iets zeggen over de economische en milieutechnische impact: schaarste, leveringszekerheid, planetaire grenzen, of veiligheid. Dergelijke criteria kunnen worden gebruikt om de halveringsdoelstelling 'slimmer' te maken.
- c. Een economie bestaat uit meerdere actoren (huishoudens, bedrijven, financiële instellingen en overheden) op diverse niveaus. Ieder van deze actoren speelt een eigen rol in de transitie. Als de statistieken worden ingericht op basis van een 'actorperspectief' kunnen deze rollen worden geanalyseerd. Zo kan een overheid als 'launching customer' fungeren of kunnen bedrijven investeringen doen die hun productietechnologie veranderen.
- d. Het Regeerakkoord van Rutte III benadrukt de bijdrage van de transitie naar de circulaire economie aan de klimaatdoelstellingen. Daarvoor moet de relatie tussen materiaalgebruik, energie en emissies in de bestaande databestanden beter worden uitgewerkt. Dat kan bijvoorbeeld door te kijken naar de energiemix (vooral voor elektriciteit), transportemissies maar ook een carbon account (Lof et al. 2017) waarin zowel de koolstof in materialen, als de emissies en de opslag van koolstof worden meegenomen.
- e. Het aandeel van de economie en werkgelegenheid dat als circulair kan worden geduid, heeft verdere methodologische uitwerking. Sommige onderdelen zoals het aantal banen in de milieudienstverlening, vallen goed te meten. Andere onderdelen, zoals reparatie als nevenactiviteit bij de maakindustrie, vragen nog om nadere afbakening. Ook het aandeel circulaire economie in de milieusector moet nauwkeuriger worden bepaald.
- f. Ook het begrip 'waardebehoud', gericht op het hoogwaardig toepassen van grondstoffen, wordt vaak genoemd in de transitiediscussies en vraagt nog om nadere uitwerking.
- g. De leveringszekerheid van kritische materialen speelt ook een belangrijke rol en moet nog empirisch worden uitgewerkt. Het TNO-onderzoek naar dit fenomeen was gebaseerd op de data uit de Materiaalmonitor (Bastein et al. 2013) en zou kunnen worden uitgewerkt als officiële indicator voor leveringszekerheid in de circulaire-economie-monitor.

2. Relatie prestaties/factoren en de effecten

- a. Het model om de prestaties/factoren te koppelen is in dit hoofdstuk nog niet geformaliseerd. Bijlage 1 bevat slechts een eerste aanzet. Als dit model wordt ontwikkeld, kan deze worden gebruikt in

- decompositieanalyses (historische analyse) of voor studies zoals de ex ante evaluatie van TNO (Bastein et al. 2017).
- b. De prestaties op de circulariteitsladder zijn nog niet allemaal te onderbouwen met cijfers. In sommige gevallen zijn er wel gegevens, maar meten ze niet precies wat we willen meten. Als de circulariteitsladder in het Materiaalmonitor/Nationale rekeningenkader wordt verwerkt, kunnen deze in het formele model worden opgenomen. Het is dan wel raadzaam om te beginnen met de elementen op de circulariteitsladder die de meeste impact hebben op de grondstoffen op macroniveau.
 - c. Het CPB heeft al gewezen op het probleem dat er niet bekend is hoeveel kunststoffen er in samengestelde producten zitten. Het probleem is breder dan alleen kunststoffen. Informatie over de productsamenstelling, die koppelbaar is aan de Materiaalmonitor, biedt informatie die van belang is voor leveringszekerheid, substitutie en de samenstelling van afvalstromen.
- 5 Exclusief wederuitvoer en ophoogzand.
 - 6 Dit is adaptatie van een door Kovanda (2014) ontwikkelde indicator *cyclical material use rate*.
 - 7 Dit Eurostat-cijfer is echter gebaseerd op de materialenconsumptie en niet op materialeninzet, zoals die voor de 8 procent voor Nederland berekend is. In 2018 zal onderzocht hoe de CBS en Eurostat methode op elkaar afgestemd kunnen worden.
 - 8 Wateronttrekking is exclusief koelwater. Bij de prioriteit consumentengoederen zijn alleen huishoudens meegenomen.
 - 9 Daarnaast is er ook behoefte aan internationale benchmarking. Het zou dus handig zijn om bepaalde indicatoren ook voor de andere Europese landen te verzamelen.
 - 10 Deze prioriteit is bijzonder omdat dit een sector is die op nationale schaal vrij klein is. Als je het echter vanuit een materialenperspectief bekijkt, zijn kunststoffen zeer belangrijke grondstoffen voor de Nederlandse maatschappij.

Noten

- 1 Er zijn twee varianten van de DMI. In het geval van DMI van grondstoffen wordt alleen de inzet van grondstoffen geteld. In het geval van de DMI van materialen, die net als de DMC en RMC wordt gebruikt in het Europese beleid, worden alle materialen (ruwe grondstoffen, halffabricaten en eindproducten) geteld.
- 2 Adaptatie van het werk van Haas et al. 2015. Belangrijk verschil in methodologie is dat in de Sankey voor Nederland de consumptie van biomassa bij 'materiaalgebruik' is meegenomen en niet bij 'energetisch gebruik'. De hoeveelheid materialen in de voorraad is onbekend. Cijfers in de kunnen afwijken van de cijfers in tabel 5.2 vanwege methodologische en definitieverschillen.
- 3 De RMC is berekend aan de hand van een model dat ontwikkeld is door Eurostat (Eurostat 2016). Dit model is nog in ontwikkeling en zal in de toekomst verder door het CBS getoetst worden. Andere modellen om de RMC te berekenen geven andere uitkomsten (Eisenmenger et al. 2016). In de keuze voor een model moet in de toekomst een goede balans gevonden worden tussen uitkomsten die betrouwbaar, up-to-date en relatief makkelijk te berekenen zijn.
- 4 In internationaal verband wordt in plaats van de RMC vaak de DMC als proxy genomen voor de bepaling van de grondstoffenconsumptie van een land. DMC is relatief eenvoudig te bepalen en daardoor een robuust cijfer dat voor meer landen beschikbaar is. De RMC wordt gezien als een betere indicator dan de DMC omdat bij de RMC alle producten worden teruggerekend naar de grondstoffen die nodig zijn om ze te maken. Hierdoor heeft een verschuiving van zware industrie naar het buitenland geen effect op de RMC terwijl het voor de DMC een verbetering oplevert.

Reflectie

Nederland loopt internationaal voorop met het in voorgaande hoofdstukken beschreven monitoringssysteem om de voortgang van de transitie naar de circulaire economie in de komende jaren te gaan monitoren. Frankrijk heeft al wel een set van 10 indicatoren (Magnier et al. 2017). En de Europese Commissie (2017^b) zal naar verwachting begin 2018 ook met een set van 10 circulaire-economie-indicatoren komen. Beide sets focussen op monitoring van het nationaal totaal, waarbij de Europese Commissie het accent legt op afval en recycling. En beide sets hebben maar beperkt indicatoren om de voortgang te monitoren van het transitieproces waarmee op termijn de gewenste circulaire effecten moeten gaan worden gerealiseerd. Het ontwikkelde monitoringssysteem in dit rapport legt een stevige en brede basis voor een systematische monitoring van zowel het transitieproces als de effecten daarvan op nationaal niveau én op niveau van prioriteiten en specifieke productgroepen. Met de monitoring van het transitieproces, meer specifiek van de transitiedynamiek, levert dit monitoringssysteem zowel voor Nederland als internationaal een belangrijke vernieuwende bijdrage.

Het monitoringssysteem in dit rapport is uitgewerkt in drie monitoringsonderdelen (actiemonitoring, monitoring van de transitiedynamiek, en effectmonitoring). Voor alle drie de onderdelen is beschreven hoe de monitoring er uit moet gaan zien, wat er met de beschikbare indicatoren en data al kan worden gemeten (nulmeting), en wat er in vervolgvactiteiten nog concreter moet worden om het ontwikkelde monitoringssysteem volledig operationeel te maken. Het ontwikkelde monitoringssysteem heeft dan ook nadrukkelijk het karakter van een groeimodel. Dit hoofdstuk reflecteert op het monitoringssysteem zoals het nu voorligt, en wat er als onderdeel van het groeimodel nog verder moet worden ingevuld.

De focus in dit hoofdstuk is op het monitoringssysteem als geheel. In het monitoringssysteem is ook plaats ingeruimd voor monitoring van de transitieagenda's.

Hier gaan we op in in paragraaf 6.1. Vervolgens kijken we wat er op basis van de nulmeting al kan worden gezegd over de voortgang van de transitie naar de circulaire economie (paragraaf 6.2). Dit illustreert tevens wat er al wel en nog niet kan worden gemeten. Daarna volgt een discussie over op welke punten het monitoringssysteem nog verder moet worden uitgewerkt (paragraaf 6.3). Dit wordt op het eind van het hoofdstuk samengevat als onderdeel van het groeimodel voor het monitoringssysteem (paragraaf 6.5). In paragraaf 6.4 gaan we in op hoe het monitoringssysteem in dit rapport zich verhoudt tot monitoring van circulaire economie in de internationale context.

6.1 Monitoring transitieagenda's

Door de vijf transitieteams is parallel aan de ontwikkeling van dit monitoringssysteem hard gewerkt aan de transitieagenda's van de vijf prioriteiten (Transitieteams 2018). De transitieagenda's geven een aanzet voor prioriteitafhankelijke en productgroepspecifieke monitoring. Verdere uitwerking daarvan is in dit rapport opgenomen als onderdeel van het groeimodel. Op basis van de transitieagenda's en het ontwikkelde raamwerk in dit rapport zijn echter wel een paar algemene reflecties te geven.

In paragraaf 2.2 kwam de vraag naar voren of de halveringsdoelstelling voor 2030 moet worden gedifferentieerd naar prioriteiten. De transitieagenda's bevatten nog geen concrete grondstoffenreductiedoelen (of grondstoffenplafond voor de prioriteit biomassa & voedsel). Ook worden slechts in beperkte mate te bereiken prestaties voor de circulariteitsstrategieën benoemd. Dergelijke doelen zijn belangrijk om de voortgang van de circulaire-economietransitie binnen prioriteiten te kunnen meten, en het is daarom wenselijk daar aansluitend nog aan te werken. Natuurlijk moeten dergelijke doelen wel bij de uitwerking van de transitieagenda's worden onderschreven.

De circulariteitsladder in figuur 2.2 heeft een centrale rol in het ontwikkelde monitoringssysteem (paragraaf 2.3). Het zijn deze circulariteitsstrategieën die tot vermindering van grondstoffengebruik moeten gaan leiden. In de circulariteitsladder in figuur 2.2 staat de *functie* van producten centraal (waar andere circulariteitsladders doorgaans zijn gericht op de producten zelf). Door de productfunctie centraal te zetten, komt ook de mogelijkheid in zicht om functies te leveren met radicaal andere ‘producten’. Denk hierbij aan labelen van groenten door brandmerken als alternatief voor plastic verpakkingen, dekentjes in plaats van warmtekanonnen voor terrasverwarming, of autodelen in plaats van autobezit. Sommige transitieagenda’s werken al met een circulariteitsladder, soms wel met een andere dan in figuur 2.2. Andere transitieagenda’s maken nog geen gebruik van de circulariteitsladder of lijken te blijven steken bij de lagere circulariteitsstrategieën (terwijl recycling bijvoorbeeld nog dicht bij de lineaire economie staat) (Potting et al. 2016, Ganzevles et al. 2016). Ten behoeve van een consistente en betekenisvolle monitoring is het wenselijk dat alle transitieteams zich baseren op de circulariteitsladder uit figuur 2.2, en bij voorkeur deze circulariteitsladder ook actief gebruiken bij de verdere uitwerking van hun agenda.

In sommige transitieagenda’s zijn al aandachtspunten opgenomen over monitoring van de voortgang van de circulaire transitie binnen de eigen prioriteit. De transitieteams hebben veel aandacht voor de milieudruk van de specifieke productgroepen binnen hun prioriteit, en richten hun blik duidelijk op de hele productketen in plaats van zich te beperken tot alleen hun aandeel daarin. Er wordt daarbij verwezen naar levenscyclusanalyse als de voor de hand liggende meetmethoden. Wel wordt de wens uitgesproken voor een eenduidige, controleerbare en onafhankelijke vorm hiervan. In de bouwsector vervullen de bepalingmethode ‘Milieuprestatie gebouwen en GWW-werken’ en de nationale milieudatabase (NMD) deze rol al. De bepalingmethode bevat rekenregels, inclusief een validatierichtlijn, voor het berekenen van de milieuprestatie van een compleet bouwwerk op basis van de prestatie van de producten en elementen waaruit het is opgebouwd (SBR CURnet 2015; Stichting Bouwkwaliiteit 2017).

Voor andere prioriteiten, of eigenlijk voor specifieke productgroepen daarbinnen, zouden ook rekenregels kunnen worden opgesteld naar analogie van de bepalingmethode ‘Milieuprestatie gebouwen en GWW-werken’. Verder zou de NMD kunnen worden uitgebreid met voor deze specifieke productgroepen relevante data. Een alternatief voor de NMD is om soortgelijke data af te leiden uit de CBS-databestanden. Hiermee worden dan

dezelfde data gebruikt voor effectmonitoring op nationaal niveau, en voor prioriteiten en specifieke productgroepen. Dit komt de consistentie van de monitoring op de verschillende niveaus ten goede. Nadeel van deze benadering is dat CBS-data ‘slechts’ tot 280 productgroepen is te des-aggregeren. De transitieagenda’s laten zien dat prioriteiten een grote(re) variëteit aan specifieke productgroepen omvatten dan des-aggregatie van CBS-data toelaat.

Het uitwerken op het niveau van specifieke productgroepen van eenduidige, controleerbare en onafhankelijke vormen van levenscyclusanalyse, bevordert de acceptatie van resultaten door maatschappelijke partijen. Het is wel veel werk gezien de grote variëteit aan producten. Begonnen zou kunnen worden met een aantal ‘makkelijke’ specifieke productgroepen. Dit is onderdeel van het groeimodel voor het ontwikkelde monitoringssysteem.

6.2 Status nulmeting

Er is al behoorlijk zicht op hoeveelheden grondstoffen die worden ingezet in Nederland voor productie en consumptie, hoeveel afval er vrijkomt en welk deel hiervan wordt gerecycled tot secundair materiaal. Nederland behoort al jaren tot de kopgroep van Europese landen als het gaat om het percentage afvalrecycling (80 procent) en materialenproductiviteit (euro/kg materiaal). De inzet van secundair materiaal in de Nederlandse economie bedraagt evenwel maar 8 procent. Het grote verschil tussen de ruim 80 procent recycling en 8 procent inzet van secundair materiaal kan worden verklaard doordat er bijna vijf keer meer materiaal dan input nodig is dan er als afval vrijkomt. De Nederlandse inzet van grondstoffen zit voor een belangrijk deel in voedsel en energie (en kan dus nooit op 100 procent secundair materiaal uitkomen). De beoogde halvering van het gebruik van abiotische grondstoffen is evenwel nog een flinke opgave.

