Planbureau voor de Leefomgeving

MOGELIJKE DOELEN VOOR EEN CIRCULAIRE ECONOMIE

Policy Brief

Aldert Hanemaaijer, Maikel Kishna, Julia Koch, Anne Gerdien Prins en Harry Wilting

1.7.2021

PBL

Planbureau voor de Leefomgeving

Colofon

Mogelijke doelen voor een circulaire economie
© PBL Planbureau voor de Leefomgeving
Den Haag, 2021
PBL-publicatienummer: 4610

Contact
circulaire_economie@pbl.nl

Auteurs
Aldert Hanemaaijer, Maikel Kishna, Julia Koch, Anne Gerdien Prins en Harry Wilting

Met bijdragen van

Roel Delahaye en Niels Schoenaker (CBS), Ester van der Voet en Lauran van Oers (CML), Natascha Spanbroek (RIVM), Guus van den Berghe (RWS), Ton Bastein en Elmer Rietveld (TNO)

Supervisie
Frank Dietz

Secretaris
Marjon Kooke

Met dank aan
Iedereen die mondeling en schriftelijk commentaar heeft geleverd op de conceptversies van de policy brief. Dit betreft onze PBL-collega's Jeannette Beck, Evert-Jan Brouwer, Pieter Boot, André van Lammeren, Hans Mommaas, Femke Verwest, Rob Weterings en Henk Westhoek.

Daarnaast hebben we dankbaar gebruik gemaakt van de inzichten van 1) de leden van de SER-reflectiegroep circulaire economie, bestaande uit Mariëtte Hamer, Ed Nijpels, Alexander van der Vooren en Ton van der Wijst (SER), Hans Stegeman (Triodos), Ellen van Bueren (TU Delft), Jacqueline Cramer en Marko Hekkert (UU), Henri de Groot (VU) en Katrien Termeer (WUR) en 2) betrokkenen vanuit maatschappelijke organisaties en beleid, te weten Matthéus van de Pol (EZK), Antoine Heideveld (Het Groene Brein), Esther de Kleuver, Lani Kok, Linda Korpershoek en Marieke Spijkerboer (IenW), Jelmer Vierstra (Natuur en Milieu) en Harald Tepper (Philips). De mondelinge en schriftelijke reacties die we van hun hebben mogen ontvangen op eerdere concepten, hebben de kwaliteit van deze policy brief aanzienlijk verbeterd en geborgd.

Redactie figuren
Beeldredactie PBL

Tekstredactie en productie
Uitgeverij PBL

Delen uit deze publicatie mogen worden overgenomen op voorwaarde van bronvermelding: Hanemaaijer, A. et al. (2021), *Mogelijke doelen voor een circulaire economie,* Den Haag: PBL.

PBL

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

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



Monitoring en Sturing Circulaire Economie

Inhoud

1 Inleiding 11

2 Het specifieke karakter van een circulaire economie 14

3 Relevante grondstof- en materiaalstromen en productgroepen 18

4 Op weg naar een richtinggevend kader 29

Literatuur 40

Bijlage: methoden en data voor hoofdstuk 3 42

SAMENVATTING

Op verzoek van het ministerie van Infrastructuur en Waterstaat formuleert het Planbureau voor de Leefomgeving (PBL) in deze policy brief bouwstenen voor doelstellingen voor een circulaire economie. We doen dat in samenwerking met het Centraal Bureau voor de Statistiek (CBS), het Centrum voor Milieuwetenschappen Leiden (CML), TNO, het Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM) en Rijkswaterstaat (RWS). De policy brief is bedoeld om het proces te ondersteunen dat het ministerie in overleg met betrokken partijen doorloopt om de algemene doelen van een circulaire economie voor 2030 en 2050 nader in te vullen. Veranderingen in het grondstoffengebruik kunnen substantieel bijdragen aan de oplossing van verschillende grote maatschappelijke vraagstukken zoals het tegengaan klimaatverandering, biodiversiteitsverlies, vervuiling van lucht, water en bodem, en leveringsrisico's van grondstoffen. We analyseren welke grondstofstromen en productgroepen daarbij het meest relevant zijn. Daarbij bouwen we voort op de publicatie *Doelstelling circulaire economie 2030. Operationalisering, concretisering en reflectie (*Kishna et al. 2019). We schetsen vervolgstappen om te komen tot een richtinggevend kader voor de keuze van concrete doelen voor een circulaire economie.

Een circulaire economie gaat om het zo efficiënt mogelijk inzetten van grondstoffen

Veel natuur- en milieuproblemen zijn te herleiden tot een verspillende omgang met grondstoffen. Die leidt tot uitstoot van verontreinigende stoffen naar lucht, water en bodem, met ongewenste gevolgen, zoals klimaatverandering, biodiversiteitsverlies en plasticsoep in oceanen. Door het mondiaal toenemende grondstoffengebruik en de onderlinge afhankelijkheden in productieketens nemen bovendien de leveringsrisico's van grondstoffen toe.

Een circulaire economie is gericht op het radicaal efficiënter omgaan met de beschikbare grondstoffen. Dat kan in beginsel op vier manieren:

1. minder grondstoffen gebruiken (*narrow the loop),* door van producten af te zien, producten te delen of ze efficiënter te fabriceren;
2. het langer en intensiever gebruiken van producten en onderdelen (*slow the loop),* door hergebruik en reparatie; dit vertraagt de vraag naar nieuwe grondstoffen;
3. het sluiten van de kringloop door recycling van materialen *(close the loop)*, zodat er minder afval wordt verbrand of gestort én minder nieuwe grondstoffen nodig zijn;
4. *substitutie* van eindige grondstoffen door hernieuwbare grondstoffen (zoals biogrondstoffen) of alternatieve primaire grondstoffen met minder milieudruk.

Deze vier categorieën van handelingsopties kenmerken de circulaire economie en zijn in feite een vereenvoudigde weergave van de uitgebreidere schema's met zogeheten R-strategieën, zoals die onder andere in eerdere PBL-publicaties zijn te vinden (Hanemaaijer et al. 2021; Potting et al. 2018). Door gebruik te maken van deze strategieën voor grondstoffengebruik kan een circulaire economie bijvoorbeeld bijdragen aan het tegengaan van klimaatverandering en milieuvervuiling, en het verminderen van biodiversiteitsverlies en de leveringsrisico's van grondstoffen.

Een circulaire economie vraagt om doelen gericht op zowel circulariteit als effecten

Anders dan voor de klimaatopgave – met de reductie van de emissies van broeikasgassen als hoofddoel – is er voor de sturing naar een meer circulaire economie niet één overkoepelend of generiek doel te selecteren (Kishna et al. 2019). Het bevorderen van een circulaire economie vergt niet één doel, maar een set van doelen die is gericht op de input, het gebruik en het verlies van grondstoffen, alsook op de effecten van het grondstoffengebruik. Daarbij is

het zinvol om onderscheid te maken tussen doelen die zijn gericht op het efficiënter omgaan met grondstoffen als zodanig (circulariteitsdoelen) en doelen die zijn gericht op de milieu- en sociaaleconomische effecten van grondstoffengebruik (effectdoelen). Circulariteit gaat immers in eerste instantie om het tegengaan van verspilling van grondstoffen en het bevorderen van efficiënt grondstoffengebruik. Vervolgens is zicht nodig op de bijdrage van meer circulair produceren en consumeren aan de nagestreefde effecten. Met andere woorden: op welke manieren draagt minder en efficiënter grondstoffengebruik bij aan de oplossing van grote maatschappelijke vraagstukken?

Doelen die de circulariteit van grondstoffen bevorderen

Circulariteitsdoelen kunnen worden gesteld voor de input, het gebruik en het verlies van grondstoffen. Door onder andere producten en onderdelen beter reparabel te ontwerpen, producten vaker te delen, opnieuw te gebruiken en vervolgens hoogwaardig te recyclen, wordt het grondstoffengebruik efficiënter en zijn er in beginsel minder nieuwe grondstoffen nodig. Circulariteitsdoelen geven richting aan de mate waarin gebruik wordt gemaakt van de verschillende R-strategieën.

Bij de formulering van circulariteitsdoelen kan worden voortgebouwd op reeds bestaande doelen in het beleid van de Rijksoverheid. Zo is er al een richtinggevend doel om de hoeveelheid primaire abiotische grondstoffen (mineralen, metalen en fossiele grondstoffen) in 2030 te halveren, zijn er diverse doelen voor recycling en is het doel om de uitstroom van grondstoffen uit het systeem (het verbranden en storten van afval) tussen 2013 en 2023 te halveren. Voor hergebruik van producten en andere strategieën gericht op levensduurverlenging van producten en onderdelen bestaan nog geen doelen, net zomin als voor het gebruik van biogrondstoffen.

De hiervoor genoemde doelen gaan vooral over het beperken van de hoeveelheden gebruikte grondstoffen. De waarde van grondstoffen (of het *waardebehoud*) is echter ook relevant. Zo is de economische waarde van een tweedehandslaptop factoren hoger dan die van de losse onderdelen ervan, en zijn de losse onderdelen weer aanzienlijk meer waard dan de secundaire (dat wil zeggen teruggewonnen) grondstoffen die uit het recyclingproces komen. Concrete doelen die waardebehoud operationaliseren, lijken vooral op product(groep)niveau zinvol toepasbaar.

We komen voor circulariteit dan tot de volgende mogelijke aangrijpingspunten voor doelen:

1. de input van grondstoffen;
2. het gebruik van grondstoffen;
3. het verlies van grondstoffen;
4. de waarde van grondstoffen en producten.

Vanwege de focus van de huidige beleidsdoelen op de omvang van de grondstofstromen, blijven de milieueffecten van het grondstoffengebruik vaak buiten beeld. Denk aan de emissies naar lucht, water en bodem bij de productie en het gebruik van bijvoorbeeld staal, kunststoffen en kunstmest. Datzelfde geldt voor sociaaleconomische effecten, zoals leveringsrisico's van grondstoffen. Daarom is het zinvol om voor de keuze van de doelenset voor circulaire-economiebeleid ook naar de effecten van het gebruik van grondstoffen, materialen en producten te kijken.