De milieu- en socio-economische effecten van de transitie naar de circulaire economie kunnen nog niet volledig worden gekwantificeerd. Dit geldt ook voor andere circulariteitsstrategieën dan recycling (R8), zoals voor het langer gebruiken van producten en productonderdelen (R3-R7), of het slimmer maken of gebruiken van producten (R0-R2) (figuur 2.2). Het nog niet meetbaar zijn van de circulariteitsstrategieën maakt het moeilijk om zicht te krijgen op het aandeel van de circulaire economie in de totale economie of de banen die gemoeid zijn met circulaire economie. Hierbij kan worden opgemerkt dat een verschuiving van werkgelegenheid sowieso vaak lastig te meten is, bijvoorbeeld omdat in het geval van circulaire economie bestaande bedrijven

zelf reparaties gaan faciliteren, terwijl het aantal werknemers in dienst – op macro-economisch niveau een gemakkelijker te meten variabele – niet verandert. Verschuivingen die binnen bedrijven plaatsvinden zijn nog niet goed zichtbaar in de bestaande statistieken. Verder is voor veel indicatoren momenteel vooral informatie beschikbaar op nationale schaal en voor de vijf prioriteiten uit het Rijksbrede programma, maar veel minder voor specifieke productgroepen.

In het Rijksbrede programma staan diverse acties beschreven waar de Rijksoverheid bij betrokken is. De status van deze acties is in beeld. Meer dan de helft van alle acties, is gestart of al langere tijd in uitvoering. Voor een deel van de acties wordt met uitvoering gewacht op het uitkomen van de transitieagenda's. Een deel van de acties is nog niet gestart, omdat andere acties eerst uitgevoerd moeten worden. Een deel van de acties vraagt nog verdere uitwerking, herformulering of aanvulling. Belangrijke redenen hiervoor zijn de inhoud van de transitieagenda's en voortschrijdende inzichten. Sommige acties zijn in SMART-doelstellingen uitgedrukt (Specifiek Meetbaar Acceptabel Realistisch Tijdgebonden), maar het merendeel nog niet. Daarbij kan de link met het transitieproces, met name ten aanzien van de nagestreefde beleidsprestaties, en met de effecten vaak explicieter worden gemaakt dan nu gebeurt.

Beleidsmakers verwachten het nodige van de opgestelde transitieagenda's om de grondstoffenreductie- en strategische doelstellingen van het Rijksbrede programma te realiseren. Transitieteams geven in hun transitieagenda's en in verbale uitwisselingen echter aan dat er ook meer dwingende maatregelen nodig zijn om de grondstoffendoelstelling binnen bereik te brengen. Het Rijksbrede programma (IenM & EZ 2016b) voorziet hier deels al in met een brede set van generieke instrumenten, waaronder het beprijzen en dynamische wet- en regelgeving. Nadere uitwerking van de voorgestelde acties per interventie en per prioriteit blijft een uitdaging voor de komende jaren.

Monitoring van de transitiedynamiek is nog relatief onontgonnen terrein. Omdat het startpunt, de snelheid en richting van de transitie naar een circulaire economie zal verschillen per prioriteit en product, is het zinvol de voortgang concreet te maken voor de specifieke productgroepen binnen de prioriteiten. Dit vraagt nadere uitwerking van de in dit rapport gepresenteerde generieke indicatoren en mogelijk aanvulling met prioriteitafhankelijke of productspecifieke uitwerking. Met name de formatieve fase van het innovatieproces vraagt om een ander type indicatoren. De indicatoren in de formatieve fase zijn vaker beschrijvend van aard, en vragen om meer duiding bij de interpretatie van de

resultaten (paragraaf 6.3.2). Dit type indicatoren is nog niet of nauwelijks beschikbaar. Voor de transitiedynamiek ligt er derhalve nog geen uitgebreide nulmeting. Deze meer kwalitatieve indicatoren kunnen in interactie met de bij de transitieagenda's betrokken partijen worden ingevuld. Daarnaast zijn brokken kwantitatieve informatie al beschikbaar, maar die moeten nog ontsloten worden. Daarbij is nadere uitwerking in concrete indicatoren nog vaak nodig voor dit deel van de monitoring.

6.3 Status monitoringssysteem

6.3.1 Slimme effectdoelen

In het Rijksbrede programma stelt de overheid als doel dat Nederland in 2030 50 procent minder abiotische grondstoffen gebruikt, en dat het land in 2050 helemaal circulair is. Zoals in paragraaf 2.2 al aangegeven, moet deze doelstelling nog verder worden uitgewerkt. In dit monitoringssysteem wordt ervan uitgegaan dat voetafdrukken, afzonderlijk voor zowel consumenten als producenten, zinvol zijn vanuit de gedachte om ketens te sluiten. Dit is in lijn met de eerste strategische doelstelling (focus op efficiëntie in bestaande ketens) en de derde strategische doelstelling (focus op andere ketens). Reductiedoelstellingen gedifferentieerd naar grondstoffen kunnen inzichtelijk maken in welke mate de afzonderlijke grondstoffen bijdragen aan het verbeteren van de leveringszekerheid en milieudruk (klimaatverandering, biodiversiteitsverlies en uitputting, gezondheid en veiligheid).

Een andere mogelijkheid is om de reductiedoelstelling te herformuleren in termen van koolstofdioxide. Een generieke reductiedoelstelling voor koolstofdioxide (en andere broeikasgassen) legt het accent op grondstoffen en daaruit geproduceerde halffabricaten en producten met een hoge kooldioxidevoetafdruk. Het Rijksbrede programma is echter niet specifiek gericht op koolstofdioxide en klimaat, maar ook op andere milieudoelstellingen (zoals voor watergebruik, landgebruik, biodiversiteit) en op leveringszekerheid van grondstoffen, en beschikbaarheid van grondstoffen op langere termijn. Herformulering van de reductiedoelstelling in termen van koolstofdioxide (of broeikasgassen) is wel in lijn met het derde kabinet-Rutte dat de uitvoering van het Rijksbrede programma aan de klimaatopgave koppelt.

Het lijkt zinvol om met de voorgaande punten rekening te houden bij de verdere invulling van de halveringsdoelstelling voor abiotische grondstoffen in 2030. Meer dan om het terugdringen van de hoeveelheid tonnen gaat het immers vooral om het terugdringen van

de effecten van grondstoffengebruik op milieudruk, en op leveringszekerheid. Op die manier kan de 50-procentdoelstelling slimmer worden ingevuld en ook worden gerelateerd aan de planetaire grenzen. Antwoorden op bovenstaande vragen zijn belangrijk omdat de voortgang naar de circulaire economie alleen gemeten kan worden ten opzichte van een echt concrete reductiedoelstelling.

6.3.2 Monitoringsonderdelen en type indicatoren

De effectmonitoring en actiemonitoring zijn al uitvoerbaar, alhoewel voor beide nog niet alle indicatoren meetbaar zijn. Voor monitoring van de transitiedynamiek ligt er een voorstel voor indicatoren, maar deze moeten nog meetbaar worden gemaakt, en hiervoor moet beschikbare informatie nog worden ontsloten. Ondanks dat nog niet alle indicatoren in de drie monitoringsonderdelen meetbaar zijn, is al wel duidelijk dat het type indicatoren verschilt tussen en ten dele binnen de drie monitoringsonderdelen.

De effectmonitoring bestaat in zijn geheel uit kwantitatieve indicatoren waarmee de effecten worden gemeten op een continue schaal met een nulpunt. Hierdoor is het mogelijk om in termen van toename en afname uitspraken te doen over de gemeten effecten. Het wordt daardoor ook mogelijk om, middels decompositieanalyse, te onderzoeken welke invloed bepaalde prestaties hebben op de effecten (grondstoffen, broeikasgasemissies, economie en werkgelegenheid). Het wordt daardoor mogelijk om de prestaties op de circulariteitsladder en vervanging van grondstoffen te koppelen aan de effecten.

De actiemonitoring en monitoring van transitiedynamiek bestaan uit een mix van kwantitatieve en kwalitatieve indicatoren. Uitvoering van veel acties wordt tot nu toe gemeten als kwalitatieve indicator (ze zijn uitgevoerd of niet). Hetzelfde geldt voor sommige indicatoren voor de transitiedynamiek. Dit heeft consequenties voor de relevantie van deze kwalitatieve indicatoren in de tijd, en de zeggingskracht van deze indicatoren.

Op het moment dat een actie is afgerond en er een vervolgactie komt, hoeft de eerste actie meestal niet langer gemeten te worden omdat er voor de vervolgactie een andere indicator is. Iets vergelijkbaars geldt bij de monitoring van de transitiedynamiek. De totstandkoming van een Grondstoffenakkoord was een belangrijke stap om te komen tot een gedragen aanpak voor de transitie naar een circulaire economie. Inmiddels hebben de verschillende transitieteams het Grondstoffenakkoord uitgewerkt in concrete agenda's. De concrete indicatoren voor actiemonitoring en monitoring van de transitiedynamiek kennen qua relevantie in de tijd dus vaak de nodige verandering. Terwijl de relevantie van de

kwantitatieve effectindicatoren in beginsel stabiel in de tijd is.

Qua bijdrage geeft bijvoorbeeld het aantal verschenen circulaire mediaberichten nog weinig informatie over het belang van de afzonderlijke berichten (gezien de oplage bijvoorbeeld van het medium waarin het bericht is verschenen). Ook het aantal opgeloste belemmeringen in wetten en regels zegt wel iets, maar de invloed hiervan kan sterk uiteenlopen.

Kwantitatieve indicatoren, gemeten op een continue schaal met een nulpunt, geven duidelijker informatie dan kwalitatieve indicatoren doen. Zulke kwalitatieve indicatoren krijgen pas meer zeggingskracht met een duidende toelichting op de onderliggende informatie. Voor meer zeggingskracht meten de actiemonitoring en de monitoring van de transitiedynamiek de kwalitatieve indicatoren wel op hun bijdrage aan de circulariteitsstrategieën (figuur 2.2). Zo wordt het aantal mediaberichten per circulariteitsstrategie duidelijk. Hogere circulariteitsstrategieën leveren als vuistregel meer grondstoffen- en milieuwinst op dan lagere circulariteitsstrategieën. De hiërarchie van circulariteitsstrategieën als subklassen helpt bij de interpretatie van kwalitatieve (nominale) indicatoren. Evengoed blijft het belang van een duidende toelichting op de onderliggende informatie.

De invoering van de circulariteitsstrategieën zelf overigens kunnen net als de effectenindicatoren worden gemeten op een continue schaal, bijvoorbeeld de hoeveelheid recycling of toegevoegde waarde van de deeleconomie.

6.3.3 Reflectieve monitoring

Omdat het transitieproces veel tijd in beslag kan nemen en niet direct tot (meetbaar) effect zal leiden, maken we in dit monitoringssysteem onderscheid tussen de effecten die worden nagestreefd en het proces van verandering, oftewel het transitieproces, dat nodig is om daar aan te komen. Monitoring van het transitieproces is nodig om inzicht te krijgen in de ontwikkeling: kunnen de langetermijneffecten worden behaald, of is er bijsturing van het transitieproces nodig, en wat zijn daarbij dan de 'succes- en faalfactoren' (reflectieve monitoring). Op deze wijze biedt het monitoringssysteem input voor een sturingssysteem.

6.3.4 Gelaagde monitoringstructuur

In paragraaf 2.7 wordt een gelaagde structuur voorgesteld voor het monitoringssysteem om de voortgang van de transitie naar de circulaire economie te meten (figuur 2.4). Deze gelaagde monitoringstructuur volgt het voorstel van een groep Europese

milieuagentschappen (environmental protection agency's, EPA's) voor een monitoringsstructuur om de voortgang naar de circulaire economie op Europees niveau te meten (Potting et al. 2017). De EPA's op hun beurt hebben zich gebaseerd op een soortgelijke gelaagdheid in de Resource Efficiency Scoreboard van de Europese Commissie (EC 2016³).

In het monitoringssysteem in figuur 2.4 wordt een top laag onderscheiden met generieke kernindicatoren, een tussenlaag met generieke dashboardindicatoren, en een derde laag met prioriteitafhankelijke en product-specifieke indicatoren. In elke laag zal een onderscheid worden gemaakt tussen indicatoren voor het transitieproces en effectindicatoren. De derde laag voor prioriteitafhankelijke en productgroepspecifieke monitoring biedt ruimte voor aanvullingen vanuit de transitieagenda's.

Het idee achter deze gelaagdheid is dat de kernindicatoren helpen om snel inzicht te krijgen in de voortgang van de circulaire economie, terwijl de dashboardindicatoren een meer genuanceerd beeld geven, en de prioriteitafhankelijke en productspecifieke indicatoren meer gedetailleerde informatie geven. De effectmonitoring en actiemonitoring geven al wel aanzetten voor een onderscheid tussen generieke indicatoren en prioriteitafhankelijke indicatoren, terwijl de indicatoren in de monitoring van de transitiedynamiek in beginsel allemaal generiek zijn. In geen van de monitoringsonderdelen zijn echter al kernindicatoren geïdentificeerd (Potting et al. 2017 doen hier wel voorstellen voor). Als onderdeel van het groei-model zal elke laag met indicatoren worden gevuld, en kan bezien worden of de gelaagdheid uit figuur 2.4 moet worden aangepast.

6.3.5 Monitoringsfrequentie en -rapportage

Het lijkt niet zinvol om vaker dan één keer per jaar een integraal monitoringsverslag uit te brengen (externe publicatie), alhoewel de frequentie voor de afzonderlijke monitoringsonderdelen hoger kan liggen (interne rapportage). Voor de actiemonitoring kan bijvoorbeeld worden gedacht aan een (interne) voortgangsrapportage per trimester. Voor de integrale monitoringsrapportage echter ligt een tweejaarlijkse frequentie meer voor de hand.

Alleen al de drie monitoringsonderdelen in dit rapport omvatten veel indicatoren, van uiteenlopende aard. Bovendien moeten deze indicatoren bij voorkeur op verschillende niveaus worden gemeten (nationaal, prioriteiten, specifieke productgroepen). Mogelijk worden aan het monitoringssysteem nog prioriteitafhankelijke en productgroepspecifieke monitoring toegevoegd.

Een volledige neerslag van alle indicatoren op alle relevante schaalniveaus in een jaarlijkse integrale monitoringsrapportage zou leiden tot een lijvig geheel. Handzamer lijkt een zelfstandige jaarlijkse rapportage op hoofdlijnen, en daarnaast een doorlopende digitale rapportage van alle monitorings(sub)onderdelen volgens bijvoorbeeld het model van het milieucompendium of Eurostat.

6.4 Internationale context

De Europese Commissie (EC 2017³) komt (naar verwachting) begin 2018 met een set van 10 indicatoren om de voortgang naar de circulaire economie te meten. Alleen de Franse overheid heeft al een set van 10 indicatoren hiervoor (Magnier et al. 2017). Beide sets focussen vooral op monitoring van de vooruitgang op nationaal niveau.

In het monitoringssysteem voor circulaire economie in Nederland wordt aangesloten bij de voorstellen van de Europese Commissie wat betreft de monitoring van circulaire economie (EC 2017³) en *resource efficiency* (EC 2016³). Het transitieproces wordt in de voorstellen van de Europese Commissie echter maar beperkt meegenomen. Alleen duurzame overheidsinkopen, afval en recycling worden in de 10 indicatoren van de Europese commissie meegenomen. De ambitie van het Nederlandse monitoringssysteem gaat verder dan het in het kaart brengen van de 10 door de EC voorgestelde en reeds beschikbare indicatoren voor circulaire economie. Dit Nederlandse monitoringssysteem biedt ook zicht op nog te ontwikkelen indicatoren.

Het monitoringssysteem dat gepresenteerd wordt in dit rapport is een verdere uitwerking van het raamwerk dat door de EPA's in 2017 is voorgesteld aan de Europese Commissie (Potting et al. 2017). Met de in dit rapport opgedane kennis kan concreter worden aangegeven welke indicatoren de Europese Commissie zou kunnen toevoegen aan haar voorstel voor monitoring van de circulaire economie (EC 2017³) en *resource efficiency* (EC 2016³).