Relevantie grondstoffen en productgroepen verschilt

Het antwoord op de vraag wat relevante grondstoffen en productgroepen zijn, is afhankelijk van het gekozen perspectief. Als de hoeveelheid gebruikte grondstoffen het uitgangspunt is, dan zijn andere grondstofstromen en productgroepen relevanter dan wanneer bijvoorbeeld wordt gekeken naar de milieueffecten die samenhangen met het gebruik:

- In termen van hoeveelheden zijn fossiele grondstoffen en zand en grind de omvangrijkste stromen grondstoffen en materialen in de Nederlandse economie. Zand en grind worden in grote hoeveelheden gebruikt, maar de milieu-impacts

van deze grondstoffen en de hiervan gemaakte materialen zijn beperkt in vergelijking met andere gebruikte materialen, zoals staal en dierlijke producten.

- De grootste milieueffecten van de Nederlandse consumptie zijn vooral gerelateerd aan het gebruik van fossiele brandstoffen, aan het bouwen van huizen en de aanleg van infrastructuur (vooral vanwege het gebruik van hout, ijzer en staal en in mindere mate beton) en aan de productie van voedsel (vooral dierlijke producten). Daarnaast zijn de milieueffecten van consumptiegoederen aanzienlijk, zoals van meubels, elektrische apparaten en kleding.
- De hoeveelheden kritieke materialen (dat zijn materialen die van economisch belang zijn en leveringsrisico's kennen, zoals nikkel, kobalt en lithium) die in productieprocessen worden gebruikt, zijn gering, maar deze zijn cruciaal voor het concurrentievermogen van de Nederlandse industrie. De producten die hiervan afhankelijk zijn, betreffen onder andere machines, elektronica, auto's en hernieuwbare-energietechnologieën zoals zonnepanelen.

Effectdoelen voor klimaat, biodiversiteit, vervuiling en leveringsrisico's

Uit de analyse in deze policy brief blijkt dat grondstoffengebruik een breed scala aan milieueffecten heeft, waarbij de relevantie van grondstofstromen en productgroepen ook per type effect sterk uiteen kan lopen. In theorie zijn voor elk van deze effecten doelen te formuleren, die met behulp van voetafdrukken zijn te meten. Daarmee wordt de hele set van doelen echter wel omvangrijk en complex. De uitdaging is om te komen tot een beperkte en daarmee overzichtelijke set van doelen, waarmee de transitie naar een circulaire economie op hoofdlijnen is te sturen. In de zoektocht naar de milieu- en sociaaleconomische effecten die een circulaire economie *ten minste* zou moeten opleveren en waarvoor het zinvol is om hoofddoelen te formuleren, komen uit discussies met beleidsmakers en vertegenwoordigers van het bedrijfsleven vier gewenste hoofdeffecten bovendrijven:

1. klimaatverandering tegengaan: klimaatneutraal in 2050;
2. biodiversiteitsverlies verminderen: binnen de ecologische draagkracht van de aarde blijven;
3. vervuiling van lucht, water en bodem tegengaan: het *Zero Pollution Action Plan 2050* van de Europese Commissie; en
4. leveringsrisico's van grondstoffen verminderen.

Hiermee is niet gezegd dat andere milieu- en sociaaleconomische effecten niet relevant zijn. Het is echter niet noodzakelijk om voor alle mogelijk optredende effecten ook aparte doelen te stellen. Zonder hiervoor doelen in te voeren, kunnen specifieke milieu- en sociaaleconomische effecten worden gemonitord. In een aantal gevallen geeft dat aanleiding om specifieke randvoorwaarden voor grondstoffengebruik te stellen. Denk hierbij bijvoorbeeld aan arbeidsomstandigheden. Meer circulair produceren betekent niet automatisch een verbetering van arbeidsomstandigheden, waardoor het stellen van een doel voor arbeidsomstandigheden voor een circulaire economie niet zinvol lijkt. Maar het is wel waardevol om de arbeidsomstandigheden (in de keten) als randvoorwaarde mee te nemen in de omschakeling naar een circulaire economie.

Focus bij het sturen op effectdoelen vooral op productgroepen

De milieu- en sociaaleconomische effecten van grondstoffengebruik lijken het meest effectief te kunnen worden aangepakt op het niveau van productgroepen, zoals vleesproducten, elektronica en textiel. Door naar een productgroep te kijken in plaats van naar een grondstof of materiaal, is het mogelijk om zicht te krijgen en te sturen op het grondstoffengebruik en de milieueffecten van producten over de *gehele levensduur* in de *gehele productieketen*. Effectdoelen voor productgroepen sluiten bovendien vaak beter aan bij de mogelijkheden van in de keten betrokken partijen om het grondstoffengebruik aan te passen of de milieu-impacts te verminderen.

Terwijl de aard en omvang van de effecten van grondstoffengebruik per productgroep aanzienlijk kunnen verschillen en er dus een differentiatie nodig is naar effectdoelen, is het tegelijk de uitdaging om tot relatief eenvoudige doelen te komen. Een manier om dat op een voor de overheid hanteerbare en communiceerbare manier te doen, is in te zetten op een aanzienlijke reductie of halvering van de milieu-impact op het niveau van productgroepen. Het voordeel van dergelijke meer generieke effectdoelen is dat dit ruimte biedt voor verschillende accenten per productgroep. Zo'n doel op productgroepniveau is helder en eenvoudig te communiceren, en doet tegelijkertijd recht aan de complexiteit en diversiteit van een circulaire economie.

Een combinatie van effect- en prestatiedoelen is nodig om innovatie te stimuleren

Behalve langetermijndoelen voor circulariteit en voor milieu- en sociaaleconomische effecten, kan een richtinggevend kader voor de circulaire economie ook prestatiedoelen bevatten die bijdragen aan het realiseren van de beoogde effecten. Prestatiedoelen geven aan op welke manier de overheid en bedrijven worden geacht bij te dragen aan het bewerkstelligen van de beoogde effecten. Denk bijvoorbeeld aan een prestatie om producentenverantwoordelijkheid uit te breiden voor matrassen en textiel (een prestatiedoel gericht op een beleidsinstrument), of aan een doel voor de chemische recycling van X kiloton plastic afval (een prestatiedoel gericht op een technologische oplossing). Nationale prestatiedoelen kunnen bijdragen aan het versnellen van vernieuwing, ook voor aspecten waarvoor circulariteits- of effectdoelen (nog) niet goed mogelijk zijn, zoals voor levensduurverlenging (zoals een prestatiedoel voor het verdubbelen van de garantietermijn van producten). Prestatiedoelen sluiten vaak ook goed aan bij de ambities en acties die in de vijf transitieagenda's (voor de thema's Biomassa en voedsel, Kunststoffen, Maakindustrie, Bouw en Consumptiegoederen) zijn benoemd en het *Uitvoeringsprogramma Circulaire Economie* zijn opgenomen, en bieden zo een mogelijkheid om een koppeling te maken tussen deze acties en nationale doelen.

Neem ruimte voor leren en richt het veranderproces flexibel in

De transitie naar een circulaire economie is complex en bevindt zich nog in een beginfase, waardoor er nog veel onbekend is. Zo ontbreekt vooralsnog een omvattend overzicht van de mogelijkheden om het grondstoffengebruik te reduceren en de negatieve effecten van grondstoffengebruik te beperken. Vanwege deze kennislacunes is het aan te raden om het richtinggevende kader flexibel in te richten, met ruimte voor reflectie en leren. Flexibiliteit gaat over het kunnen aanpassen van zowel de langetermijndoelen als de weg ernaartoe. Zo blijft er ruimte om te kunnen experimenteren en van de ervaringen te leren. De uitdaging hierbij is om te komen tot voorspelbare doelen, die ondernemers en investeerders voldoende zekerheid geven. Dit kan door vooraf aan te geven dat flexibiliteit inhoudt dat – bijvoorbeeld – nieuwe wetenschappelijke inzichten, ervaringen van koplopers en wijzigingen in het EU-beleid, aanleiding kunnen zijn om de doelen aan te passen. Op die manier is het mogelijk om bijvoorbeeld effecteisen te stellen aan productgroepen op basis van de beste beschikbare technologie (*Best Available Technology*, BAT) en van tevoren af te spreken dat wat nu mogelijk is, over enkele jaren als norm of doel geldt en de effecteisen in de tijd te actualiseren. Door daarbij te focussen op de doelen en niet op de manier waarop resultaten bereikt worden (de middelen), geeft een dergelijke aanpak een permanente stimulans voor innovatie zonder al te grote risico's op perverse effecten van middelvoorschriften.

Begin met enkele relevante productgroepen per transitiethema

Omdat er in de Nederlandse economie veel verschillende grondstoffen worden gebruikt en nog veel meer producten gemaakt en gebruikt, is het zinvol om in het beleidstraject waarin doelen voor het circulaire-economiebeleid moeten worden vastgesteld, te beginnen met enkele relevante productgroepen per transitiethema. Een eerste belangrijke vraag is op welk aggregatieniveau dat passend is. Gaat het bijvoorbeeld om alle elektrische apparaten tegelijk, of is het zinvol onderscheid te maken tussen witgoed en elektronica? Per productgroep kunnen vervolgens afspraken worden gemaakt tussen overheden en betrokken partijen over

wat te bereiken en wanneer. Dit kan gaan over de gewenste afname van de milieudruk, bijvoorbeeld een halvering van de milieudruk in de keten voor een bepaald jaar, maar ook over manieren om een dergelijk doel te realiseren, zoals het verlengen van de garantietermijn van producten. Hierbij horen ook afspraken over het meten van de voortgang en het evalueren van de behaalde resultaten. Om zicht te krijgen op de mogelijkheden om de milieudruk voor een productgroep te reduceren – via de R-strategieën – is een inventarisatie nodig van de verschillende opties: wat zijn de te verwachte effecten en de kosten van bijvoorbeeld het repareren en recyclen van producten?

De *Integrale Circulaire Economie Rapportage* (ICER, zie Hanemaaijer et al. 2021) geeft een algemeen beeld van de prestaties en de effecten. Daarin wordt tweejaarlijks gerapporteerd over de voortgang van de overgang naar een circulaire economie in Nederland. In die rapportage wordt zowel naar het grondstoffengebruik en de effecten ervan gekeken, als naar de acties van de overheid en betrokken partijen in de samenleving om een circulaire economie dichterbij te brengen. In toekomstige edities van de ICER kan de voortgang in relevante productgroepen naar verwachting op hoofdlijnen worden meegenomen.

1 Inleiding

Aanleiding en vraagstelling

Voor de transitie naar een circulaire economie zijn doelen nodig om te bepalen of het grondstoffengebruik en de effecten daarvan in het juiste tempo de gewenste kant op gaan. Het belang van zo'n set doelen is eerder aangegeven door het Planbureau voor de Leefomgeving (PBL, zie Hanemaaijer et al. 2021; Kishna et al. 2019) en door de Reflectiegroep Circulaire Economie van de Sociaal-Economische Raad (SER 2021).

Het ministerie van Infrastructuur en Waterstaat onderkent het belang van het concretiseren en operationaliseren van de doelstellingen voor een circulaire economie. Het is in 2020 een proces gestart om in overleg met betrokken partijen de huidige algemene doelen van een circulaire economie voor 2030 en 2050 nader in te vullen. In dat kader heeft het ministerie in het voorjaar van 2021 aan het PBL gevraagd om samen met andere kennisinstellingen dit 'doelenproces' inhoudelijk te ondersteunen. Meer specifiek is daarbij gevraagd om:

1. 'Een voorstel voor een richtinggevend kader voor circulaire economie dat de opties voor een nadere concretisering van de doelen voor 2030 en 2050 in kaart brengt, evenals de effecten'.
2. 'Een voorstel om meer focus in de uitvoering te krijgen door een overzicht te geven van productgroepen/materialen/grondstofstromen waar de meeste impact is te maken'.

In deze policy brief wil het PBL – samen met het Centraal Bureau voor de Statistiek (CBS), het Centrum voor Milieuwetenschappen Leiden (CML), TNO, het Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM) en Rijkswaterstaat (RWS) – helpen structuur aan te brengen in de discussie over mogelijke doelen voor een circulaire economie. We formuleren enkele bouwstenen voor doelstellingen voor een circulaire economie ter ondersteuning van het proces dat het ministerie in overleg met betrokken partijen doorloopt om de doelen van een circulaire economie voor 2030 en 2050 nader in te vullen. Ook geven we een overzicht van de meest relevante grondstoffen en productgroepen vanuit verschillende perspectieven, namelijk het grondstoffengebruik, verschillende milieueffecten en leveringsrisico's. Deze policy brief is bedoeld als input voor de politieke, beleidsmatige en bredere maatschappelijke discussie over het stellen van passende doelen voor een circulaire economie.

Lessen uit eerdere policy brief

Deze policy brief bouwt voort op de in 2019 door het PBL, TNO en CBS uitgebrachte policy brief (zie Kishna et al. 2019) over de in het Rijksbrede Programma Circulaire Economie geformuleerde doelstellingen voor een circulaire economie. Deze eerdere policy brief, met als titel *Doelstelling circulaire economie 2030. Operationalisering, concretisering en reflectie* bevat verschillende aanbevelingen om de bestaande doelstellingen meetbaar te maken en te komen tot een brede set van doelen voor een circulaire economie. Naast concrete voorstellen over hoe het doel voor de halvering van de zogenoemde abiotische grondstoffen (mineralen, metalen en fossiele grondstoffen) in 2030 meetbaar kan worden gemaakt, bevat de genoemde policy brief drie aanbevelingen die in deze nieuwe policy brief nader worden uitgewerkt:

- Het sturen van de transitie richting een circulaire economie vraagt om meer dan één getal; alleen een doel voor de input van grondstoffen voldoet niet. Voor een

circulaire economie is een set van doelen nodig voor de input, het gebruik en het verlies van grondstoffen, alsook voor de effecten die gepaard gaan met grondstoffengebruik.
- Differentieer tussen productgroepen en transitiethema's, omdat de relevante aspecten (zoals de hoeveelheid benodigde grondstoffen en de uitgestoten broeikasgasemissies) kunnen verschillen.
- Hanteer een losse koppeling tussen nationale doelen en doelensets voor specifieke thema's en productgroepen. Vanwege de eigen karakteristieken van de afzonderlijke thema's en productgroepen zijn deze doelensets niet direct af te leiden uit het nationale halveringsdoel.

Deze aanbevelingen worden in deze policy brief in meer detail uitgewerkt. Daarbij focussen we op stappen op korte termijn om te komen tot een set van beleidsdoelen die hanteerbaar is, en tegelijk rechtdoet aan de complexiteit van een circulaire economie.

Leeswijzer

Een betekenisvolle set van doelen voor een circulaire economie vergt helderheid over wat een circulaire economie is. Daarom gaan we in hoofdstuk 2 in op het specifieke karakter van dit thema: wat ís een circulaire economie en op welke manier draagt die bij aan het oplossen van maatschappelijke problemen? Omdat een circulaire economie ingrijpt in het grondstoffengebruik, geven we in hoofdstuk 3 een overzicht van de meest relevante grondstoffen en productgroepen. We kijken daarbij naar de omvang van het grondstoffengebruik, maar ook naar de verschillende milieueffecten die uit dat gebruik voortkomen. Dit overzicht geeft beleidsmakers de mogelijkheid om zich bij de differentiatie in doelen te richten op de grondstofstromen met de meeste impact. In hoofdstuk 4 werken we het kader voor doelen en indicatoren voor een circulaire economie uit de eerdere policy brief van 2019 verder uit. De uitdaging is om te komen tot een zinvolle en hanteerbare doelenset die de transitie naar een circulaire economie bevordert. We schetsen daartoe vijf inhoudelijke en procesmatige stappen die van belang zijn als de Rijksoverheid tot een invulling en verdere uitwerking van een richtinggevend kader wil komen.

Afbakening

In deze policy brief geven we zicht op de orde van grootte van de relevante grondstoffen en productgroepen op basis van reeds beschikbare indicatoren en data. Het was binnen de korte looptijd van dit project niet mogelijk om aan te geven bij welke grondstoffen en productgroepen gemakkelijk winst te halen valt, omdat dit inzicht vergt in de potentie van reductie in het gebruik van specifieke grondstoffen. We gaan dus niet in op de vraag in hoeverre het grondstoffengebruik is te beïnvloeden door de inzet van specifieke (pakketten van) beleidsinstrumenten of maatregelen die bedrijven en consumenten nemen.

Bij het inventariseren van de meest relevante grondstoffen op basis van hun verschillende milieueffecten, hebben we het grondstoffengebruik geanalyseerd vanuit het consumptieperspectief (de finale bestedingen). Daarnaast geven we aan welke productgroepen voor de overgang naar een circulaire economie het meest relevant lijken. Het was in de beschikbare tijd niet mogelijk om ook een verantwoord kwantitatief beeld te geven van de milieueffecten van de grondstofstromen vanuit het productieperspectief.

Deze policy brief biedt bouwstenen om tot concrete doelen voor een circulaire economie te komen, maar geeft zeker geen antwoord op alle vragen. Zo verschaffen we geen kwantitatieve suggesties voor de doelen, aangezien dit politieke en beleidsmatige keuzes vergt. Ook is het maar beperkt mogelijk om iets te zeggen over de betrouwbaarheidsmarges van de gepresenteerde getallen.

2 Het specifieke karakter van een circulaire economie

Circulaire economie gaat om het zo efficiënt mogelijk inzetten van grondstoffen

Veel natuur- en milieuproblemen zijn te herleiden tot een verspillende omgang met grondstoffen. Die leidt tot uitstoot van verontreinigende stoffen naar lucht, water en bodem, met ongewenste effecten als gevolg, zoals plasticsoep in oceanen, de aantasting van ecosystemen door mijnbouw, grote afvalbergen en biodiversiteitsverlies door onder andere eenzijdig landgebruik en stikstofdepositie. Dit grondstoffenprobleem wordt in de komende decennia urgenter door de mondiaal stijgende vraag naar en benutting van grondstoffen. Door het toenemende grondstoffengebruik en de onderlinge afhankelijkheden in de lange internationale productieketens, nemen bovendien de leveringsrisico's toe, evenals het risico op prijsvolatiliteit.

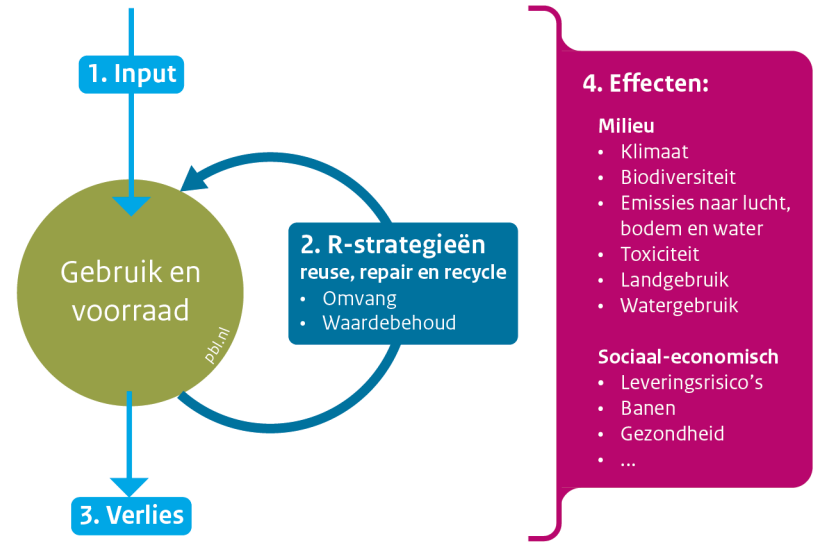
Radicaal efficiënter omgaan met de beschikbare grondstoffen – dat wil zeggen grondstoffen minder, intensiever en langer gebruiken – vermindert in beginsel de genoemde milieuproblemen en kan de leveringszekerheid van grondstoffen verbeteren. Zo'n circulaire economie is te beschouwen vanuit de hoeveelheden grondstoffen, materialen en producten die de economie in komen (door import, extractie en productie), die in gebruik zijn, die als gestort of verbrand afval verloren gaan en die direct of indirect verschillende milieu- en sociaaleconomische effecten hebben (figuur 2.1). In een circulaire economie speelt, naast de omvang van het grondstoffengebruik, het waardebehoud van grondstoffen en producten die in gebruik zijn een cruciale rol. Waardebehoud hangt samen met een langere levensduur van producten, onderdelen en grondstoffen, waardoor de grondstoffenefficiëntie toeneemt.