6.5 Groei-model

Het ontwikkelde monitoringssysteem brengt systematisch in kaart wat we willen weten, wat we al kunnen meten (nulmeting), en op welke onderdelen het monitoringssysteem nog verder moet worden uitgewerkt (groei-model). Het systeem is dus nog niet af, en het lijkt dan ook zinvol om dit verder te ontwikkelen samen met de maatschappelijke partners en andere Nederlandse kennisinstellingen. De volgende stappen lijken de komende jaren zinvol:

Uitwerken van structuur en presentatievorm monitoringsrapportage

- Identificeren van een beperkte set kernindicatoren voor snel inzicht, en dashboardindicatoren voor een meer genuanceerd inzicht (gelaagde monitoringstructuur).
- Digitale voortgangsrapportage op continue basis en periodieke schriftelijke voortgangsrapportage waarin getallen en trends worden geduid.
- Toewerken naar een circulaire equivalent van de Nationale Energieverkenning waarin de stand van zaken kan worden geduid van de transitie, inclusief evaluatie van het ingezette beleid.

Verder ontwikkelen bestaande monitoringsonderdelen

- Meetbaar maken van de overige indicatoren in de effectmonitoring (zoals voor voetafdrukken, toxiciteit en kritieke grondstoffen) met de Materiaalmonitor en andere CBS-bestanden.
- Meetbaar maken van de circulariteitsstrategieën op diverse schaalniveaus, zoals Nederland als geheel, per prioriteit en sector, en voor specifieke productgroepen (materialen).
- Meetbaar maken van de (overige) indicatoren voor de transitiedynamiek door al beschikbare informatie te ontsluiten (bijvoorbeeld bij RWS, RVO.nl, provincies en gemeenten).
- Verder uitwerken van de actiemonitoring (clusteren acties voor beter overzicht, koppelen acties aan indicatoren voor transitiedynamiek en effecten, verbinding met nieuwe acties).
- Ontwikkelen van een decompositiemodel om de verbanden tussen monitoringsresultaten voor effecten en circulariteitsstrategieën, en ook met autonome factoren bloot te leggen.
- Uitwerken van het monitoringssysteem voor de relatie tussen de rol van actoren en de verschillende fasen in de transitie naar de circulaire economie.
- Uitwerken van een indicatief beeld van hoe de transitie naar en circulaire economie bijdraagt aan een gezonde en veilige leefomgeving en daarmee risico's voor mens en milieu minimaliseert. Of wel aandacht voor toxiciteit van stoffen beter in beeld brengen.
- Vergelijkbaar maken van het monitoringssysteem met twee transitiefasen in dit rapport (de formatieve fase en groeifase) met het monitoringssysteem voor de energietransitie met vier transitiefasen ('voorontwikkeling' en 'take-off' en 'versnelling' en 'stabilisatie').

Aanvullingen monitoringssysteem op basis van de transitieagenda's

- Monitoring van acties in de transitieagenda's inpassen in het monitoringssysteem indien gewenst door overheden en maatschappelijke partners.
- Uitwerken voor specifieke productgroepen van eenduidige, controleerbare en onafhankelijke bepalingsmethoden voor milieudruk (levenscyclus-analyse) en waardebehoud.
- Vertalen van het monitoringssysteem naar specifieke indicatoren voor de prioriteiten, en zo nodig aanvullen van het monitoringssysteem.

Belangrijke uitbreidingen voor de middellange termijn

- Verder ontwikkelen van het monitoringssysteem voor scenariostudies van de toekomstige grondstoffenbehoeften binnen planetaire grenzen. Vanuit de planetaire grenzen kan vervolgens worden berekend hoe groot de milieugebruiksruimte/materiaalgebruiksruimte is in Nederland en hoeveel we daarvan nu al in Nederland gebruiken.
- Uitwisselen en afstemmen van het Nederlandse monitoringssysteem met dat van andere Europese landen en van de Europese Commissie.

Conclusies

In dit rapport is een basis gelegd voor een systeem om de voortgang van de transitie naar de circulaire economie in de komende jaren systematisch te gaan monitoren. De monitoringsresultaten moeten inzicht geven of het transitieproces en de effecten ervan op grondstoffen-gebruik, milieudruk, en economie op koers liggen. Meer specifiek moeten de monitoringsresultaten laten zien of de grondstoffenreductiedoelstelling van het Rijksbrede programma (2016^b) binnen bereik komt (50 procent minder gebruik van abiotische grondstoffen in 2030 en helemaal circulair in 2050). Ook moeten de monitoringsresultaten, door de reflectieve opzet van het monitoringssysteem, inzicht geven in de succes- en faalfactoren waarmee het transitieproces desgewenst kan worden bijgestuurd. Inzicht in stoffen die tot risico's leiden voor gezondheid en veiligheid hoort daarbij. Deze reflectieve vorm van monitoring fungeert daarmee tevens als input voor een sturingssysteem.

Het meten van de voortgang van de acties in het Rijksbrede programma is nu al mogelijk. Effectmonitoring is gedeeltelijk mogelijk vooral voor wat betreft grondstoffengebruik, broeikasgasemissies op niveau van de prioriteiten en het nationaal totaal. Op dit niveau is ook kwantificering van afvalstromen en afvalverwerking mogelijk, maar voor de andere circulariteitsstrategieën bestaan nog geen goed bruikbare indicatoren. Vooralsnog is nog weinig informatie in geschikte vorm voorhanden om de transitiedynamiek te kunnen monitoren.

Het ontwikkelde monitoringssysteem in dit rapport is uitgewerkt voor de drie monitoringsonderdelen, namelijk actiemonitoring, monitoring van de transitiedynamiek, en effectmonitoring. Voor alle drie onderdelen is

beschreven hoe de monitoring er uit moet gaan zien, wat er met de beschikbare indicatoren en data al kan worden gemeten (nulmeting), dan wel wat er in vervolgvactiteiten nog concreter moet worden om het ontwikkelde monitoringssysteem volledig operationeel te maken.

Zoals in hoofdstuk 2 aangegeven, heeft het in dit rapport ontwikkelde monitoringssysteem nadrukkelijk het karakter van een groeimodel. Dit hoofdstuk reflecteert op het monitoringssysteem zoals het er nu voorligt, en als onderdeel van het groeimodel nog verder moet worden ingevuld.

Nederland loopt internationaal voorop met het in dit rapport ontwikkelde systeem om de voortgang van de transitie naar de circulaire economie in de komende jaren te gaan monitoren. De Europese Commissie (2017^a) zal naar verwachting begin 2018 met een set van 10 circulaire economie indicatoren komen. Met deze set indicatoren wordt gefocust op monitoring van het nationaal totaal van de lidstaten en voor Europa, waarbij de Europese Commissie het accent legt op afval en recycling, en maar beperkt indicatoren heeft om de voortgang te monitoren van het transitieproces waarmee op termijn de gewenste circulaire effecten moeten worden gerealiseerd. Het ontwikkelde raamwerk in dit rapport legt een stevige en brede basis voor een systematische monitoring van zowel het transitieproces als de effecten daarvan op nationaal niveau én op niveau van prioriteiten en specifieke productgroepen. Met de monitoring van het transitieproces (meer specifiek van de transitiedynamiek) én door de verschillende invalshoeken, levert dit monitoringssysteem zowel voor Nederland als internationaal een belangrijke vernieuwende bijdrage.

Literatuurlijst

- AR (2005). Handleiding onderzoek naar doelmatigheid en doeltreffendheid. Algemene Rekenkamer (AR), Den Haag.
- Bastein, T. & E. Rietveld (2015). Materialen in de Nederlandse economie – een kwetsbaarheidsanalyse (TNO 2015 R11613). Nederlandse organisatie voor toegepast-natuurwetenschappelijk onderzoek (TNO), Delft.
- Bastein, T., E. Rietveld & E. Keijzer (2017). Ex-ante evaluatie van het Rijksbrede Programma Circulaire Economie. Nederlandse organisatie voor toegepast-natuurwetenschappelijk onderzoek (TNO), Delft.
- Bastein, T., E. Roelofs, E. Rietveld & A. Hoogendoorn (2013). Kansen voor de Circulaire Economie in Nederland. Nederlandse organisatie voor toegepast-natuurwetenschappelijk onderzoek (TNO), Delft.
- BBSA (2001). Beschikking van de Minister van Justitie van 23 oktober 2001, houdende plaatsing in het Staatsblad van de tekst van het Besluit stortplaatsen en stortverboden afvalstoffen, zoals dit laatstelijk is gewijzigd bij besluit van 5 juli 2001. *Staatsblad van het koninkrijk der Nederlanden*, 2001(336).
- BBSA (2012). Besluit van 26 september 2012 tot wijziging van het Besluit stortplaatsen en stortverboden afvalstoffen. *Staatsblad van het koninkrijk der Nederlanden*, 2012(466).
- Bento, N. & C. Wilson (2016). Measuring the duration of formative phases for energy technologies. *Environmental Innovation and Societal Transitions*, 21: 95-112 (doi: 10.1016/j.eist.2016.04.004).
- Blomsma F. & G. Brennan (2017). The Emergence of Circular Economy: A New Framing Around Prolonging Resource Productivity. *Journal of Industrial Ecology*, 21(3): 603-614 (doi:10.1111/jiec.12603).
- CBS (2013). Environmental accounts of the Netherlands 2013. Centraal Bureau voor de Statistiek (CBS), Den Haag.
- CBS (2016^a). Circulaire economie in Nederland. Centraal Bureau voor de Statistiek (CBS), Den Haag.
- CBS (2016^b). Nationale rekeningen 2016. Centraal Bureau voor de Statistiek (CBS), Den Haag.
- CE & MVO Nederland (2015). The potential for high value reuse in a circular economy. Internetpublicatie van Nederland Circulair! (laatst bezocht augustus 2017: <http://www.circulairondernemen.nl/uploads/27102a5465b3589c6b52f8e43ba9fd72.pdf>).
- Circular economy toolkit (2013). Internetpublicatie (laatst bezocht oktober 2017: <http://circulareconomytoolkit.org/Assessmenttool.html>).
- Circular economy/Ehero (2017). Circular jobs – Understanding employment in the Circular economy in the Netherlands.
- Consumentenbond (2017). Automatische wasmiddeldosering. Webpagina van de Consumentenbond, Den Haag (laatst bezocht augustus 2017: <https://www.consumentenbond.nl/wasmachine/automatische-wasmiddeldosering>).
- EASAC (2016). Indicators for a circular economy. European Academies Science Advisory Council (EASAC). Germany National Academy of Sciences, Halle, Germany.
- EC (2010^a). Critical raw materials for the EU. Report of the Ad hoc Working group on defining raw materials (Ref. Ares(2014)2187691). Europese Commissie (EC), Brussel, België.
- EC (2010^b). Being wise with waste: the EU's approach to waste management (doi 10.2779/93543). Europese Commissie (EC), Brussel, België.
- EC (2014^a). Communication from the commission to the European Parliament, the council, the European economic and social committee and the committee of the regions. On the review of the list of critical materials for the EU and the implementation of the Raw Material Initiative (COM(2014)297 final). Europese Commissie (EC), Brussel, België.
- EC (2014^b). Report on critical raw materials for the EU. Report of the Ad hoc Working Group on defining critical materials (ref. Ares(2015)1819503). Europese Commissie (EC), Brussel, België.
- EC (2015). Communication from the Commission to the European Parliament, the council, the European economic and social committee and the committee of the regions. Closing the loop – An EU action plan for the Circular Economy (COM(2015)614 final). Europese Commissie (EC), Brussel, België.

- EC (2016^a). EU Resource efficiency scoreboard. Publications Office for the European Union, Luxembourg.
- EC (2016^b). EU Raw materials scoreboard. Publications Office for the European Union, Luxembourg.
- EC (2017^a). Monitoring framework for the circular economy (ENV/ACC-MESA/WG/04.1 (2017), Point 4.1 of the agenda, 4 May). Europese Commissie (EC), Brussel, België. Not published.
- EC (2017^b). EU Eco-innovation scoreboard. Internet-publicatie van de Europese Unie (EU) (laatst bezocht oktober 2017: <https://ec.europa.eu/environment/ecoap/scoreboard>).
- EEA (2017). About indicators. Internetpublicatie van Europees Milieuagentschap (European Environmental Agency; EEA), Kopenhagen, Denemarken (laatst bezocht December 2017: <https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/indicators/about>).
- EEA (2016^a). The European environment — State and outlook 2015 (SOER 2015). Internetpublicatie van Europees Milieuagentschap (European Environmental Agency; EEA), Kopenhagen, Denemarken (laatst bezocht december 2017: <https://www.eea.europa.eu/soer> SOER 2015).
- EEA (2016^b). More from less – Material resource efficiency in Europe. 2015 Overview of policies, instruments and targets in 32 countries. Europees Milieuagentschap (European Environmental Agency; EEA), Kopenhagen, Denemarken.
- EEA (2016^c). Circular Economy in Europe. Developing the knowledge base. European Environmental Protection Agency (EEA; Europees milieuagentschap), Kopenhagen, Denemarken.
- Eisenmenger, N., D. Wiedenhofer, A. Schaffartzik, S. Giljum, M. Bruckner, H. Schandl, T.O. Wiedmann, M. Lenzen, A. Tukker & A. Koning (2016). Consumption-based material flow indicators – Comparing six ways of calculating the Austrian raw material consumption providing six results. *Ecological Economics*, (128): 177-186.
- EMF (2013). Towards the circular economy. Economic and business rationale for an accelerated transition. Ellen MacArthur Foundation (EMF), Cowes, Isle of Wight, Engeland.
- EMF (2015). Circularity indicators. An approach to measuring circularity. Ellen MacArthur Foundation (EMF), Cowes, Isle of Wight, Engeland.
- Eurostat (2016). Handbook for estimating raw material equivalents (RME) – of imports and exports and RME-based on indicators for countries based on Eurostat's RME model. Eurostat. Luxemburg.
- Eurostat (2017). Treatment of waste by waste category, hazardousness and waste operations in 2014. Internet-publicatie van Eurostat (laatst bezocht oktober 2017: http://appsso.eurostat.ec.europa.eu/nui/show.do?dataset=env_wastrt&lang=en).
- Ganzevles, J., J. Potting & A. Hanemaaijer (2016). Evaluatie Green Deals Circulaire Economie: achtergrondstudie. PBL Planbureau voor de Leefomgeving, Den Haag.
- Geng, Y., J. Fu, J. Sarkis & B. Xue (2011). Towards a national circular economy indicator system in China: An evaluation and critical analysis. *Journal of Cleaner Production*, 23: 2016-224.
- Giljum, S., M. Lieber & A. Doranova (2016^a). EU Eco-Innovation Index: 2016 version. EIO brief. EcoInnovation Observatory, Vienna, Austria.
- Giljum, S., M. Lieber & A. Doranova (2016^b). EU Eco-Innovation Index: 2016 version. Technical note. EcoInnovation Observatory, Vienna, Austria.
- Grondstoffenakkoord (2017). Grondstoffenakkoord. Intentieovereenkomst om te komen tot transitie-agenda's voor de circulaire economie. Ministerie van Economische Zaken (EZ) en Ministerie van Infrastructuur en Milieu (IenM), Den Haag.
- Haas, W., F. Krausmann, D. Wiedenhofer & M. Heinz (2015). How circular is the global economy? – An assessment of material flows, waste production, and recycling in the European union and the world in 2005. *Journal of Industrial Ecology*, (18)5: 765-777 (doi: 10.1111/jiec.12244).
- Hekkert, M.P. & M. Ossebaard (2010). De innovatiemotor. Het versnellen van baanbrekende innovaties. Uitgeverij koninklijke van Gorcum, Assen.
- Hekkert, M.P., R.A.A. Suurs, S.O. Negro, S. Kuhlmanns & R.E.H.M. Smits (2007). Functions of innovation systems: A new approach for analysing technological change. *Technological Forecasting and Social Change*, 74(4): 413-432 (doi: 10.1016/j.techfore.2006.03.002).
- Huysman, S., J. De Schaepmeester, K. Ragaert, J. Dewulf & S. De Meester (2017). Performance indicators for a circular economy: A case study on post industrial waste. *Resources, Conservation and Recycling*, 120(May): 46-54 (doi: 10.1016/j.resconrec.2017.013).
- IenM & EZ (2016^a). Nederland circulair in 2050. Rijksbreed programma Circulaire Economie. Ministeries van Infrastructuur en Milieu (IenM) en Economische Zaken (EZ), Den Haag.
- IenM & EZ (2016^b). Brief van Minister Kamp van Economische Zaken en Staatssecretaris Dijkzema van Infrastructuur en Milieu aan de Voorzitter van de Tweede Kamer betreffende Rijksbreed programma Circulaire Economie (IenM/BSK-2016/175734). Ministeries van Infrastructuur en Milieu (IenM) en Economische Zaken (EZ), Den Haag.
- Jacob, K., L. Münch & S. Werland (2014). Indikatoren der Ressourcenpolitik. Akteursanalyse von Interessen und Betroffenheit. Vrije Universiteit Berlijn (Freie Universität Berlin), Berlijn, Duitsland.

- Jonker, J., H. Stegeman, N. Faber & I. Kothman (2017). Eén zwaluw voorspelt veel goeds. Resultaten van het landelijk onderzoek 2016-2017 naar business modellen voor de circulaire economie. Stichting OCF 2.0, Doetinchem.
- Kovanda, J. (2014). Incorporation of recycling flows into economy-wide flow accounting and analysis: A case study for the Czech Republic. *Resources, Conservation and Recycling*, (92): 78-84 (doi: 10.1016/j.resconrec.2014.08.006).
- KIDV (2017). Rapportage kunststofketen. Interventies om de kunststofketen verder te sluiten qua grondstoffen en economisch. Kennisinstituut Duurzaam Verpakken (KIDV), Den Haag.
- Krausmann, F., S. Gingrich, N. Eisenmenger, K.-H. Erb, H. Haberl & M. Fischer-Kowalski (2009). Growth in global materials use, GDP and population during the 20th century. *Ecological Economics*, 68(10): 2696-2705 (doi: 10.1016/j.ecolecon.2009.05.007).
- Kwant, K., W. Siemers, A. Hamer & D. Both (2017). Monitoring biobased economy in Nederland 2016, Rijksdienst voor Ondernemend Nederland (RVO), Utrecht.
- Kwant, K., A. Hamer, W. Siemers & D. Both (2016). Monitoring biobased economy in Nederland 2015, Rijksdienst voor Ondernemend Nederland (RVO), Utrecht.
- Lof, M., S. Schenau, R. de Jong, R. Remme, C. Graveland & L. Hein (2017). The SEEA EEA carbon account for the Netherlands. Centraal Bureau voor de Statistiek (CBS) & Wageningen universiteit, Den Haag.
- Loorbach, D., J. Rotmans & R. Lijnis Huffenreuter (2014). Ondernemen in transitie. Bedrijfstransities als innovatief model voor duurzaam ondernemen (SMO-2014/3). Stichting Maatschappij en Ondernemen, Den Haag.
- Mzi, TNO & TUD (s.d.). Kritische materialen en de Nederlandse technologische industrie. Internetpublicatie (laatst bezocht september 2017: <https://nevi.ccreader.nl/files/nevi/Risicomanagement.pdf>).
- Magnier, C., M. Auzanneau, P. Calatayud, M. Gauche, X. Ghewy, M. Granger, S. Margontier & E. Pautard (2017). Ten key indicators for monitoring the circular economy. Environmental Information Department, Ministry of the Environment, Energy and Marine Affairs, France.
- Meijer-Cheung W.K., N. Schoenaker & S. Schenau (2016). Broeikasgasemissies door de Nederlandse economie. Centraal Bureau voor de Statistiek (CBS), Den Haag.
- Mekonnen, M.M. & A.Y. Hoekstra (2011). National water footprint accounts: The green, blue and grey water footprint of production and consumption. (Value of water research report 50; No. 50). Unesco-IHE Institute for Water Education, Delft.
- MVO Nederland (2015). Verslag indicatoren meetinstrument circulariteit. Niet gepubliceerd. Maatschappelijk Verantwoord Ondernemen (MVO) Nederland, Utrecht.
- Nederland Circulair! Circulair ondernemen – 50 best practices. Internetpublicatie van Nederland Circulair! (laatst bezocht december 2017: <https://www.circulairondernemen.nl/uploads/a4c93502340d4008299529b2c984ab5d.pdf>).
- Nijland, H., J. Van Meerkerk & A. Hoen (2015). Effecten van autodelen op mobiliteit en CO₂-uitstoot. PBL Planbureau voor de Leefomgeving, Den Haag.
- PEW (2015). World Population by Income. How many live on how much, and where. Internetpublicatie van PEW Research Center, Washington DC, Verenigde Staten van Amerika (laatst bezocht augustus 2017: <http://www.pewglobal.org/interactives/global-population-by-income/>).
- Plastics Europe (2015). Plastics. The facts 2015. An analysis of European latest plastics production, demand and waste data. Plastics Europe, Brussel (België).
- Pol-de Jongh, L. van de, K. Keller & R. Delahaye (2016). Material flow monitor – time series 2008-2014. Centraal Bureau van de Statistiek (CBS), Den Haag.
- Potting, J., M.P. Hekkert, E. Worrell & A. Hanemaaijer (2016). Circulaire economie: Innovatie meten in de keten. PBL Planbureau voor de Leefomgeving, Den Haag.
- Potting, J., N. Nierhoff, F. Montevecchi, R. Antikainen, S. Colgan, A. Hauser, J. Günther, J. Wuttke, B. Jørgensen Kjær & A. Hanemaaijer (2017). Input to the European Commission from European EPAs about monitoring progress of the transition towards a circular economy in the European Union. European Network of the Heads of Environment Protection Agencies (EPA Network).
- Programmabureau Nederland Circulair (2017). Nederland Circulair in 2050. Wat betekent dat? Website van Programmabureau Nederland Circulair in 2050 van de ministeries van Infrastructuur en Milieu (IenM) en Economische Zaken (EZ), Den Haag (laatst bezocht oktober 2017: <https://www.circulaireconomie.nederland.nl/home/default.aspx>).
- OECD (2017). Green growth indicators 2017 (doi: 10.1787/9789264268586-en). OECD publishers, Parijs, Frankrijk.
- Regeerakkoord Rutte-III (2017). Vertrouwen in de toekomst. Regeerakkoord 2017-2021 (regeerakkoord tussen de fracties van VVD, CDA, D66 en ChristenUnie). Internetpublicatie (laatste bezocht december 2017: <https://www.rijksoverheid.nl/documenten/publicaties/2017/10/10/regeerakkoord-2017-vertrouwen-in-de-toekomst>).
- Remmerswaal, S., A. Hanemaaijer & M. Kishna (2017). Betalen voor gebruik. Verdienmodellen in de circulaire economie. PBL Planbureau voor de Leefomgeving, Den Haag.

- RIVM (2016). Meten van Duurzaamheid.nl. Website van Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM), Bilthoven (laatst bezocht oktober 2017: <http://www.metenvanduurzaamheid.nl/>).
- Rli (2015). Circulaire economie. Van wens naar uitvoering. Raad voor de leefomgeving en infrastructuur (Rli), Den Haag.
- Rood, T., H. Muilwijk & H. Westhoek (2016). Voedsel voor de circulaire economie. PBL Planbureau voor de Leefomgeving, Den Haag.
- SAMR (2017). Rapport – impact verbod gratis plastic tassen onder retailers, SAMR Smart Agent Market Response, Leusden, in opdracht van het Ministerie van Infrastructuur en Milieu.
- Sandén, B.A., M.P. Hekkert & S.O. Negro (2017). Improving the rigour of the technological innovation systems framework: Towards a TIS model. Paper presented at the International Conference on Sustainability Transitions, June 2017, Göteborg, Zweden.
- Saidani, M. B. Yannou, Y. Leroy & F. Cluzel (2017). How to assess product performance in the circular economy? Propos requirements for the design of a circularity measurement framework. *Recycling*, 2(6): 18 (doi: 10.3390/recycling2010006).
- SER (2016). Werken aan een circulaire economie: Geen tijd te verliezen (Advies 16/05). Sociaal Economische Raad (SER), Den Haag.
- SBRCURnet (2015). Bepaling van de milieuprestatie van gebouwen en GWW-werken (MPG). Geactualiseerde versie 2015. SBRCURnet, Delft.
- Stichting Bouwkwaliiteit (2017). Nationale milieudatabase. Website van Stichting Bouwkwaliiteit. Website van Stichting Bouwkwaliiteit (laatst bezocht oktober 2017: <https://www.milieudatabase.nl/>).
- Transitieteams (2018). Grondwerk voor het grondstoffenakkoord. Strategisch actieplan circulaire economie 2018 – 2022 op basis van vijf transitieagenda's.
- UN (2015). World Population Prospects. The 2015 Revision. Key findings and advanced tables (ESA/P/WP-241). Population Division, Department of Economic and Social Affairs (DESA), United Nations (UN), New York.
- UNEP (2011). Decoupling natural resource use and environmental impact from economic growth (DTI/1388/PA). United Nations Environmental Program (UNEP), Parijs, Frankrijk.
- UNEP (2016). Global material flows and resource productivity. An assessment study of the UNEP International Resource Panel (DTI/1974/PA). United Nations Environmental Program (UNEP), Parijs, Frankrijk.
- Van der Esch, S., B. ten Brink, E. Stehfest, M. Bakkenes, A. Sewell, A. Bouwman, J. Meijer, H. Westhoek & M. van der Berg (2017). Exploring future changes in land use and land condition and the impacts on food, water, climate change and biodiversity. PBL Planbureau voor de Leefomgeving, Den Haag.
- Vermeulen, W.J.V., S. Witjes & D. Reike (2014). Advies over een Raamwerk voor Impactmeting voor Circulair Inkopen. Faculteit Aardwetenschappen, Universiteit Utrecht, Utrecht.
- Verrips A., S. Hoogeboom, K. Hoekstra, G. Romijn, K. Folmer & J. van Gemen (2017). De circulaire economie van kunststof: van grondstoffen tot afval (CPB achtergronddocument). Centraal Planbureau (CPB), Den Haag.
- Vollebergh, H., J. van Dijk, E. Drissen, H. Eerens & H. Vrijberg (2017). Belastingverschuiving van arbeid naar grondstoffen, materialen en afval. Verkenning van belastingen voor het stimuleren van de circulaire economie. PBL Planbureau voor de Leefomgeving, Den Haag.
- Wereldbank (2016). Poverty and shared prosperity 2016: Taking on inequality (doi: 10.1596/978-1-4648-0958-3). Wereldbank, Washington DC, Verenigde Staten van Amerika.
- Wiltling, H., A. Hanemaaijer, M. Oorschot & T. Rood (2015). Trends in Nederlandse voetafdrukken 1995-2010. PBL Planbureau voor de Leefomgeving, Den Haag.

Bijlagen

Bijlage 1: Woordenlijst

- Abiotische grondstoffen (mineralen, metalen en fossiel): Grondstoffen gewonnen uit niet-levende bronnen, en daarmee niet-hernieuwbare grondstoffen (zie eindige grondstoffen).
- Acties (zoals in beleidsevaluatiekader in figuur 2.1 en hoofdstuk 3): Concrete toezeggingen uit het Rijksbrede programma om middelen in te zetten, activiteiten te gaan ondernemen, of prestaties tot stand te brengen om de transitie naar de circulaire economie te ondersteunen en bevorderen.
- Activiteiten (zoals in beleidsevaluatiekader in figuur 2.1): Alle afgesproken handelingen om een afgesproken prestatie tot stand te brengen (bijvoorbeeld een voorlichtingscampagne om consumentengedrag bij te sturen, of innovatieonderzoek voor biobased materialenproductie)
- Antropogene grondstoffen: Zie grondstoffen.
- Beleidsevaluatiekader: Evaluatiekader van de Algemene Rekenkamer (AR 2005) voor het evalueren van beleid op de kosten in relatie tot de behaalde resultaten (doelmatigheid) en de mate waarin het beleid effectief was in het behalen van de gewenste resultaten (doeltreffendheid)
- Biomassa: Alle typen van biotische substantie van plantaardige of dierlijke origine (inclusief microbiële origine), zoals 'schone' mono-stromen of relatief schone mengstromen uit de landbouw (inclusief bosbouw & visserij) en industrie, of 'vervuilde' mengstromen uit huishoudens (groente-, tuin-, & fruitafval). Zonder nadere specificatie van het type biomassa kan weinig gezegd worden over de gebruiksmogelijkheden ervan.
- Bioraffinage: Met behulp van chemische processen produceren van chemicaliën, materialen en brandstoffen uit biomassa (zie ook recycling).
- Biotische grondstoffen: Grondstoffen gewonnen uit levende bronnen, oftewel van plantaardige of dierlijke origine, en die daarmee hernieuwbare grondstoffen zijn (zie ook biomassa en hernieuwbare grondstoffen).
- Circulaire economie: Een economisch systeem waarin productie en consumptie zijn gebaseerd op de herbruikbaarheid van producten en hun onderdelen, de recyclebaarheid van materialen, en duurzame winning van alsnog benodigde grondstoffen. Uitgangspunten zijn het Herstellend Vermogen van natuurlijke hulpbronnen, minimalisering van waardevernietiging en optimale waardecreatie in iedere schakel van de keten van productie en consumptie.
- Circulariteitsstrategieën: Strategieën om grondstoffengebruik, en daarmee milieudruk van grondstofwinning en materiaalproductie, te verminderen. Er is een hiërarchie van circulariteitsstrategieën, waarbij als vuistregel het grondstoffengebruik en de milieudruk minder wordt van lage naar hoge circulariteitsstrategieën (of van hoge naar lage R). Deze hiërarchie bestaat uit refuse (R0), rethink (R1), reduce (R2), reuse (R3), repair (R4), refurbish (R5), remanufacture (R6), repurpose (R7), recycle (R8) en recover (R9). Recover (R9) is verbranding (of vergisting) met energierugwinning, en behoort nog tot de lineaire economie omdat materiaal hierbij definitief verloren gaat. Recycle (R8) ligt nog dicht tegen de lineaire economie aan. Zie hieronder bij de R voor een korte uitleg van elke circulariteitsstrategie.
- Cascadering: Optimale benutting van een teruggewonnen (secundair) materiaal in een achtereenvolgende reeks van producten waarbij de kwaliteit (en geldelijke waarde) van het teruggewonnen (secundair) materiaal zo min mogelijk afneemt. Voorbeeld van cascadering is de papiercascade (nieuw papier ® gerecycled papier ® krantenpapier ® toiletpapier) (zie ook recycle).
- Direct (zoals in direct grondstoffengebruik en directe effecten): Direct grondstoffengebruik en directe effecten hebben betrekking op de grondstoffen.
- Down-cycling: Zie recycle.
- Eindige grondstoffen: Abiotische grondstoffen die niet door natuurlijke processen worden aangevuld en dus op kunnen raken.