Radicaal efficiënter omgaan met grondstoffen kan op diverse manieren. In eerdere PBL-publicaties is dit uitgewerkt aan de hand van verschillende circulariteits- of zogenoemde R-strategieën (zie bijvoorbeeld Hanemaaijer et al. 2021; Potting et al. 2018). Om de complexiteit te reduceren, presenteren we hier een vereenvoudigde weergave en geven we tussen haakjes de samenhang met de R-strategieën aan. Er zijn in beginsel vier manieren om het grondstoffengebruik meer circulair te maken:

1. in totaal *minder grondstoffen gebruiken (narrow the loop)* door van producten af te zien (*refuse)*, producten te delen (*rethink*) of ze efficiënter te fabriceren (*reduce*);
2. de *vraag naar nieuwe grondstoffen vertragen* (*slow the loop*) door producten of onderdelen een langer leven te geven door hergebruik (*reuse*) en reparatie (*repair en remanufacture*);
3. het *sluiten van de kringloop* (*close the loop*) door recycling van materialen, zodat er minder afval ontstaat dat moet worden verbrand of gestort én minder nieuwe grondstoffen nodig zijn (*recycle*); en
4. *substitutie* van eindige grondstoffen door hernieuwbare grondstoffen of alternatieve primaire grondstoffen met minder milieudruk.

Figuur 2.1

Raamwerk voor doelen en indicatoren van monitoring circulaire economie



Bron: PBL

Focus op grondstoffengebruik geeft transitie naar circulaire economie eigen karakter

De focus op grondstoffengebruik en de producten die hiermee worden gemaakt kenmerkt de circulaire economie en geeft deze een specifiek karakter. Ten eerste brengt de *focus op grondstoffengebruik* specifieke oplossingen in beeld. Denk bijvoorbeeld aan het delen van producten (*narrow the loop*), het ontwerpen van modulaire producten die eenvoudig te repareren zijn en daardoor langer meegaan (*slow the loop*), het recyclen van blik en het maken van tapijten van afgedankte visnetten (*close the loop*) en het vervangen van eindige grondstoffen door biogrondstoffen (*substitutie*).

Ten tweede staat het *ketenperspectief* centraal binnen het denken over circulariteit. Daarbij gaat het niet alleen om de hoeveelheid grondstoffen die in een bepaalde productieketen binnen een land wordt gebruikt, maar ook om de grondstoffen die eerder en later in dezelfde productieketen in andere landen zijn gebruikt.

Ten derde gaat het bij een circulaire economie om de effecten over de gehele *levensduur* van producten. In het ideaalbeeld van een circulaire economie, krijgt een oude koelkast een tweede, derde of misschien wel een vierde leven, om vervolgens eerst zoveel mogelijk de gebruikte onderdelen elders toe te passen, en uiteindelijk de materialen te recyclen en te gebruiken in een nieuwe koelkast. Om een goed beeld te krijgen van de milieu- en sociaaleconomische effecten die daarmee samenhangen, gaat het in dit voorbeeld dus niet alleen om de productie en het eerste gebruik (inclusief het afdanken) van de koelkast, maar ook om alles wat daarna met de koelkast(onderdelen) gebeurt.

De combinatie van specifieke oplossingen, het ketenperspectief en effecten over de gehele levensduur kenmerkt het specifieke karakter van een circulaire economie.

Circulaire economie draagt bij aan de aanpak van meerdere maatschappelijke vraagstukken

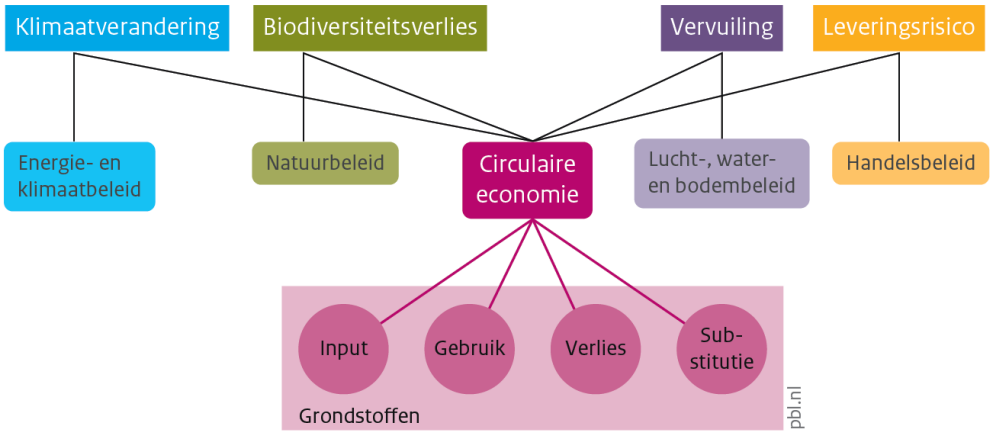
Door in te zetten op circulariteit (in input, gebruik en behoud van grondstoffen, materialen en producten) kunnen allerlei negatieve milieu- en sociaaleconomische effecten worden verminderd. Denk aan het terugdringen van broeikasgasemissies die vrijkomen tijdens het maken van producten, het verminderen van leveringsrisico's van kritieke metalen die worden gebruikt in nieuwe energietechnologieën, het verminderen van zwerfafval en de daaruit voortkomende milieudruk, en het tegengaan van biodiversiteitsverlies. Het belang van veranderingen in consumptie- en productieprocessen voor het verminderen van negatieve milieueffecten wordt internationaal ook erkend. Zo is de twaalfde duurzame ontwikkelingsdoelstelling (*Sustainable Development Goal*, SDG) gericht op 'verantwoorde consumptie en productie'. Meer circulair consumeren en produceren is een belangrijke invulling van dit twaalfde doel. De omslag naar een circulaire economie draagt zo dus bij aan de aanpak van meerdere maatschappelijke vraagstukken.

Transitie naar circulaire economie kan werken als aanvulling op andere transities

Het inzetten op een circulaire economie is niet de enige manier om gewenste effecten te realiseren. Klimaatbeleid, natuurbeleid, bodem-, lucht- en waterkwaliteitsbeleid, en handelsbeleid zijn uiteraard cruciaal voor het reduceren van broeikasgasemissies, het tegengaan van biodiversiteitsverlies en vervuiling en het verminderen van leveringsrisico's van grondstoffen. Figuur 2.2 geeft een illustratief en niet-uitputtend overzicht van de positionering van een circulaire economie tussen verschillende relevante maatschappelijke problemen en beleidsthema's. De bovenste laag laat enkele maatschappelijke opgaven zien, de middelste laag enkele daaraan gekoppelde beleidsvelden. Een circulaire economie is een eigenstandig middel dat, vanwege efficiënter grondstoffengebruik, kan bijdragen aan het realiseren van diverse maatschappelijk gewenste effecten op andere terreinen.

Figuur 2.2

Positionering circulaire economie ten opzichte van maatschappelijke opgaves en andere beleidsthema's



Bron: PBL

Naast positieve bijdragen van circulaire economie aan de aanpak van maatschappelijk vraagstukken zijn er ook afruilen

Er zijn ook spanningen tussen circulaire-economiebeleid en andere beleidsopgaven. Zo staat het drastisch verminderen van het primaire grondstoffengebruik op gespannen voet met de ambitie om in de komende tien jaar tot mogelijk 1 miljoen nieuwe huizen te bouwen. Er komen vooralsnog onvoldoende secundaire (dat wil zeggen herbruikbare) materialen vrij om dat te realiseren. Ook kan een omslag van beton naar hout op grote schaal op gespannen voet staan met de beschikbaarheid van voldoende duurzame biogrondstoffen. Een ander voorbeeld is de spanning tussen het verminderen van het grondstoffengebruik en de toename van wind- en zonne-energie-installaties in de energietransitie. Hoewel beide transities kunnen bijdragen aan het verminderen van de CO_2-uitstoot, vraagt het uitbreiden van de capaciteit van installaties voor wind- en zonne-energie juist om een toename van het gebruik van zeldzame aardmetalen zoals scandium en yttrium. Bij het stellen van doelen voor een circulaire economie is het daarom raadzaam om niet alleen synergiën, maar ook afruilen scherp in beeld te hebben.

3 Relevante grondstof- en materiaalstromen en productgroepen

Inleiding

In dit hoofdstuk brengen we in kaart welke grondstoffen, materialen en productgroepen relevant zijn vanuit verschillende perspectieven. Het gaat daarbij om een orde van grootte van: de omvang van de grondstof- en materiaalstromen; diverse milieueffecten van de winning en productie van deze grondstoffen, materialen en producten voor de consumptie in Nederland (voetafdruk); en de leveringszekerheid van grondstoffen. We doen dit op basis van beschikbare indicatoren en data. Afhankelijk van het gekozen perspectief kunnen beleidsmakers daarmee hun beleid richten op de meest relevante grondstoffen en productgroepen.

Gebruik van grondstoffen, materialen en producten in Nederland loopt via verschillende routes

De productieketen van grondstoffen, materialen en producten is schematisch weergegeven in figuur 3.1. Grondstoffen worden gewonnen in het buitenland (import) of uit de Nederlandse bodem (winning en oogst) en vervolgens in productieketens van bedrijfstakken verder verwerkt tot materialen en eindproducten voor consumptie en export. Een deel van de grondstoffen wordt zonder verwerking direct geconsumeerd, zoals verse groenten en fruit. Daarnaast worden materialen en eindproducten geïmporteerd voor verdere verwerking of voor direct gebruik door consumenten. In dit hoofdstuk brengen we in beeld:

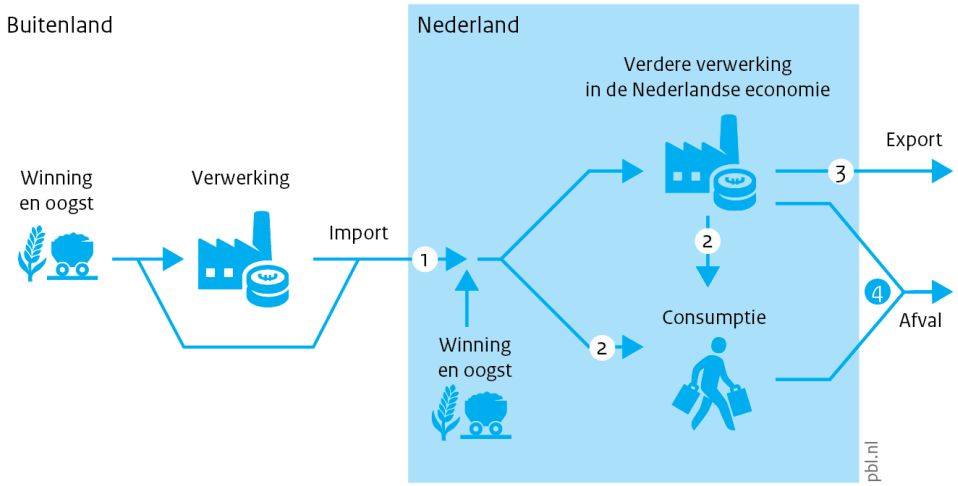
- welke grondstoffen en materialen de Nederlandse economie in gaan (import en winning) (stroom 1 in figuur 3.1);
- welke materialen in de vorm van eindproducten zoals elektrische apparaten, meubels of gebouwen in Nederland worden geconsumeerd (stroom 2), op basis van de finale bestedingen; dit noemen we in deze policy brief 'consumptie' of 'het consumptieperspectief', zie de bijlage voor meer uitleg;
- welke materialen worden geëxporteerd (stroom 3);
- welke afvalstromen het productie- en consumptiesysteem verlaten (stroom 4);
- welke effecten gerelateerd zijn aan de winning van grondstoffen en productie van materialen en producten voor de consumptie (niet zichtbaar in de figuur).

De hier gepresenteerde resultaten geven een overzicht van de omvang van de belangrijkste materiaalstromen en welke materialen en producten relevant zijn uit de perspectieven van verschillende impacts.[1]

[1] De data over grondstof- en materiaalstromen komen uit de Materiaalmonitor van het CBS, de milieueffecten zijn gebaseerd op de EcoInvent database. De absolute waarden van de grondstof- en materiaalstromen en de daaraan gerelateerde effecten kennen onzekerheden (zie de bijlage). Het resultaat is echter voldoende bruikbaar/solide om de belangrijkste grondstof- en materiaalstromen te identificeren, afhankelijk van het gekozen perspectief.

Figuur 3.1

De productieketen van grondstoffen, materialen en producten voor Nederland



1 Grondstoffen en materialen die de Nederlandse economie in gaan
2 Materialen in de vorm van eindproducten die in Nederland worden geconsumeerd
3 Materialen die worden geëxporteerd
4 Afvalstromen

Bron: PBL

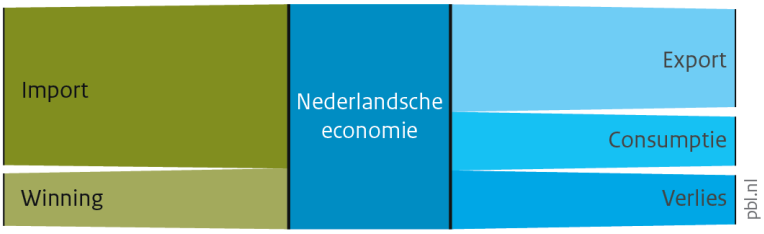
Relevantie van grondstoffen op basis van hoeveelheden

De helft van de ingezette grondstoffen en materialen wordt geëxporteerd

In 2018 stroomde rond 400 miljard kilogram aan primaire grondstoffen en materialen de Nederlandse economie in via import en winning (exclusief wederuitvoer), waarvan de helft Nederland ook weer verliet via export (zie figuur 3.2). Denk bij export vooral aan fossiele energiedragers, ijzer en staal en kunststoffen, verwerkt in onderdelen of producten. Een kwart van de binnengekomen grondstoffen is bestemd voor consumptie van huishoudens en overheid en voor investeringen van bedrijven. Het gaat daarbij om grondstoffen en materialen voor brandstoffen, apparatuur, voedsel en woningen voor huishoudens, voor het aanleggen van infrastructuur en voor machines en productie-installaties voor bedrijven. En een kwart van de grondstoffen die de economie instromen, is eenmalig gebruikt tijdens het productieproces in Nederland en daarna verloren gegaan. Denk hierbij aan het verbruik van grondstoffen, met name de verbranding van fossiele grondstoffen, en aan omzettingsverliezen die bijvoorbeeld ontstaan bij de omzetting van veevoer naar vlees of ijzererts en steenkool naar staal.

Figuur 3.2

Aandelen totale hoeveelheid grondstoffen in Nederland in 2018



Bron: PBL

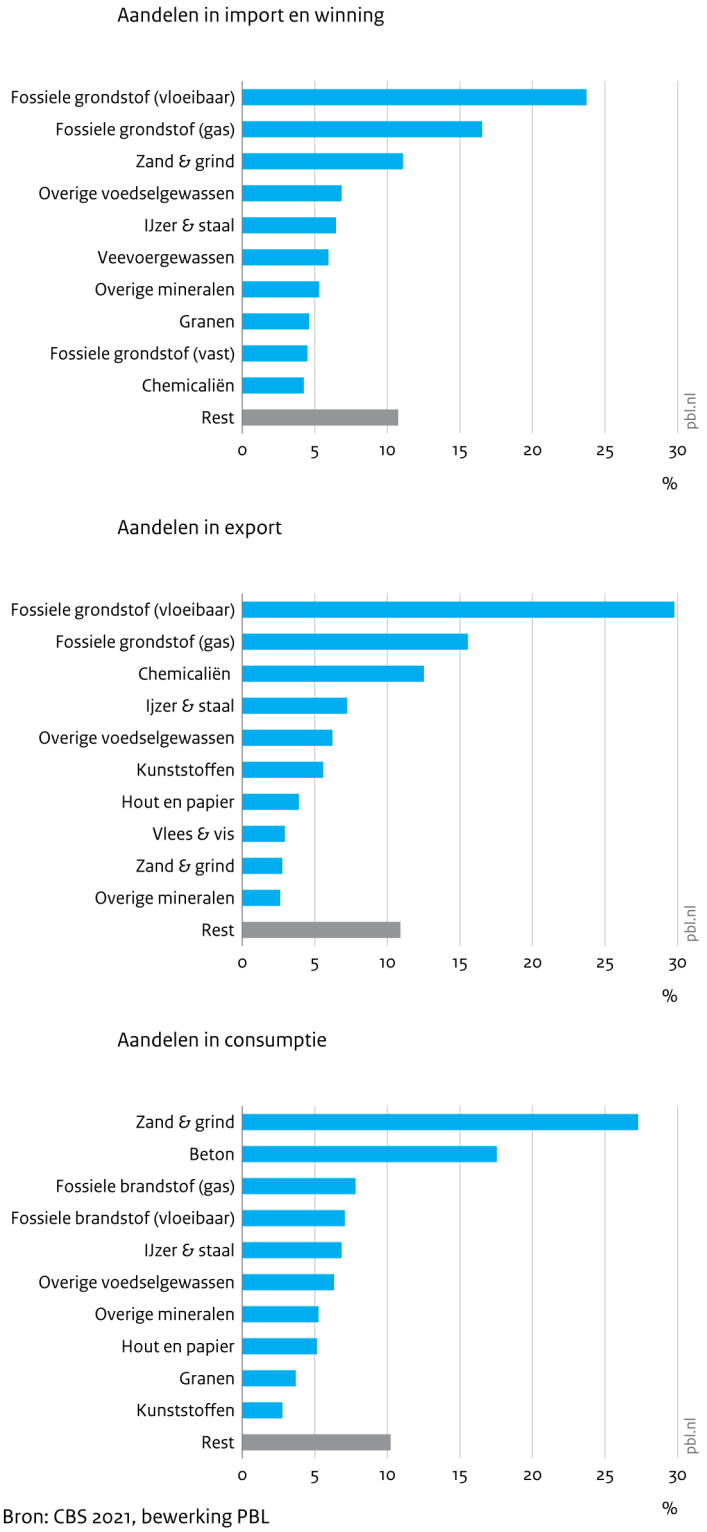
Fossiele grondstoffen, zand en grind zijn omvangrijke stromen

Wat de meest omvangrijke grondstof- en materiaalstromen zijn, is afhankelijk van het observatiepunt in de productieketen. Het maakt uit of deze stromen worden bekeken vanuit import en winning, vanuit de export of vanuit de Nederlandse consumptie (zie figuur 3.3). Wat betreft import en winning[2] hebben fossiele grondstoffen een aandeel van 45 procent in de totale hoeveelheid grondstoffen. Ook zand en grind, veevoergewassen en overige voedselgewassen (waaronder aardappelen, groente en fruit) nemen met 30 procent een belangrijke positie in. IJzer en staal hebben een aandeel van zo'n 5 procent in het totaal. Kijken we naar de exportstromen, dan zijn fossiele grondstoffen dominant. Ze nemen ruim 40 procent van de totale export voor hun rekening. Dit zijn onder andere producten uit raffinageprocessen in Nederland, zoals stookolie, diesel en benzine, en gas. Meer dan 10 procent van de totale hoeveelheid van de export bestaat uit chemicaliën, met name organische chemische producten, zoals alcoholen.