- Eindige materialen: Materialen geproduceerd uit eindige grondstoffen.
- Eindproducten: Zie producten.
- Exergie: Hoeveelheid arbeid die maximaal verkregen kan worden uit een energie- of materiaalstroom.
- Finale producten: Zie producten.
- Gebruiksgoederen: Strikt genomen bestaat er een taalkundig verschil tussen **gebruiks**goederen en **verbruiks**goederen. Verbruiksgoederen, zoals voedsel of brandstof of inkt in printers, verdwijnen door het leveren van hun functie, en kunnen deze functie dus slechts eenmalig leveren. Gebruiksgoederen kunnen meermalig gebruikt worden voor dezelfde functie, en veranderen niet substantieel door gebruik. In het dagelijks taalgebruik gaat de nuance tussen gebruiks- en verbruiksgoederen meestal verloren, en dit rapport gebruikt daarom de termen gebruiks- en verbruiksgoederen niet.
- Gebruik en verbruik van grondstoffen: In de wetenschappelijke literatuur wordt soms onderscheid gemaakt tussen **gebruik** (inzet) en **verbruik** van grondstoffen. Bij gebruik en inzet gaat het om gebruik in een specifiek proces of specifieke verzameling van processen (bijvoorbeeld gedefinieerd door landsgrenzen). Dit gebruik kan betrekking hebben op het directe grondstoffengebruik (zie ook direct gebruik), of op het grondstoffengebruik in de keten van grondstofwinning tot en met de output van een gegeven proces (of verzameling van processen). Engelse termen voor gebruik zijn *process requirement* (direct gebruik), *gross requirement* (ketengebruik tot en met proces output). Engelse termen voor verbruik zijn *consumption* of *cumulative requirement*. In het dagelijks taalgebruik gaat de nuance tussen gebruiks- en verbruiksgoederen meestal verloren, en dit rapport gebruikt daarom de voorvoegsels 'gebruiks-' en 'verbruiks-' niet.
- Grondstoffen: Grondstoffen wordt nog wel eens foutief als synoniem voor materialen gebruikt. Grondstoffen kunnen in de natuur worden gevonden. Natuurlijke grondstoffen worden uit de natuur gewonnen. Dit rapport gebruikt grondstoffen alleen in de betekenis van natuurlijke grondstoffen. Er wordt ook wel eens gesproken over antropogene grondstoffen. Antropogene grondstoffen bevinden zich diffuus verspreid in het economisch systeem, bijvoorbeeld in vuilstorten (terugwinning door landfill-mining), of in producten met een lange gebruiksduur (terugwinning door urban-mining) of in de fundering van bouwpuin onder wegen. Natuurlijke en antropogene grondstoffen moeten eerst mechanisch worden gescheiden van andere bestanddelen, voor er door opwerking en bewerking (weer) materialen uit kunnen worden geproduceerd. Biomassa, abiotische grondstoffen, worden vaak ook ruwe materialen genoemd. Andere grondstoffen zijn natuurlijk kapitaal als water, lucht, land, en wilde dieren en planten.
- Grondstofwinning: Onttrekking van grondstoffen aan de natuur. Dit kan mechanische scheiding van grondstoffen en andere bestanddelen omvatten.
- Grondstofterugwinning: Terugwinnen van natuurlijke grondstoffen bestaat niet. Er wordt ook wel eens gesproken over terugwinning van antropogene grondstoffen wel (zie ook grondstoffen).
- Halffabricaten: Alle voortbrengselen, met uitzondering van grondstoffen, van de industrie en commerciële sector die nog verdere bewerking behoeven voordat ze als (eind)producten naar de eindgebruikers kunnen (zie ook producten). Materialen, productonderdelen en chemische stoffen zijn typische voorbeelden van halffabricaten.
- Hergebruik: Hergebruik gaat over het opnieuw gebruiken van producten en hun onderdelen zonder dat ze drastisch in vorm of samenstelling veranderen. Materialen kunnen niet worden hergebruikt, maar wel worden gerecycled. Bij recycling verandert doorgaans de vorm en structuur van een materiaal (bijvoorbeeld door regranuleren, smelten en opnieuw spuiten van plastics) (zie ook recycling).
- Hernieuwbare grondstoffen: Grondstoffen afkomstig uit natuurlijke hulpbronnen die zichzelf kunnen vernieuwen (biomassa, maar ook wind, water en zon).
- Hernieuwbare materialen: Materialen geproduceerd uit hernieuwbare grondstoffen.
- Input (zoals in beleidsevaluatiekader in figuur 2.1): Zie middelen.
- Keten: het volledige proces van materialen uit grondstoffen, via eventuele voorbewerking en halffabricaten tot eindproducten en verder naar gebruikers en verwijderaars.
- Kritieke of kritische materialen: schaarse materialen, die essentieel zijn voor bepaalde industrietakken en waarvan de leveringszekerheid laag is. Een lineaire productketen start met de winning van grondstoffen, vervolgt met materiaalproductie en productfabricage, en eindigt na het gebruik van het product met de verwerking van afval, terwijl een circulaire productketen begint en eindigt met de recycling.
- *Launching customer*: Grote vragende partij die door inkoop- en aanbestedingsbeleid bijdraagt aan het creëren van markten voor innovatieve producten, diensten of processen. Daarmee vervult die *customer* een voorbeeldfunctie voor andere partijen die zo worden aangespoord om het desbetreffende product of dienst in te kopen.
- Levenscyclusanalyse (LCA; Life Cycle Assessment): Methode voor het in kaart brengen van de effecten op het milieu van een product- of materiaalsysteem. In de praktijk wordt LCA vaak beschreven als een methode om *producten* op hun milieueffecten te evalueren, maar

feitelijk is LCA een methode om een productsysteem te evalueren op basis van de functie ervan (de functionele eenheid). Alleen dan wordt het zinvol om bijvoorbeeld (het gebruik van) een wegwerpbeker en herbruikbare beker te vergelijken. Het afwassen hoort in dit voorbeeld ook bij het productsysteem voor (het gebruik van) de herbruikbare beker. Vandaar dat productsysteem eigenlijk een betere term is dan productketen. Omdat veel mensen de term productketen kennen, en productsysteem niet, gebruikt dit rapport de term productketen (zie ook productketen). Een *full LCA* kijkt naar een productsysteem in zijn geheel (ook wel 'van wieg tot graf'-LCA genoemd). Een partiële LCA gaat over een deel van een productsysteem, bijvoorbeeld het deelsysteem tot en met productie van een materiaal ('van wieg tot poort'-LCA) of vanaf een afgedankt product tot en met de verwerking ervan als afval ('van poort tot graf'-LCA).

- Leveringszekerheid: De mate van zekerheid over ongestoorde levering van grondstoffen, halffabricaten (materialen en productonderdelen) en producten aan bedrijven, overheid en consumenten.
- Lineaire economie: Economie waarin continu nieuwe grondstoffen moeten worden gewonnen voor het produceren van nieuwe materialen om nieuwe producten te maken die na gebruik worden verbrand (vernietigd). Dit wordt ook wel aangeduid als *take, make, waste*.
- Maakindustrie: Bedrijven die materialen tot productonderdelen of (eind)producten verwerken (zie ook productonderdelen en producten).
- Materiaal: natuurlijke of kunstmatig geproduceerde stoffen, bestemd om verwerkt te worden tot bruikbare producten.
- Materiaalcascade: Zie cascadering.
- Materiaalketen: Zie keten.
- Middelen (zoals in beleidsevaluatiekader in figuur 2.1): Zaken als geld, personeel, machinerie, (al beschikbare) technologie die nodig zijn om in te zetten in het transitieproces.
- Milieuprestatie Gebouwen (MPG): Maatstaf voor de duurzaamheid van een gebouw qua energieverbruik en materiaalgebruik.
- Natuurlijke grondstoffen: Zie grondstoffen.
- Niet-hernieuwbare grondstoffen: Zie eindige grondstoffen.
- Niet-hernieuwbare materialen: Zie eindige materialen.
- Output (zoals in beleidsevaluatiekader in figuur 2.1): Zie prestaties.
- Plantaardige grondstoffen: Biomassa van plantaardige oorsprong (zie ook biomassa en grondstoffen).
- Productketen: Een lineaire productketen start met de winning van grondstoffen, vervolgt met materiaalproductie en productfabricage, en eindigt na

het gebruik van het product met verbranding (of storten) van het afgedankte product. Een circulaire productketen begint en eindigt met de recycling van materialen als de producten en productonderdelen niet langer kunnen worden hergebruikt. In de praktijk wordt de term productketen nog wel gebruikt als synoniem voor een deel van de keten, bijvoorbeeld voor het deel van grondstofwinning tot en met een geproduceerd materiaal, of van afgedankt product tot en met afvalverwerking).

- Prestaties (zoals in beleidsevaluatiekader in figuur 2.1): De resultaten van de ingezette middelen en (daarmee) uitgevoerde activiteiten.
- Producten (eindproducten in statistische terminologie): De finale voortbrengselen van de industrie en commerciële sector voor gebruik (of verbruik) door consumenten, de overheid en andere organisaties.
- Productketen: Zie keten.
- Productonderdeel: Een samenstellend deel van een product, bestaande uit één of meer materialen, met een duidelijke en zelfstandige deelfunctie in het product en de eindfunctie van dat product.
- Recover (R9): Verbranden of vergisten met energierugwinning van een product. Eigenlijk is terugwinnen van nutriënten door compostering ook een vorm van recovering. Bij al deze vormen van recover levert verwerking van een afgedankt product of materiaal wel iets nuttigs op, maar gaat het product of materiaal als zodanig in zijn geheel verloren.
- Recycle (R8): Terugwinnen van materialen uit afgedankte producten (secundaire materialen), en opnieuw inzetten hiervan voor het maken van producten. Bij recycling heeft het secundaire materiaal in beginsel dezelfde kwaliteit als het oorspronkelijke (nieuwe of primaire) materiaal (hoogwaardige recycling). In de praktijk is het secundaire materiaal, door vervuiling en mix van materialen in afgedankte producten, vaak van mindere kwaliteit (en geldelijke waarde) dan primair materiaal (laagwaardige recycling). Dit noemen we ook wel down-cycling. Een materiaalcascade bestaat uit een achtereenvolgende keten van producten waarin secundair materiaal van aflopende kwaliteit (en geldelijke waarde) wordt gebruikt (zie ook cascadering). De kwaliteit (en geldelijke waarde) van een secundair materiaal neemt nagenoeg nooit toe in vergelijking tot het primaire materiaal. Voorbeeld van een uitzondering hierop is bioraffinage waarmee hoogwaardige producten uit biomassa worden geproduceerd (zie ook onder bioraffinage). Deze producten hebben vaak een hogere geldelijke waarde dan de biomassa waaruit ze geproduceerd zijn. Dit noemen we ook wel up-cycling.
- Reduce (R2): Product dat efficiënter in het gebruik is (zoals wasmachines die minder energie, water of wasmiddel gebruiken), of dat op efficiëntere wijze

- gemaakt wordt (zoals een auto die door slimme vormgeving uit minder plaatmateriaal is gemaakt), zonder dat daarbij de functie van het product wordt aangetast.
- Refurbish (R5): Op zichzelf nog goed functionerend product weer bij de tijd brengen door het opknappen ervan (zoals gebouwen) of moderniseren (bijvoorbeeld de fairphone), waardoor de basisfunctie vaak groter wordt.
 - Refuse (Ro): Producten overbodig maken door van hun functie af te zien (zoals alcohol of narcotica), of die functie met een radicaal ander product te leveren (zoals spotify in plaats van cd's, of dekentjes in plaats van warmtekanonnen voor terrasverwarming).
 - Rethink (R1): Productgebruik intensiveren door bijvoorbeeld gedeeld gebruik van producten (zoals autodelen, appartementen met gedeelde voorzieningen), of door producten multifunctioneel te maken (zoals smartphones, of multifunctionele printers). Hierdoor kan hetzelfde product meer 'hoeveelheden functie' leveren.
 - Reuse (R3): Opnieuw gebruiken van een afgedankt, nog goed functionerend product in zijn oude functie (zoals vintage kleding, tweedehandsauto's, servieswerk en alle andere producten die via marktplaats, tweedehands- of antiekzaken worden verkocht). Tweedehandsproducten voor de verkoop worden ook nog wel eens opgeknapt (overlap met repair en refurbish).
 - Repair (R4): Reparatie en onderhoud van een kapot product voor gebruik in z'n oude functie (zoals bij auto's en kleding).
 - Remanufacture: (R6): Het opnieuw gebruiken van productonderdelen uit een afgedankt product voor het maken van een 'nieuw' producten met *eenzelfde* functie.
 - Repurpose (R7): Het opnieuw gebruiken van productonderdelen uit een afgedankt product voor het maken van een 'nieuw' producten met *andere* functie
 - Ruwe materialen: Gewonnen biomassa, mineralen, metalen en fossiele grondstoffen die nog verder bewerkt moeten worden om er materialen uit te produceren (zie ook grondstoffen).
 - Socio-institutioneel: Geschreven en ongeschreven regels, gewoonten en opvattingen.
 - Throughput (zoals in beleidsevaluatiekader in figuur 2.1): Zie activiteiten.
 - Transitie: Structurele verandering van de maatschappij als resultaat van op elkaar inwerkende en elkaar versterkende grootschalige technologische, economische, ecologische, sociaal-culturele en institutionele ontwikkelingen. Hierbij moet een bestaande situatie verdwijnen (veranderen), en een nieuwe situatie worden opgebouwd. Dat is vaak een lang en pijnlijk proces met verliezers en winnaars. Voorbeeld van een bekende transitie was de overgang van kolen naar aardgas en alles wat die met zich meebracht. De 'digitale revolutie' is een ander voorbeeld.
 - Transitieproces: Het proces van verandering.
 - Transitie-effecten: De resultaten van het veranderings- of transitieproces.
 - Urban mining: Het terugwinnen van materialen (en soms grondstoffen) uit de bebouwde omgeving voor recycling (zie recycle)
 - Up-cycling: Zie recycle.
 - Verbruiksgoederen: Zie gebruiksgoederen.
 - Verbruik van materialen, energie of grondstoffen: zie onder gebruik van materialen en grondstoffen.
 - Waardebehoud: Hergebruik van producten of productonderdelen, of recycling van materialen waarbij de geldelijke waarde gelijk is aan de waarde van de oorspronkelijke producten, productonderdelen of materialen.

Bijlage 2: Voorbeelden circulariteitsstrategieën per prioriteit

Deze bijlage geeft per prioriteit concrete voorbeelden voor elke circulariteitsstrategie. Veel van de voorbeelden zijn tevens consumptiegoederen. Zie onderstaande tabellen hiervoor.

Het is belangrijk om in het achterhoofd te houden dat in de circulariteitsladder wordt uitgegaan van producten, meer specifiek van productfuncties. Refuse (Ro), rethink (R1) en reduce (R2) hebben alle betrekking op het slimmer voorzien in de (hoofd)functie van een product door dat product slimmer te gebruiken of te maken. Hierdoor is minder product per eenheid geleverde productfunctie nodig. Producten en hun onderdelen kunnen ook langer worden gebruikt. Hierbij gaat het voor producten om hun hergebruik (Reuse; R3), reparatie (Repair; R4) en modernisering (Refurish; R5). Productonderdelen kunnen opnieuw worden gebruikt voor het maken van een soortgelijk product (Remanufacture; R6), of voor het maken van een heel ander product (Repurpose; R7). Als producten of hun onderdelen worden afgedankt, omdat ze niet langer kunnen worden ingezet, kunnen de materialen erin worden teruggewonnen als secundaire materialen (Recycle; R8). Bij deze recycling blijft de kwaliteit van het secundaire materiaal bij voorkeur gelijk aan de kwaliteit van het oorspronkelijke, primaire materiaal. Zo kan het secundaire materiaal weer worden ingezet voor het maken van soortgelijke producten. In de praktijk neemt de kwaliteit van het secundaire materiaal nog vaak af door vervuiling en vermenging met andere materialen in de afgedankte producten (down-cycling). Van hoge naar lage circulariteitsstrategieën verschuift de aandacht dus van de functie van producten (Ro-R2), naar producten en hun onderdelen (R3-R7), naar materialen en energie (R8-R9).