[2] Inclusief materialen die in geïmporteerde producten besloten zitten.

Figuur 3.3

Aandelen grondstoffen en materialen in import en winning, export en consumptie, 2018



Bron: CBS 2021, bewerking PBL

In de hoeveelheid materialen voor consumptie in Nederland spelen vooral zand en grind en beton een grote rol. Deze materialen worden gebruikt voor de (ver)bouw van woningen, utiliteitsgebouwen en infrastructuur. Dit is inclusief zand en grind dat wordt gebruikt voor het

ophogen van de ondergrond in het geval van nieuwbouw of grind bij de aanleg van infrastructuur, zoals spoorlijnen. Daarnaast spelen fossiele brandstoffen een grote rol, met name gas en transportbrandstoffen. Ook andere bouwmaterialen worden in grote hoeveelheden geconsumeerd, zoals ijzer en staal, keramiek, bakstenen (mineralen in figuur 3.3) en hout. IJzer en staal worden ook in ruime mate verwerkt in machines van bedrijven en in voertuigen. De voedselcategorieën beslaan gezamenlijk 16 procent van de totale consumptiestroom van materialen.

Als het beleid zich vooral richt op het terugdringen van de hoeveelheid primaire grondstoffen die in Nederland wordt gebruikt, richt het zich dus vooral op fossiele grondstoffen – zoals olie en gas – en minerale grondstoffen, zoals zand en grind en beton.

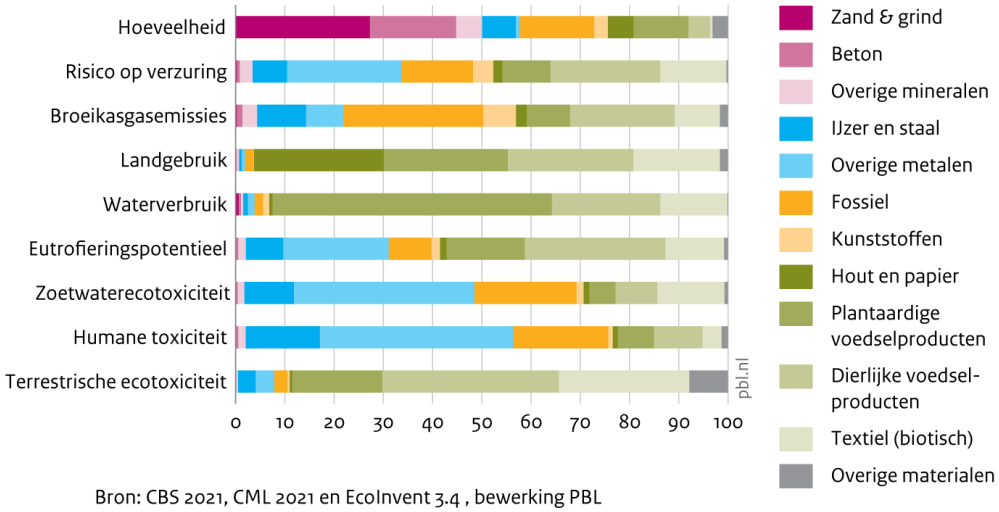
Relevantie van grondstoffen op basis van effecten

Fossiele grondstoffen en landbouwproducten bepalen een groot deel van de milieueffecten van winning en productie

Een afname in het gebruik van de grondstof- en materiaalstromen die qua omvang het meest relevant zijn, betekent niet dat automatisch de grootste reductie in milieudruk wordt behaald. In de hoeveelheid materialen voor de consumptie van Nederland zijn zand en grind met 27 procent van het totale grondstoffengebruik het meest relevant. Uit het perspectief van verschillende milieueffecten zijn echter andere grondstoffen het meest relevant (zie figuur 3.4. Dit is exclusief de gebruiksfase, zoals bijvoorbeeld verbranding van diesel voor vervoer).

Figuur 3.4

Relevantie van grondstoffen en materialen voor de milieueffecten van consumptie, 2018



Bron: CBS 2021, CML 2021 en EcoInvent 3.4 , bewerking PBL

Uit het perspectief van meerdere milieueffecten zijn plantaardige en dierlijke voedselproducten van groot belang (zie figuur 3.4), terwijl ze in termen van hoeveelheden minder relevant zijn (16 procent van het totale grondstoffengebruik). Fossiele grondstoffen zijn vooral relevant voor broeikasgasemissies, en voor humane en zoetwatertoxiciteit (zie de bijlage voor een toelichting). Voor toxiciteit, eutrofiëring en verzuring zijn ook de winning en productie van metalen, zoals aluminium en koper, van belang. De productie van hout heeft een

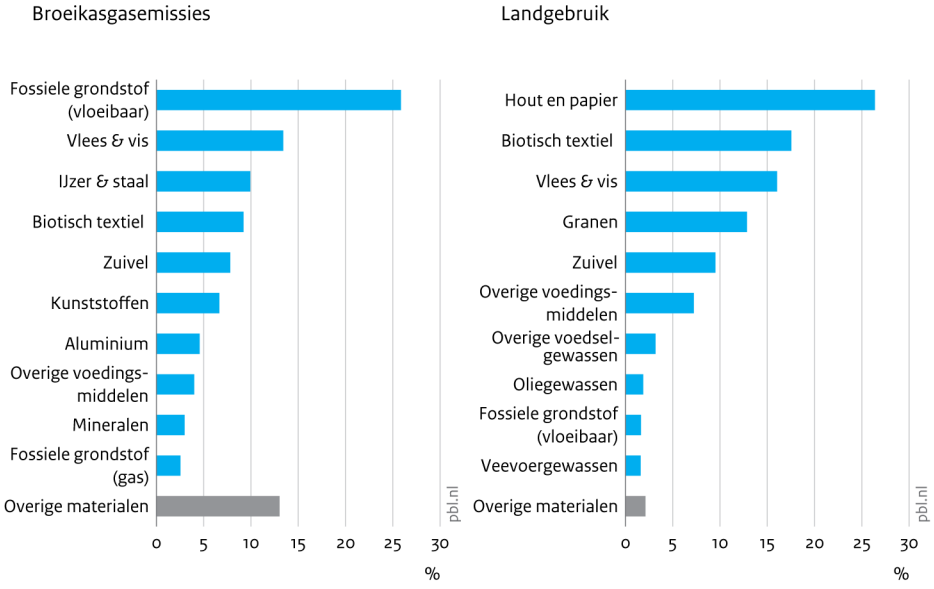
relevant aandeel in het landgebruik. Als laatste valt de impact van de productie van textiel op, die in bijna alle impactcategorieën een hoog aandeel heeft, terwijl textiel maar 0,5 procent van de hoeveelheid in tonnen beslaat.

Om een gedetailleerder beeld te geven, zoomen we nader in op de grondstoffen en materialen die de grootste aandelen hebben in de broeikasgasemissies en het landgebruik. Als we de broeikasgasemissies bij de winning en productie nader bekijken, zien we dat fossiele grondstoffen, vlees, ijzer en staal en textiel een belangrijke plek innemen. Zo wordt 28 procent van de emissies veroorzaakt door de winning en productie van fossiele grondstoffen die gebruikt worden als transportbrandstof, zoals diesel en benzine. En 20 procent van de broeikasgasemissies wordt veroorzaakt door het produceren van dierlijke voedselproducten, zoals vlees[3] en zuivel, en 10 procent door het produceren van plantaardige voedselproducten, zoals aardappelen en groente. Ook de winning en productie van het gebruikte ijzer en staal veroorzaakt 10 procent van de broeikasgasemissies. Samen zijn deze stromen goed voor 70 procent van de broeikasgasemissies die ontstaan bij het produceren van materialen voor consumptie, terwijl ze maar 38 procent van de hoeveelheid grondstoffen omvatten.

Landgebruik voor productie is een belangrijke oorzaak van biodiversiteitsverlies. Het landgebruik dat nodig is voor de materialen in de consumptie, is voor meer dan 90 procent toe te schrijven aan biotische stromen, zoals vlees, zuivel, granen, hout en papier en textiel, die in Nederland worden geconsumeerd. Onder textiel valt kleding, maar ook huishoudelijk textiel of textiel dat verwerkt is in meubels, tenten, auto's en andere producten. Het landgebruik dat is toe te schrijven aan de winning van metalen en mineralen, valt in het niet bij het landgebruik voor de productie van biotische materialen voor de Nederlandse consumptie.

Figuur 3.5

Relevantie materialen voor milieueffecten van consumptie, 2018



Bron: CBS 2021, CML 2021 en EcoInvent 3.4, bewerking PBL

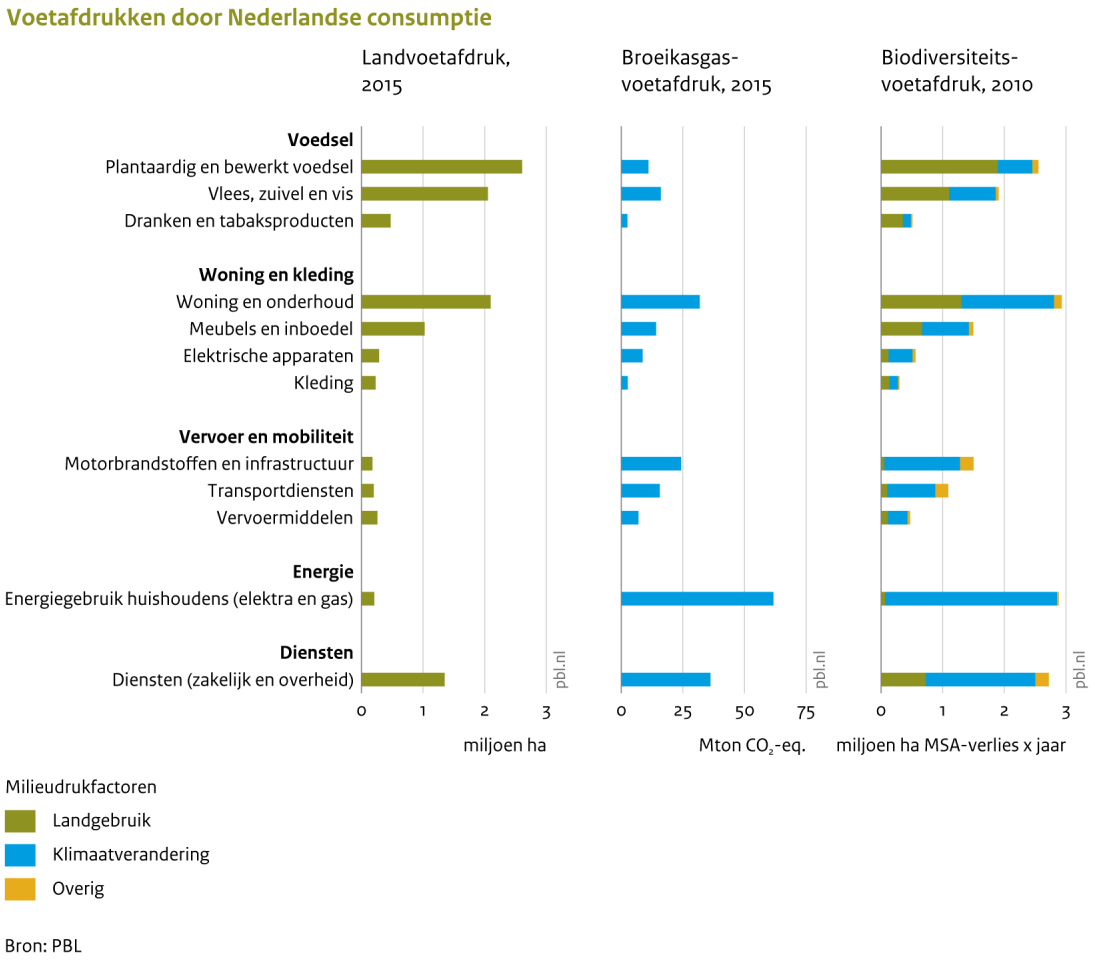
[3] Vlees en vis zijn geaggregeerd tot een gezamenlijke categorie. Vlees heeft hierin het grootste aandeel in zowel de omvang als de veroorzaakte milieu- en natuureffecten.

Energieverbruik, woningen en voedselproducten bepalen vooral de milieueffecten van consumptie

In de voorgaande analyse (en figuur 3.5) zijn de milieueffecten van de verwerking van materialen tot producten alsook die van de gebruiksfase niet meegenomen. In het algemeen zijn de emissies tijdens de productie van half- en eindproducten vergelijkbaar met die van de productie van materialen (Vollebergh et al. 2017), al kan deze verhouding voor specifieke producten verschillen. Vooral voor complexe producten – zoals mobieltjes of laptops – waarbij veel bewerkingsslagen nodig zijn om tot een eindproduct te komen, zijn de milieueffecten die ontstaan tijdens de bewerkingsslagen veel groter dan de milieu-impact van de winning en verwerking van de gebruikte materialen (Ercan 2016).

In de zogeheten consumptievoetafdrukken zijn deze milieueffecten in de keten wel meegenomen. De voetafdrukken geven in aanvulling op de eerder gepresenteerde analyse zicht op de milieueffecten van de hele keten, inclusief het verwerken van materialen tot producten en de gebruiksfase (figuur 3.6). De consumptievoetafdrukken laten voor de impact op broeikasgasemissies en landgebruik een beeld zien dat vergelijkbaar is met de voorgaande analyse. Wat betreft de uitstoot van broeikasgassen hebben energiegebruik en vervoer en mobiliteit de grootste aandelen. Dit komt vooral door het verbruik van fossiele grondstoffen als brandstof. Ook woningen en het onderhoud daarvan hebben een groot aandeel in de broeikasgasemissies, vooral door de toepassing van ijzer en staal en in mindere mate door beton (EIB et al. 2020). Verder leveren producten zoals vlees en zuivel, meubels en elektrische apparaten (onder andere mobieltjes, wasmachines en koelkasten) een relevante bijdrage aan de broeikasgasemissies, maar kleiner dan die van de eerdergenoemde producten. Wat betreft landgebruik hebben voedingsmiddelen (zowel plantaardige producten als vlees, zuivel en vis) en houtgebruik in de bouw en het onderhoud van woningen de grootste milieu- en natuureffecten (figuur 3.6). Daarnaast draagt de consumptie van meubels en inboedel bij aan het landgebruik in de gehele productieketen.

Figuur 3.6



Bron: PBL

Kritieke materialen zijn in omvang verwaarloosbaar klein, maar essentieel voor diverse industrietakken en producten

Leveringsrisico's ontstaan door een combinatie van factoren, zoals wanneer grondstoffen in een beperkt aantal landen kunnen worden gewonnen, door geopolitieke krachten, het ontbreken van een geschikt substituut voor een specifieke grondstof, en een laag recyclingpercentage. Er ontstaat een risico voor de economie als er een beperkte beschikbaarheid is van deze zogenoemde kritieke grondstoffen die van essentieel belang zijn voor bepaalde productieprocessen en die Nederland moet importeren.

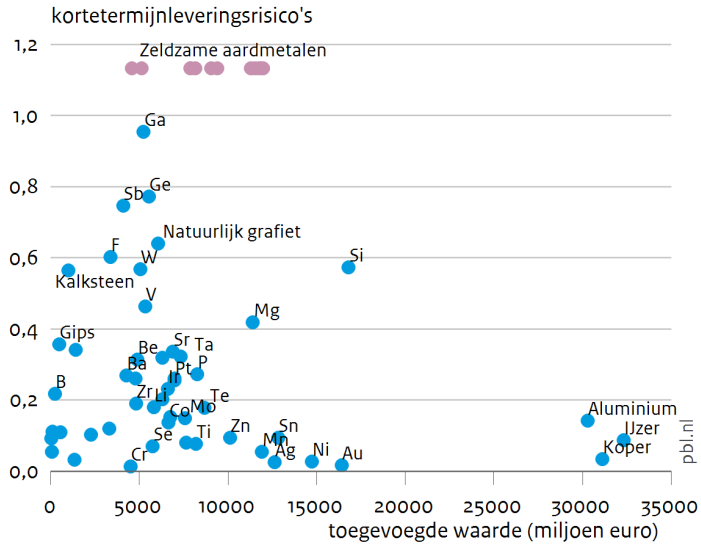
Figuur 3.7 toont het economische belang van verschillende grondstoffen en de leveringsrisico's voor de korte termijn. Kritieke materialen zijn in termen van toegevoegde waarde van minder groot belang dan (niet-kritieke) metalen, zoals ijzer, koper of aluminium, maar ze zijn wel essentieel voor de functie die ze vervullen in bepaalde producten. Met name zeldzame aarden (aardmetalen) staan bekend als kritiek vanwege gemonopoliseerde mijnbouw en hun grote belang voor tal van industrieën. Kritieke materialen worden bijvoorbeeld toegepast in machines, transportmiddelen en elektronica en zijn noodzakelijk in producten voor de energietransitie, zoals zonnepanelen, installaties voor groene waterstof en batterijen van elektrische auto's. Kritieke materialen zijn ook onderdeel van consumentenproducten, zoals smartphones, laptops en koptelefoons (TNO 2021). Met name de elektronische industrie, de elektrische apparatenindustrie, de transportmiddelenindustrie, overige industrie,

metaalproductie en de machinebouw zijn van deze metalen afhankelijk (Hanemaaijer et al. 2021; TNO 2020).

Kritieke materialen zijn verwaarloosbaar klein in hoeveelheden en beslaan nog niet eens een honderdste procent van het totale grondstoffengebruik. Hoewel sommige kritieke materialen veel milieueffecten per kilogram veroorzaken, hebben ze vanwege hun kleine hoeveelheid een beperkt aandeel in de milieudruk voor Nederland. De zekere, voldoende en tijdige beschikbaarheid van kritieke materialen heeft echter een grote invloed op het concurrentievermogen van de Nederlandse industrie. Beleid dat zich eenzijdig zou richten op het reduceren de omvangrijkste materialenstromen, draagt dus niet automatisch bij aan een verbetering van de leveringszekerheid.