Het gebruik van (nieuwe = primaire) materialen wordt als vuistregel minder van lagere naar hogere circulariteitsstrategieën (van R8 naar Ro). Minder primair materiaalgebruik betekent minder winning van grondstoffen voor, en minder productie van primaire materialen.

Vermeden grondstofwinning en (primaire) materiaalproductie betekent ook dat de milieudruk hierdoor wordt vermeden. Hieronder worden per prioriteit, voor een specifieke productgroep binnen elke prioriteit, voorbeelden gegeven van de circulariteitsstrategieën in de praktijk.

In die voorbeelden is geen rekening gehouden met de vraag of ongewenste of onvoorziene afwentelingen in de eigen of een andere productketen de ogenschijnlijke vermindering van het grondstoffengebruik en milieudruk tenietdoen. Vaak is op basis van logisch redeneren en met behulp van een snelle scan van de relevante informatie op internet al mogelijk om af te wegen of dergelijke afwentelingen voor een circulariteitsinitiatief niet of waarschijnlijk niet tot vermindering van grondstoffengebruik en milieudruk leidt, dan wel verdere evaluatie nodig is van de invloed van deze afwentelingen op grondstoffengebruik en milieudruk. Ganzevles et al. (2016) geven een korte beschrijving van het redeneerschema, en werken het voor vijf circulariteitsinitiatieven uit (inclusief snelle scan van internetinformatie).

Biomassa en voedsel – voedsel voor mensen	
Circulariteits-strategieën	Voorbeelden
R0 Refuse	- Minder eten door vermijden van snoepen en snaaien - Minder eten van bepaalde typen voedsel (zoals vlees, dat vervangen kan worden door eiwitrijke plantaardige producten (zoals peulvruchten of noten))
R1 Rethink	- Meer onderdelen van voedselgewassen gebruiken voor voedselbereiding (zoals ook het loof van penen of radijsjes) - Kwalitatief mindere voedsel ingrediënten anders gebruiken (zoals smoothies van overrijp fruit, soep van kromkommers, bier van aardappels met een vlekje) - Oud brood anders gebruiken (zoals voor tosti's, croutons, wentelteeftjes) - Overtollig voedsel of voedsel tegen houdbaarheidsdatum conserveren (zoals inmaken groente en fruit, of pekelen vis en vlees)
R2 Reduce	- Efficiënter bereid voedsel nuttigen (zoals 'industriële' voedsel als groenten uit blik en soepzakken) - 'Efficiënter' eten door te kiezen voor voedsel met hogere verzadigingswaarde
R3 Reuse	- Overgebleven klikjes van bereid voedsel als zodanig later nuttigen (hoogstens opwarmen, opbakken of roosteren) - Overgebleven voedsel ingrediënten of snijresten alsnog gebruiken in gerechten (zoals gevulde soep, mengsalade, roerbakgerecht of gevulde omelet) - Overgebleven verpakt en nog goed restvoedsel naar voedselbank
R4 Repair	N.v.t.
R5 Refurbish	- Verschrompelde groente in waterbadje laten opknappen
R6 Remanufacture	N.v.t.
R7 Repurpose	- Voedselresten gebruiken als veevoeder - Gewasresten gebruiken als veevoeder
R8 Recycle	- Bioraffinage van voedsel- en gewasresten (zoals voor farmaceutica, kleurstoffen en andere fijnchemicaliën) - Gewasresten gebruiken voor productie van materialen (zoals bioplastics, bioharsen, biocomposiet)
R9 Recover	- Vergisten voedsel- en gewasresten voor biogas, en nutriënten in substraat - Composteren van voedsel- en gewasresten voor nutriënten in substraat - Verbranden met energierecuperatie van voedsel- en gewasresten

Bouw	
Circulariteits-strategieën	Voorbeeld
R0 Refuse	- Tiny house' (volledig uitgeruste woning, niet groter dan 28 vierkante meter, voor permanente bewoning) - Afzien van tweede huizen
R1 Rethink	- Microwoning: klein appartement met gemeenschappelijke voorzieningen (zoals wasruimte, bibliotheek, internet, tuin, deelauto) - Gedeeld gebruik van gebouwen (zoals wonen & werken, dag- & avondschoon, dagschool & verhuur 's avonds, conferentiecentrum & bioscoop)
R2 Reduce	- Energieneutraal gebouw door betere isolatie of zonne-energie - Materialen met een langere levensduur, waardoor minder nodig is over de hele levensduur van een gebouw - Cellenbeton of holle bakstenen (minder draagvermogen, maar betere isolatie)
R3 Reuse	} Dit is voor gebouwen al gangbare praktijk
R4 Repair	
R5 Refurbish	
R6 Remanufacture	Gebruik van gebouwonderdelen in nieuwe gebouwen
R7 Repurpose	Gebruik van oud hout uit vloeren en deuren om 'vintage' meubels van te maken
R8 Recycle	Staal terugwinnen en opnieuw gebruiken Recyclen van beton tot beton
R9 Recover	Verbranden met energierecuperatie van (de)constructieafval

Kunststoffen – voedselverpakkingen (naar Potting et al. 2015)	
Circulariteits-strategieën	Voorbeeld
R0 Refuse	<ul style="list-style-type: none"> - Verbod op plastic tasjes - Verpakkingsvrije winkels - Merken van groenten door laseren in plaats van verpakken - Geen drinkverpakkingen omdat consumenten thuis zelf frisdrank maken uit concentraat (zoals appeldiksap, cola uit smaakstoffen & CO₂-capsule)
R1 Rethink	
R2 Reduce	
R3 Reuse	<ul style="list-style-type: none"> - Consument reinigt fles zelf en vult deze bij de retailer - Consument neemt zelf verpakking mee voor droge producten en groente
R4 Repair	
R5 Refurbish	
R6 Remanufacture	
R7 Repurpose	
R8 Recycle	<ul style="list-style-type: none"> - Hoogwaardiger recyclen van plastic door minder plasticsoorten te gebruiken
R9 Recover	<ul style="list-style-type: none"> - Vergisten van bioplastic voor biogas, en nutriënten in substraat - Composteren van bioplastic voor nutriënten in substraat - Verbranden met energierugwinning van fossiel en bioplastic

Maakindustrie – witgoed (wasmachines, drogers, koelkasten & vriezers; naar Potting et al. 2015)	
Circulariteits-strategieën	Voorbeeld
R0 Refuse	<ul style="list-style-type: none"> - Gewassen kleren aan de lucht drogen (geen wasdroger of minder gebruik ervan) - Kelder of kelderkast om producten koel te houden (geen of kleinere koelkast) - Droog te bewaren producten gebruiken (zoals afbakbrood; geen of kleinere vriezer)
R1 Rethink	<ul style="list-style-type: none"> - Delen van was- en droogvoorzieningen in appartementenbouw - Betalen per eenheid gebruik witgoed (prikkel voor consument tot zuiniger gebruik, voor producent om gebruikszuinigheid ervan op peil te houden; R4-R5) - Koelkast en vriezer bij huur appartementen inbegrepen (prikkel voor verhuurder om gebruikszuinigheid ervan op peil te houden; R4-R5) - Minder vaak wassen door kleren buiten te luchten (minder wasmachinegebruik)
R2 Reduce	<ul style="list-style-type: none"> - Wasmachine die water- en zeepgebruik afstemt op de hoeveelheid te wassen kleren - Wasmachine of droger die tijdens gebruik nog kan worden aangevuld
R3 Reuse	<ul style="list-style-type: none"> - Hergebruik van witgoed via eigen familie- of kennissenkring, of via commercieel tweedehandscircuit
R4 Repair	<ul style="list-style-type: none"> - Levensduurverlenging van witgoed stimuleren door servicecontract voor onderhoud en reparatie
R5 Refurbish	<ul style="list-style-type: none"> - Levensduurverlenging van witgoed stimuleren door innovaties te implementeren in bestaande producten
R6 Remanufacture	<ul style="list-style-type: none"> - Nieuw witgoed produceren uit onderdelen van afgedankt witgoed
R7 Repurpose	<ul style="list-style-type: none"> - Gebruik van onderdelen uit witgoed om nieuwe elektrische apparaten van te produceren - Gebruik van glas uit wasmachinedeur als saladeschaal
R8 Recycle	<ul style="list-style-type: none"> - Terugwinnen van materialen uit afgedankte productonderdelen (zoals staal, glas, kunststoffen)
R9 Recover	<ul style="list-style-type: none"> - Verbranden met energierugwinning van wit- en bruingoedafval

Bijlage 3: Voorbeelden van actie-indicatoren

In deze bijlage staan voorbeelden van bestaande en in het onderzoek naar voren gekomen indicatoren, per groep van acties. We onderscheiden hier vier typen indicatoren: activiteit, prestatie, kernprestatie en effect. Zie ook hoofdstuk 3.

Groep	Indicatoren (relatie met actienr.)	Type indicator
Biomassa en voedsel	<ul style="list-style-type: none"> - Hoeveelheid uitgegeven duurzaamheidscertificaten - Hoeveelheid verstookte biomassa - Hoeveelheid hergebruikt fosfaat als meststof geëxporteerd 	Prestatie Kernprestatie Kernprestatie
Kunststoffen	<ul style="list-style-type: none"> - Recycling doelstelling verpakkingsafval - Hoeveelheid plastic bij zwerfafval - Aantal deelnemende <i>brandowners</i> aan activiteiten kringloopsluiting 	Kernprestatie Kernprestatie Prestatie
Maakindustrie	<ul style="list-style-type: none"> - Het aantal succesvolle coalities met serieuze businesscases - Aantal onderzoeken uitgevoerd vanuit Topsectorenbeleid CE 	Activiteit Activiteit
Bouw	<ul style="list-style-type: none"> - % gerecycled betongranulaat - Hoeveelheid secundair materiaal ingezet ten opzichte van het bouwvolume - % gebouwen waarvoor een MPG-score is vastgelegd (inclusief score) voor nieuwbouw 	Kernprestatie Kernprestatie Prestatie
Consumptie-goederen	<ul style="list-style-type: none"> - De hoeveelheid huishoudelijk restafval per inwoner per jaar - Het aantal bedrijven dat deelneemt aan het IMVO Convenant - Halen recyclingsdoelen voor verpakkingsafval 	Kernprestatie Prestatie Kernprestatie
Stimulerende wet- en regelgeving	<ul style="list-style-type: none"> - Het aantal opgeloste knelpunten via ruimte in regels 	Prestatie
Slimme marktprikkels	<ul style="list-style-type: none"> - Hoeveelheid biomassa die voldoet aan duurzaamheidskaders - Omvang maatschappelijk verantwoord inkopen door Rijk 	Kernprestatie Prestatie
Financiering	<ul style="list-style-type: none"> - Aantal uitgevoerde acties van het programma Nederland Circulair 	Prestatie
Kennis en innovatie	<ul style="list-style-type: none"> - Aantal ingediende/aangevraagde projecten, bijv. voor KIEM - Het aantal bedrijven dat met de grondstoffentool werkt - Hoeveel van de topsectoren CE als duidelijk criterium of onderdeel heeft 	Prestatie Prestatie Activiteit
Internationale samenwerking	<ul style="list-style-type: none"> - Aantal netwerkevents van Platform Holland Circular Hotspot 	Activiteit
Samenwerking rol overheid en partners	<ul style="list-style-type: none"> - Aantal bedrijven betrokken bij Transitieagenda's 	Activiteit

Bijlage 4: Conceptueel Raamwerk Nationale Effectmonitor

Achter de effectmonitoring zit het macro-economisch kader van de Nationale Rekeningen (NR). De NR bevatten onder andere informatie over de economische transacties van Nederland. Belangrijke macro-economische cijfers zoals het bruto binnenlands product (bbp) zijn uit de NR afgeleid. Categorieën zoals consumptie (van huishoudens en overheid), investeringen en toegevoegde waarde worden gehanteerd om de diverse dimensies van de economie in kaart te brengen. Er worden rond de 130 bedrijfstakken (sectoren) en bijna 600 goederen/diensten onderscheiden.

De Materiaalmonitor (MM) is qua opzet consistent met de NR, met dit verschil dat de transacties in gewichtseenheden worden gemeten. Als er bijvoorbeeld producten worden verkocht dan wordt niet de waarde maar het gewicht van dat product geregistreerd. De fysieke relatie tussen de economie en het milieu worden ook in kaart gebracht. Dat wil zeggen dat de extractie van grondstoffen, het afval dat wordt gegenereerd, recyclingstromen, en de emissies naar bodem/water/lucht ook worden geregistreerd.

In tabel A1 staan de diverse rekeningen die ten grondslag liggen aan de effectmonitoring. Het bovenste deel is een input-outputtabel met een van de rekeningenstelsels van de NR.¹ Een input-outputtabel kan product-bij-product zijn of sector-bij-sectordimensies hanteren. Voor de wiskundige afleiding van de grondstoffenindicatoren wordt er uitgegaan van een product-bij-product input-outputtabel.

In de kolom van de input-outputtabel staan de inputs die nodig zijn in de productie. De eerste kolom gaat over de productie van landbouwproducten in Nederland. Deze sector heeft andere producten nodig (zowel Nederlandse producten als buitenlandse import) en gebruikt arbeid (waarvoor loon wordt betaald) en creëert overige toegevoegde waarde (zoals winsten en belastingen). Als vervolgens wordt gekeken naar de output (rijen) dan worden de landbouwproducten geleverd aan de andere productieprocessen (in Nederland en het buitenland) en ook aan finale bestedingscategorieën (huishoudconsumptie, overheidsconsumptie en investeringen).

In het tweede gedeelte van de tabel staan de cijfers uit de MM. In de Materiaalmonitor staan cijfers over 380 goederen, die kunnen worden gecategoriseerd naar ruwe grondstoffen, halffabricaten en eindproducten. Het is ook op te delen in andere categorieën. Zo kunnen de energiedragers of stromen van recycleert worden onderscheiden. De goederen kunnen zowel van Nederlandse als buitenlandse aanbieders komen. Het laatste gedeelte van de tabel geeft de diverse effecten aan die een rol spelen in de effectmonitoring. De cijfers voor grondstoffen, CO₂-emissies en watergebruik komen uit de MM of uit andere milieurekeningen. De werkgelegenheidscijfers komen uit de arbeidsrekeningen en de toegevoegde komt uit de input-outputtabel zelf.

Het voordeel is dus dat de effecten in een geconsolideerde consistent macro-economisch kader zijn gegoten. De diverse grondstoffenindicatoren kunnen ook uit deze tabel worden afgeleid. Doordat economie, grondstoffen, milieu en socio-economische effecten in een consistent kader staan is het mogelijk om de relatie tussen de effecten (bijvoorbeeld klimaat en grondstoffen) te kwantificeren en de relatie tussen prestaties en effecten te formaliseren in een model.

Tabel A1

Variabelen ten behoeve van de berekening van grondstoffen- en materialenindicatoren

	Producten						Finale Consumptie						Totaal
	Nederland			Rest van de Wereld			Nederland			Rest van de Wereld			
	Landbouw	Industrie	Diensten	Landbouw	Industrie	Diensten	Huishoudens	Overheid	Investeringen	Huishoudens	Overheid	Investeringen	
Producten													
	1		i	1		i							
Nederland													
Landbouw	1												
Industrie		$Z^{NL,NL}$			$Z^{NL,W}$		$h^{NL,NL}$	$g^{NL,NL}$	$v^{NL,NL}$	$h^{NL,W}$	$g^{NL,W}$	$v^{NL,W}$	q^{NL}
Diensten		i											
Rest van de Wereld													
Landbouw	1												
Industrie		$Z^{W,NL}$			$Z^{W,W}$		$h^{W,NL}$	$g^{W,NL}$	$v^{W,NL}$	$h^{W,W}$	$g^{W,W}$	$v^{W,W}$	q^W
Diensten		i											
Toegevoegde waarde													
Totaal		q_i^{NL}			q_i^R								
Producten													
Nederland													
	1												
Producten	...	$Z^{NL,NL}$			$Z^{NL,W}$		$h^{NL,NL}$	$g^{NL,NL}$	$v^{NL,NL}$	$h^{NL,W}$	$g^{NL,W}$	$v^{NL,W}$	q^{NL}
	i												
Rest van de Wereld													
	1												
Producten	...	$Z^{W,NL}$			$Z^{W,W}$		$h^{W,NL}$	$g^{W,NL}$	$v^{W,NL}$	$h^{W,W}$	$g^{W,W}$	$v^{W,W}$	q^W
	i												
Effecten													
Grondstoffen		e_{grond}^{NL}			e_{grond}^W		eh_{grond}^{NL}			eh_{grond}^W			
CO ₂ -emissies		e_{CO2}^{NL}			e_{CO2}^W		eh_{CO2}^{NL}			eh_{CO2}^W			
Watergebruik		e_{water}^{NL}			e_{water}^W		eh_{water}^{NL}			eh_{water}^W			
Landgebruik		e_{land}^{NL}			e_{land}^W		eh_{land}^{NL}			eh_{land}^W			
Werkgelegenheid		e_{werk}^{NL}			e_{werk}^W								
Toegevoegde waarde		e_{TW}^{NL}			e_{TW}^W								

Notatie en symbolen

Wat betreft de notatie:

- Voor de monetaire cijfers wordt een normaal lettertype gehanteerd.
- Niet-monetaire variabelen krijgen een vet lettertype.
- In sommige gevallen wordt er gebruik gemaakt van een ‘hybride’ matrix of vector, wat wil zeggen dat deze zowel monetaire als niet-monetaire data bevat. Voor deze variabelen wordt een asterisk (*) gebruikt.
- Indien het subscript ‘ruw’ wordt gebruikt wil dat zeggen dat alleen de ruwe grondstoffen worden meegenomen. Halffabricaten en eindproducten worden dan dus uitgesloten.
- Een dakje op een vector wijst op diagonalisering.
- We gaan uit van 2 regio’s (Nederland (NL) en de rest van de Wereld (W)) met i producten.

$Z^{NL,W}$ of $\mathbf{z}^{NL,W}$ of $\mathbf{z}_*^{NL,W}$	Leveringen producten uit Nederland ten behoeve van productie land W (matrix $i \times i$)
$h^{NL,W}$ of $\mathbf{h}^{NL,W}$ of $\mathbf{h}_*^{NL,W}$	Leveringen producten uit Nederland aan huishoudconsumptie land W (vector $i \times 1$)
$g^{NL,W}$ of $\mathbf{g}^{NL,W}$ of $\mathbf{g}_*^{NL,W}$	Leveringen producten uit Nederland aan overheidsconsumptie land W (vector $i \times 1$)
$v^{NL,W}$ of $\mathbf{v}^{NL,W}$ of $\mathbf{v}_*^{NL,W}$	Leveringen producten uit Nederland aan investeringen land W (vector $i \times 1$)
q^{NL} of \mathbf{q}^{NL} of \mathbf{q}_*^{NL}	Totale output van producten uit Nederland (vector $i \times 1$)
e_{grond}^{NL}	Extractie grondstoffen door producenten uit Nederland (vector $1 \times i$)
$e\mathbf{h}_{grond}^{NL}$	Extractie grondstoffen door huishoudens uit Nederland (scalair)
$e_{CO_2}^{NL}$	Emissie CO ₂ door producenten uit Nederland (vector $1 \times i$)
$e\mathbf{h}_{CO_2}^{NL}$	Emissie CO ₂ door huishoudens uit Nederland (scalair)
e_{water}^{NL}	Gebruik water door producenten uit Nederland (vector van $1 \times i$)
$e\mathbf{h}_{water}^{NL}$	Gebruik water door huishoudens uit Nederland (scalair)
e_{land}^{NL}	Landgebruik door producenten uit Nederland (vector van $1 \times i$)
$e\mathbf{h}_{land}^{NL}$	Landgebruik door huishoudens uit Nederland (scalair)
e_{werk}^{NL}	Werkgelegenheid door producenten uit Nederland (vector van $1 \times i$)
e_{TW}^{NL}	Toegevoegde waarde door producenten uit Nederland (vector $1 \times i$)
α	Coëfficiënt voor grondstoffenequivalenten per product (vector $1 \times i$)
$\sigma_{i \times 1}$	Sommatie vector (vector $1 \times i$)

Samengestelde matrices en vectoren

Van deze vectoren en matrices worden de kunnen de volgende samengestelde matrices worden afgeleid.

$Z = \begin{bmatrix} Z^{NL,NL} & Z^{NL,W} \\ Z^{W,NL} & Z^{W,W} \end{bmatrix}$	Intermediaire leveringen (matrix $2i \times 2i$)
$q = \begin{bmatrix} q^{NL} \\ q^W \end{bmatrix}$	Output (vector $2i \times 1$)
$e_{grond} = [e_{grond}^{NL} \quad e_{grond}^W]$	Grondstoffen input producenten (vector $1 \times 2i$)
$e_{CO_2} = [e_{CO_2}^{NL} \quad e_{CO_2}^W]$	CO ₂ -emissie door producenten (vector $1 \times 2i$)
$e_{water} = [e_{water}^{NL} \quad e_{water}^W]$	Gebruik water door producenten (vector $1 \times 2i$)
$e_{land} = [e_{land}^{NL} \quad e_{land}^W]$	Landgebruik door producenten (vector $1 \times 2i$)
$e_{werk} = [e_{werk}^{NL} \quad e_{werk}^W]$	Werkgelegenheid door producenten (vector $1 \times 2i$)
$e_{TW} = [e_{TW}^{NL} \quad e_{TW}^W]$	Toegevoegde waarde door producenten (vector $1 \times 2i$)
$y^{NL} = \begin{bmatrix} h^{NL,NL} + g^{NL,NL} + v^{NL,NL} \\ h^{W,NL} + g^{W,NL} + v^{W,NL} \end{bmatrix}$	Binnenlandse finale bestedingen Nederland (vector $2i \times 1$)
$y^{NL \cdot} = \begin{bmatrix} h^{NL,NL} + g^{NL,NL} + v^{NL,NL} + h^{NL,W} + g^{NL,W} + v^{NL,W} \\ 0 \\ \dots \\ 0 \end{bmatrix}$	Levering Nederland aan finale bestedingen (vector $2i \times 1$)
$h^{NL} = \begin{bmatrix} h^{NL,NL} \\ h^{W,NL} \end{bmatrix}$	Huishoudconsumptie Nederland (vector van $2i$ bij 1)
$m^{NL} = Z^{W,NL} \cdot \sigma_{i \times 1} + h^{W,NL} + g^{W,NL} + v^{W,NL}$	Invoer Nederland (vector van i bij 1)
$x^{NL} = Z^{NL,W} \cdot \sigma_{i \times 1} + h^{NL,W} + g^{NL,W} + v^{NL,W}$	Uitvoer Nederland (vector van i bij 1)

Berekeningen van indicatoren

$A = Z \cdot q^{-1}$	Technische coëfficiënten (matrix van $2i \times 2i$)
$L = (I - A)^{-1}$	Leontief matrix (matrix van $2i \times 2i$)
$n_{grond} = e_{grond} \cdot \hat{q}^{-1}$	Grondstoffengebruik per eenheid output (vector van $1 \times 2i$)
$n_{CO_2} = e_{CO_2} \cdot \hat{q}^{-1}$	CO ₂ -emissies per eenheid output (vector van $1 \times 2i$)
$n_{water} = e_{water} \cdot \hat{q}^{-1}$	Watergebruik per eenheid output (vector van $1 \times 2i$)
$n_{land} = e_{land} \cdot \hat{q}^{-1}$	Landgebruik per eenheid output (vector van $1 \times 2i$)
$n_{werk} = e_{werk} \cdot \hat{q}^{-1}$	Werkgelegenheid per eenheid output (vector van $1 \times 2i$)
$n_{TW} = e_{TW} \cdot \hat{q}^{-1}$	Toegevoegde waarde per eenheid output (vector van $1 \times 2i$)

Indicator	In woorden	Formule
Materialen		
Domestic Material Input (DMI)	Extractie van grondstoffen plus de invoer van producten (ruwe grondstoffen, halffabricaten en eindproducten)	$DMI = e_{grond}^{NL} \cdot \sigma_{i \times 1} + eh_{grond}^{NL} + \sigma_{1 \times i} \cdot m^{NL}$ of $DMI = DMI^{prod} + DMI^{cons}$ Waar $DMI^{prod} = e_{grond}^{NL} \cdot \sigma_{i \times 1} + \sigma_{1 \times i} \cdot Z^{W,NL} \cdot \sigma_{i \times 1}$ $DMI^{cons} = eh_{grond}^{NL} + \sigma_{1 \times i} \cdot (h^{W,NL} + g^{W,NL} + v^{W,NL})$
Domestic Material Consumption (DMC)	Gelijk aan de DMI maar minus de uitvoer van ruwe grondstoffen, halffabricaten en eindproducten	$DMC = e_{grond}^{NL} \cdot \sigma_{i \times 1} + \sigma_{1 \times i} \cdot (m^{NL} - x^{NL})$
Grondstoffen		
Domestic Material Input (DMI) van grondstoffen	Extractie van grondstoffen plus de invoer van ruwe grondstoffen	$DMI_{grond} = e_{grond}^{NL} \cdot \sigma_{i \times 1} + eh_{grond}^{NL} + \sigma_{1 \times i} \cdot m_{ruw}^{NL}$ $DMI_{grond} = DMI_{grond}^{prod} + DMI_{grond}^{cons}$ $DMI_{grond}^{prod} = e_{grond}^{NL} \cdot \sigma_{i \times 1} + \sigma_{1 \times i} \cdot Z_{ruw}^{W,NL} \cdot \sigma_{i \times 1}$ $DMI_{grond}^{cons} = eh_{grond}^{NL} + \sigma_{1 \times i} \cdot (h_{ruw}^{W,NL} + g_{ruw}^{W,NL} + v_{ruw}^{W,NL})$
Raw Material Input (RMI)	Gelijk aan de DMI alleen wordt de invoer van producten/half-fabricaten omgerekend naar grondstoffenequivalenten in de keten.	$RMI = e_{grond}^{NL} \cdot \sigma_{i \times 1} + eh_{grond}^{NL} + \alpha_* \cdot m_*^{NL}$ of $RMI = RMI^{prod} + RMI^{cons}$ Waar $RMI^{prod} = e_{grond}^{NL} \cdot \sigma_{i \times 1} + \sigma_{1 \times i} \cdot (\hat{\alpha}_* \cdot Z_*^{W,NL}) \cdot \sigma_{i \times 1}$ $RMI^{cons} = eh_{grond}^{NL} + \sigma_{1 \times i} \cdot (\hat{\alpha}_* \cdot (h^{W,NL} + g^{W,NL} + v^{W,NL}))$
Raw Material Consumption (RMC)	Gelijk aan de DMC, alleen wordt de invoer en uitvoer van producten/half-fabricaten omgerekend naar grondstoffenequivalenten in de keten.	$RMC = e_{grond}^{NL} + \alpha_* \cdot m_*^{NL} - \alpha_* \cdot x_*^{NL}$
Consumptievoetafdruk	Alle grondstoffen in de productieketen worden toebedeeld aan de binnenlands finale bestedingen.	$FOOT_{grond}^{cons} = n_{grond} \cdot L \cdot y^{NL}$
Consumentenvoetafdruk	Alle grondstoffen in de productieketen worden toebedeeld aan de huishoudens.	$FOOT_{grond}^{consument} = n_{grond} \cdot L \cdot h^{NL}$
Productievoetafdruk	De grondstoffen in de productieketen worden toebedeeld aan de producerende bedrijfstakken. Er zijn drie formules die kunnen worden gehanteerd. ²	$FOOT_{grond}^{prod1} = n_{grond} \cdot L \cdot y^{NL}$ $FOOT_{grond}^{prod2} = n_{grond} \cdot L \cdot (y^{NL} + Z^{NL,W} \cdot \sigma_{i \times 1})$ $FOOT_{grond}^{prod3} = n_{grond} \cdot L \cdot (y^{NL} + Z^{NL,W} \cdot \sigma_{i \times 1} + Z^{NL,NL} \cdot \sigma_{i \times 1})$

Relatie factoren/prestaties en effecten (decompositie)

De formules in bovenstaande tabel verbinden de effecten (links van het '='-teken) aan autonome factoren en CE-prestaties (rechterzijde van de vergelijking). Neembijvoorbeeldevolgendeformulevoordeconsumptievoetafdruk.

$$FOOT_{grond}^{cons} = n_{grond} \cdot L \cdot y^{NL}$$

In deze formule zijn drie variabelen de verklarende factoren voor de effecten. De eerste factor (n_{grond}) zegt iets over de intensiteit waarmee grondstoffen worden gebruikt (zowel in Nederland als in het buitenland). De tweede factor (L) is een weergave van de intermediaire leveringen. Veel prestaties uit de circulariteitsladder (recycling, manufacturing) zijn onderdeel van deze matrix. De laatste factor (y^{NL}) kan worden opgesplitst in consumptie van huishoudens en overheid en de investeringen. Voor al deze variabelen wordt er een onderscheid gemaakt tussen een binnen- en buitenland-deel zodat zaken zoals globalisering kunnen worden geanalyseerd.

De ontwikkeling van deze variabelen kan worden ontbonden in een decompositieanalyse of kan worden gebuikt als basis voor een model zoals de ex ante studie van TNO.

Noot

- 1 Het betreft hier een multiregionale input-outputtabel waar de relaties tussen de verschillende sectoren uit de verschillende landen worden onderscheiden. Deze verschillen van de input-outputtabellen die door het CBS worden gepubliceerd waarin alleen de invoer en de uitvoer zijn opgenomen, zonder de herkomst en bestemming.
- 2 De eerste formule voor de productievoetafdruk is gelijk aan de wereldwijde consumptievoetafdruk. Alle grondstoffen worden slechts een keer toebedeeld. De formule neemt alleen de wereldwijde finale bestedingen als uitgangspunt. Als een Nederlands bedrijf dus exporteert naar een buitenlands bedrijf (intermediaire levering) dan wordt dat niet meegenomen. In de tweede formule wordt alle uitvoer meegenomen. Daardoor is het nog wel optelbaar op nationale schaal maar als ieder land deze formule individueel toepast, telt het niet meer op tot het werelddtotaal. De laatste formule gaat gewoon uit van de totale output van bedrijfstakken. Echter deze is niet meer optelbaar op nationaal niveau als het per sector wordt uitgerekend. Aangezien de ketens overlappen worden grondstoffen meermalen toebedeeld. De indicator zegt echter wel iets over de *span of control* van de keten en sluit het beste aan bij hoe bedrijven hun keten zelf definiëren. Vanwege de nationale optelbaarheid wordt formule 2 gebuikt in dit rapport. In de toekomst zou verder onderzoek nodig zijn naar de conceptuele en empirische aspecten van deze verschillende methoden.

Bijlage 5: Afbakening prioriteiten

Voor de vijf prioriteiten zijn de volgende sectorale afbakeningen gebruikt:

- Onder de prioriteit ‘biomassa en voedsel’ zijn de volgende bedrijfstakken meegenomen: landbouw, voedings- en genotsmiddelenindustrie en de bedrijfstakken die zich bezighouden met de productie van textiel, hout en papier.
- Voor ‘kunststoffen’ zijn de bedrijfstakken rubber- en kunststoffenindustrie en de basischemie genomen.
- Onder de ‘maakindustrie’ vallen de volgende bedrijfstakken: basismetaleenindustrie, metaalproductenindustrie, elektrotechnische industrie, elektrische apparatenindustrie, machine-industrie, transportmiddelenindustrie, meubels en overige goederen en reparatie.
- Voor de prioriteit ‘bouw’ wordt gekeken naar de volgende bedrijfstakken: bouwmaterialenindustrie, bouwnijverheid, sloop van gebouwen en diensten rondom de bouw zoals makelaars en architecten.
- Bij de prioriteit ‘consumentengoederen’ wordt alleen naar de consument gekeken en niet naar economische activiteiten die consumentengoederen produceren. Dit om dubbelstellingen met andere prioriteiten te voorkomen.

Deze sectorale afbakening heeft echter enkele beperkingen:

- De kunststofprioriteit wordt overschat omdat de basischemie hier in zijn geheel is meegenomen. Het zou beter zijn om deze in de toekomst op te splitsen in een ‘basischemie-kunststoffen’ en een ‘basischemie-overig’.
- Het transitieteam maakindustrie rekent ook een klein deel van de kunststofsector tot de maakindustrie. Deze sector is tamelijk beperkt in omvang en was niet als onderdeel van dit project op te splitsen.
- Voor de bouwsector zijn de klassieke bouw, de bouwmaterialen en enkele diensten gerelateerd aan de bouw (onder andere architecten) meegenomen. Echter het transitieteam heeft aangegeven dat zij delen van de SBI (hout), SBI (basismetaleen) en SBI (metaalproducten) ook rekenen tot de bouw (namelijk als leveranciers van bouwmaterialen). Deze sectoren zijn momenteel, in hun geheel, toebedeeld aan de maakindustrie. De opdeling van deze SBI’s (om het aandeel bouwmaterialen te schatten) vielen niet binnen de scope van dit huidige project.
- Bij de prioriteit ‘consumentenartikelen’ wordt alleen naar de directe input/emissies van de consument gekeken en niet naar economische activiteiten die deze producten hebben geproduceerd. Bij diverse transitieteams kijkt men ook naar het product- of materialenperspectief in plaats van naar indicatoren op basis van het sectorperspectief.

Bijlage 6: Resultaten per prioriteit

Deze bijlage bevat de dashboards met indicatoren voor de vijf transitieteams. Deze indicatoren zijn afgeleid van de nationale set aan indicatoren aangevuld met enkele specifieke indicatoren. De resultaten in deze bijlage moeten worden gezien als een startpunt in het groeimodel. Na de publicatie van de transitieagenda's zullen onderstaande indicatorensets verder moeten worden uitgebreid. De meeste data zijn op basis van sectoraal perspectief geproduceerd (zie paragraaf 5.1.3). In de toekomst is het van belang om ook het product- en materialenperspectief uit te werken voor prioriteiten waar dat relevant is.

Resultaten Biomassa en Voeding

Domein	Indicator	Eenheid	2010	2014	Trend	Aandeel binnen prioriteit (verslagjaar 2014)					
						Akkerbouw en tuinbouw	Veeteelt	Overige landbouw	Voedingsmiddelen	Textiel, hout en papier	
Effecten											
Milieu & Natuur	Grondstoffen	Grondstofinzet direct	mld kilo	67	70	3%	5%	26%	3%	64%	2%
		Direct landgebruik	% cultuurgrond	56%	55%	-2%					
		Directe wateronttrekking	mIn M ³	204	159	-22%	18%	30%	4%	26%	22%
		CO ₂ emissies direct	mld kilo	17	15	-15%	55%	4%	6%	26%	9%
		CO ₂ voetafdruk (door Nederlandse productie)	mld kilo	37	34	-8%					
Autonome factoren		Werkgelegenheid	1000 vte	325	313	-4%	23%	19%	9%	35%	14%
		Economie Nederland	mld euro, prijsniveau 2010	26	27	5%	25%	8%	8%	47%	12%
Prestaties											
Grondstoffen		Materiaalinzet direct	mld kilo	148	157	6%	19%	24%	5%	47%	6%
		Reduce (R2): Materiaal productiviteit	euro TW/kilo materiaalinzet	0,29	0,28	0%					
		Opbrengst gewassen landbouwgrond	1000 kilo/ha	23,9	26,2	9%					
		Landbouw fosfor aanvoer	% van natuurlijk kringloop	84%	91%	9%					
		Afvalproductie	mld kilo	13	13	0%	12%	12%	11%	60%	5%
		Voedselverspilling	kilo per inwoner	130	133	2%					
		Reduce (R2): Afvalproductie per kilo geproduceerd product	kilo afval / kilo product	0,12	0,12	-5%					
		Recycling (R8): Cyclical material use rate*	secundaire inzet als % van totaal	19%	18%	-5%					
		Consumptie biologische voedingsmiddelen	% van voedselbesteding	2%	3%	57%					

* Enkel de secundaire inzet van biomassa voor landbouw en de voedingsmiddelenindustrie.

Resultaten kunststoffen

Domein	Indicator	Eenheid	2010	2014	Trend	Aandeel binnen prioriteit (verslagjaar 2014)	
						Rubber en kunststoffen	Basis chemie
Effecten							
Grondstoffen	Grondstoffengebruik direct	mld kilo	1,2	1,0	-17%	14%	86%
Milieu & Natuur	Directe waterontrekking	mIn M ³	34	25	-25%	3%	97%
	CO ₂ emissies direct	mld kilo	7,5	5,7	-25%	4%	96%
	CO ₂ voetafdruk (door Nederlandse productie)	mld kilo	37	36	-4%		
Autonome factoren	Werkgelegenheid Nederland	1000 vte	40	39	-3%	72%	28%
	Economie Nederland	mld euro, prijsniveau 2010	4,7	4,6	-2%	58%	42%
Prestaties							
Grondstoffen	Materiaalgebruik direct	mld kilo	15	14	-7%	23%	77%
	Reduce (R2): Materiaal productiviteit	euro TW/kilo materiaalgebruik	0,33	0,34	3%		
	Afvalproductie*	mld kilo	0,4	0,3	-31%	43%	57%
	Kunststof afval**	mld kilo	0,9	1,0	15%		
	Reduce (R2): Afvalproductie per kilo geproduceerd product*	kilo afval / kilo product	0,03	0,02	-27%		
	Recycling (R8): Cyclical material use rate***	secundaire inzet als % van totaal	.	.	.		
	Productie Kunststoffen****	mld kilo	9,7	10,0	15%		

* Totale afvalproductie door de kunststof- en rubberindustrie en de basischemie.

** Kunststofafval door alle economische bedrijvigheid.

*** Is nog niet af te leiden uit brondata.

**** Totale aanbod van zowel eindproducten als ruwe kunststoffen (excl. invoer en voorraden)

Resultaten Bouw

Domein	Indicator	Eenheid	2010	2014	Trend	Aandeel binnen prioriteit (verslagjaar 2014)					
						Bouwmateriële industrie	Utiliteitsbouw	GW	Installatie	Sloop	Diensten rondom bouw
Effecten											
Grondstoffen	Grondstofinzet direct	mld kilo	61	54	-12%	35%	21%	29%	6%	8%	0%
Milieu & Natuur	Directe wateronttrekking	mIn M ³	48	34	-29%	10%	52%	15%	1%	1%	21%
	CO ₂ emissies direct	mld kilo	7	7	-9%	25%	7%	17%	22%	22%	7%
	CO ₂ voetafdruk (door Nederlandse productie)	mld kilo	24	19	-19%						
Socio-economisch	Werkgelegenheid (CE deel)	% van werkgelegenheid bouw	3,3%	4,5%	35%						
	Economische groei (CE deel)	% van economie bouw	1,9%	2,5%	32%						
Autonome factoren	Werkgelegenheid Nederland	1000 vte	698	631	-10%	3%	25%	9%	35%	2%	26%
	Economie Nederland	mld euro, prijsniveau 2010	72	73	2%	2%	13%	6%	18%	1%	60%
Prestaties											
Grondstoffen	Materiaalinzet direct	mld kilo	122	115	-5%	22%	23%	33%	10%	11%	1%
	Reduce (R2): Materiaal productiviteit	euro TW/kilo materiaalgebruik	0,79	0,92	17%						
	Afvalproductie	mld kilo	25	24	-5%	3%	2%	85%	3%	7%	0%
	Reduce (R2): Afvalproductie per kilo geproduceerd product*	kilo afval / kilo product	0,03	0,03	-3%						
	Recycling (R8): Cyclical material use rate**	secundaire inzet als % van totaal	30%	33%	10%						

* Enkel de bouwmateriële industrie.

** Secundaire inzet van mineralen in alle bedrijfstakken van de bouw.

Resultaten Maakindustrie

						Aandeel binnen prioriteit (verslagjaar 2014)							
Domein	Indicator	Eenheid	2010	2014	Trend	Basismetaal	Metaalproducten	Electro	Electrisch apparaat	Machine	Transportmiddelen	Meubels en overige goederen	Reparatie/Onderhoud/Installatie
Effecten													
Grondstoffen	Grondstofinzet direct	mld kilo	14	12	-14%	95%	1%	0%	1%	1%	0%	1%	0%
Milieu & Natuur	Directe wateronttrekking	mIn M ³	22	8	-66%	62%	10%	11%	0%	5%	8%	3%	0%
	CO ₂ emissies direct	mld kilo	9	8	-12%	78%	6%	0%	2%	3%	2%	7%	1%
	CO ₂ voetafdruk (door Nederlandse productie)	mld kilo	31	30	-5%								
Socio-economisch	Werkgelegenheid (CE deel)	% van werkgelegenheid maakindustrie	0,8%	1,0%	26%								
	Economische groei (CE deel)	% van economie maakindustrie	0,8%	1,2%	51%								
Autonome factoren	Werkgelegenheid Nederland	1000 vte	428	417	-3%	5%	19%	6%	5%	18%	8%	30%	10%
	Economie Nederland	mld euro, prijsniveau 2010	34	36	5%	5%	17%	17%	5%	24%	10%	14%	8%
Prestaties													
Grondstoffen	Materiaalinzet direct	mld kilo	36	34	-5%	52%	14%	2%	4%	13%	9%	4%	2%
	Reduce (R2): Materiaal productiviteit	euro TW/kilo materiaalgebruik	1,0	1,2	13%								
	Afvalproductie	mld kilo	2,8	2,7	-4%	64%	15%	1%	2%	6%	4%	8%	2%
	Reduce (R2): Afvalproductie per kilo geproduceerd product	kilo afval / kilo product	0,11	0,10	-4%								
	Recycling (R8): Cyclical material use rate*	secundaire inzet als % van totaal	20%	29%	44%								

* Enkel de secundaire inzet van metalen in de basismetaalindustrie.

Resultaten Consumptiegoederen

Domein	Indicator	Eenheid	2010	2014	Trend
Effecten					
Grondstoffen	Grondstofgebruik direct	mld kilo	12	10	-20%
	Waterontrekking**	mIn M3	-	-	-
Milieu & Natuur	CO ₂ emissies direct	mld kilo	44	35	-19%
	CO ₂ footprint (door Nederlandse consumptie)	mld kilo	145	122	-16%
Prestaties					
	Materiaalgebruik direct	mld kilo	33	30	-9%
	Afvalproductie	mld kilo	9,0	8,1	-10%
	Restafval huishoudens	% van totaal afval huishoudens	50%	48%	-5%
	Reduce (R2): Afval per eenheid materiaalgebruik*	kilo/kilo	0,51	0,46	-10%
	Re-use (R3): Deelautos	x1000	1,9	11,2	501%
	Re-use (R3): TW van tweedehands winkels	% van detailhandel	0,34%	0,43%	28%
	Repair (R4): Uitgave huishoudens aan reparatie	mld euro	4,8	4,7	-2%
	Recycling (R8): Waarde grondstoffen WEEE afval	mIn euro	.	57	.
	Totale consumptie	mld kilo	33,2	30,1	-9%
	Consumptie: Voedings- en genotmiddelen	mld kilo	13,1	13,4	3%
	Consumptie: Fossiele energiedragers	mld kilo	9,4	6,9	-26%
Grondstoffen	Consumptie: Textiel en kleding	mld kilo	0,5	0,5	1%
	Consumptie: Hout(waren), papier(waren) en drukwerk	mld kilo	0,6	0,5	-7%
	Consumptie: Cokes en aardolieproducten	mld kilo	6,2	5,6	-10%
	Consumptie: Chemische en farmaceutische producten	mld kilo	0,6	0,7	9%
	Consumptie: Rubber en kunststof producten	mld kilo	0,2	0,2	0%
	Consumptie: Bouwmaterialen	mld kilo	0,6	0,4	-25%
	Consumptie: Machines en apparaten	mld kilo	0,3	0,4	2%
	Consumptie: Vervoermiddelen	mld kilo	0,4	0,3	-15%
	Consumptie: Meubelen en overige producten	mld kilo	1,0	0,9	-12%
	Consumptie: Overig	mld kilo	0,3	0,3	-5%

* Materiaalgebruik is excl. fossiele brandstoffen

** Huishoudens onttrekken geen water maar gebruiken in principe enkel leidingwater

Noten

- 1 De eerste formule voor de productievoetafdruk is gelijk aan de wereldwijde consumptievoetafdruk. Alle grondstoffen worden slechts een keer toebedeeld. De formule neemt alleen de wereldwijde finale bestedingen als uitgangspunt. Als een Nederlands bedrijf dus exporteert naar een buitenlands bedrijf (intermediaire levering) dan wordt dat niet meegenomen. In de tweede formule wordt alle uitvoer meegenomen. Daardoor is het nog wel optelbaar op nationale schaal maar als ieder land deze formule individueel toepast, telt het niet meer op tot het wereldtotaal. De laatste formule gaat gewoon uit van de totale output van bedrijfstakken. Echter deze is niet meer optelbaar op nationaal niveau als het per sector wordt uitgerekend. Aangezien de ketens overlappen worden dan grondstoffen meermalen toebedeeld. De indicator zegt echter wel iets over de span of control van de keten en sluit het beste aan bij hoe bedrijven hun keten zelf definiëren. Vanwege de nationale optelbaarheid wordt formule 2 gebruikt in dit rapport. In de toekomst zou verder onderzoek nodig zijn naar de conceptuele en empirische aspecten van deze verschillende *methoden*.



Planbureau voor de Leefomgeving



Rijksinstituut voor Volksgezondheid
en Milieu
*Ministerie van Volksgezondheid,
Welzijn en Sport*



Planbureau voor de Leefomgeving

Postadres
Postbus 30314
2500 GH Den Haag

www.pbl.nl
[@leefomgeving](https://twitter.com/leefomgeving)

Januari 2018