Figuur 3.7

Economisch belang en kortetermijnleveringsrisico's van grondstoffen



Bron: TNO, 2021

Gemengde afvalstromen worden nog nauwelijks gerecycled

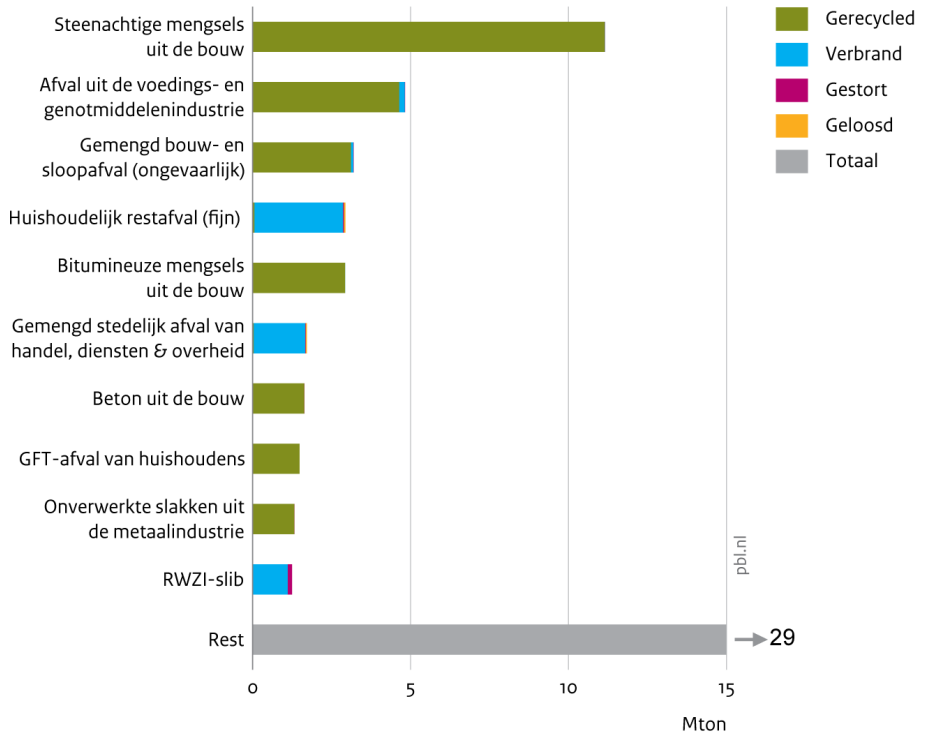
De producten en de daarin verwerkte grondstoffen en materialen komen uiteindelijk terecht in de afvalstromen. Het grootste deel van het afval in Nederland komt uit de bouw (33 procent), de industrie (23 procent) en de huishoudens (14 procent) (CBS 2020). Dit is ook terug te zien in figuur 3.8: vier van de tien grootste afvalstromen komen uit de bouw- en sloopsector en twee uit de industrie. Het grootste deel betreft mengsels van beton, stenen, tegels en keramiek. Op plek twee staat materiaal dat ongeschikt is voor consumptie of voor verdere verwerking. Dit omvat vooral afval uit de voedings- en genotmiddelenindustrie, zoals voedingsmiddelen die niet geschikt zijn voor de verkoop of snijverliezen bij de verwerking van voedingsmiddelen. Een groot deel van laatstgenoemde verliezen wordt voor diervoeder gebruikt (dit valt onder 'recycling' in figuur 3.8).

Het grootste deel van de afvalstromen uit de bouw en industrie wordt gerecycled. Deels zijn de toepassingen van deze afvalstromen als secundaire materialen echter nog laagwaardig, zoals het gebruik van steenachtig materiaal als fundering in de wegenbouw in plaats van deze materialen te gebruiken in de nieuwbouw en de verbouw. De stromen die voor een groot deel worden verbrand, zijn de gemengde afvalstromen. Dit zijn vooral huishoudelijk restafval, restafval van handel, diensten en overheid, en slib dat overblijft na zuivering van stedelijk afvalwater (RWZI-slib). Het huishoudelijke restafval dat wordt verbrand, bestaat

vooral uit gft-afval, papier en karton (36 procent verpakkingen), kunststoffen (63 procent verpakkingen), incontinentiemateriaal en textiel (RWS 2021a).

Figuur 3.8

Aandeel van afvalstromen in de totale hoeveelheid en de verwerking daarvan in 2018



Bron: RWS, 2021

Conclusies

In termen van de hoeveelheid in tonnen vormen fossiele grondstoffen, zand en grind de grootste grondstof- en materiaalstromen in de Nederlandse economie. Fossiele grondstoffen worden voor een groot deel na raffinage geëxporteerd of als brandstof gebruikt in de binnenlandse productie- en consumptieprocessen voor bijvoorbeeld verwarming en mobiliteit. Zand en grind worden met name ingezet voor woningbouw en infrastructuur. Naast deze twee stromen zijn voedselgewassen en ijzer en staal omvangrijke stromen in import en winning, export, en consumptie.

Over het geheel gezien zijn de belangrijkste materialen en producten in termen van hun omvang en bijdragen aan de milieu-en natuurdruk vooral gerelateerd aan het gebruik van fossiele brandstoffen, aan het bouwen van huizen en infrastructuur (gebruik van hout, ijzer en staal, en in mindere mate beton) en voedsel (vooral dierlijke producten).

- Fossiele grondstoffen, met name transportbrandstoffen zoals diesel en benzine, hebben een groot aandeel in de hoeveelheid grondstoffen in de consumptie, en het gebruik ervan gaat gepaard met belangrijke milieueffecten: broeikasgasemissies, watergebruik, eutrofiëring, zoetwaterecotoxiciteit en humane toxiciteit op de plek van productie.

- De productie van land- en bosbouwproducten heeft het grootste aandeel in diverse soorten effecten op milieu en natuur. Dat geldt zowel voor landgebruik als watergebruik. Bij landgebruik gaat het vooral om hout en papier, vlees, granen, zuivel en textiel; bij watergebruik vooral om granen, vlees en textiel. Daarnaast spelen landbouwproducten een belangrijke rol in de eutrofiëring en terrestrische ecotoxiciteit (met name vlees, zuivel en textiel). Hout wordt vooral gebruikt voor het bouwen van huizen en infrastructuur.
- Bij zand en grind gaat het om grote hoeveelheden, maar de milieueffecten hiervan zijn beperkt in vergelijking met die van andere gebruikte materialen.
- Metalen (vooral ijzer en staal) beslaan ruim 5 procent van de totale hoeveelheid grondstoffen en materialen in de consumptie en worden met name gebruikt in gebouwen en infrastructuur, maar ook in machines en elektrische apparaten. De productie en consumptie van metalen leiden vooral tot broeikasgasemissies, watertoxiciteit en humane toxiciteit. Voor toxiciteit en verzuring is het aandeel van andere metalen, zoals koper en aluminium, factoren hoger dan hun aandeel in de totale hoeveelheid.
- Kritieke materialen zijn klein in hoeveelheid, maar zijn cruciaal voor het concurrentievermogen van de Nederlandse industrie (het maken van bepaalde producten, zoals machines, elektronica, auto's, zonnepanelen) en de toegevoegde waarde die daarmee wordt gegenereerd.

Wat betreft afval komen de grootste materiaalstromen uit de bouw, de voedings- en genotmiddelen- en de metaalindustrie. Deze worden al grotendeels gerecycled, alhoewel niet altijd even hoogwaardig. Uit het oogpunt van circulair grondstoffengebruik is het onwenselijk om afval te verbranden of te storten, en zou de aandacht vooral moeten uitgaan naar het terugdringen van restafval uit huishoudens en handel, diensten en overheid, door gescheiden inzameling van materialen en de hoogwaardige verwerking daarvan.

4 Op weg naar een richtinggevend kader

Inleiding

Sturen van circulaire economie vraagt om een set doelen voor grondstoffengebruik en de effecten daarvan

Een enkel kwantitatief doel voor het Nederlandse grondstoffengebruik zou sturing, monitoring en communicatie eenvoudig maken. In de vorige policy brief over doelen voor een circulaire economie (Kishna et al. 2019) bleek echter al dat het niet eenvoudig is om één kwantitatief en afrekenbaar doel voor circulaire-economiebeleid te bedenken dat functioneert zoals de overkoepelende doelstelling voor de reductie van CO_2-equivalenten bij de klimaatopgave, zonder dat dit tot belangrijke perverse prikkels leidt.

Grondstoffen komen de economie in, worden verwerkt tot producten, deze producten worden gebruikt en uiteindelijk afgedankt. In hoofdstuk 2 hebben we laten zien dat er circulaire oplossingen mogelijk zijn die al deze vormen van grondstoffengebruik beïnvloeden. Al deze vormen zijn moeilijk in één getal te vangen. Daarnaast zou circulaire-economiebeleid met een enkel doel voor het totale grondstoffengebruik vooral zijn gericht op de meest omvangrijke stromen: olie, gas, zand en grind. In hoofdstuk 3 hebben we echter aangetoond dat de samenstelling van de lijst van meest relevante grondstoffen wordt bepaald door het gekozen perspectief. Uit het perspectief van de milieueffecten domineren andere grondstoffen dan wanneer uit het perspectief van leveringsrisico's wordt gekeken. En binnen het perspectief van de milieueffecten kunnen zich ook substantiële verschillen voordoen. Zo zijn de meest relevante grondstoffen en materialen voor broeikasgasemissies fossiele brandstoffen, vlees, ijzer en staal. Maar als de aandacht uitgaat naar bijvoorbeeld waterconsumptie, staan land- en bosbouwproducten centraal, met name voedsel, textiel (kleding) en hout en papier.

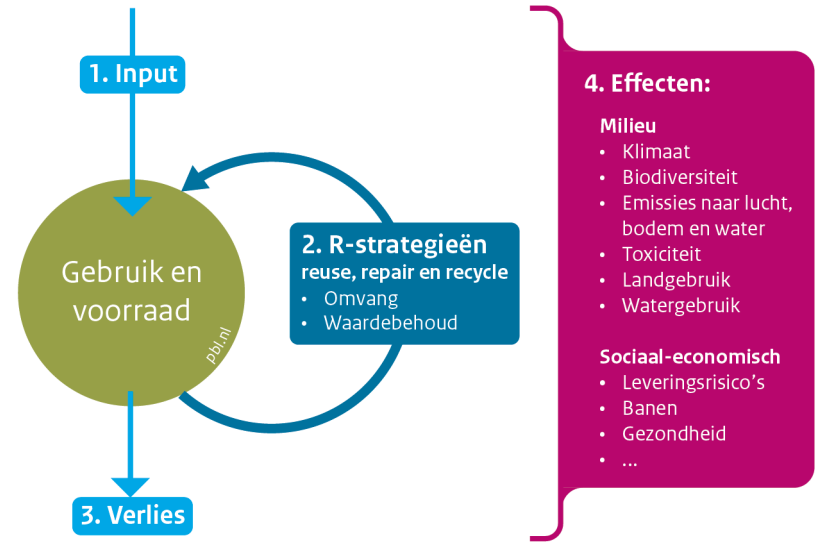
Voor het sturen van de transitie naar een circulaire economie is daarom niet één doel, maar een set van doelen nodig, waarin zowel de circulariteit van het grondstoffengebruik aandacht krijgt (de linkerkant van figuur 4.1), als de milieu- en sociaaleconomische effecten van het grondstoffengebruik (de rechterkant van figuur 4.1).

Op weg naar een richtinggevend kader

In dit hoofdstuk schetsen we de vervolgstappen die van belang zijn om te komen tot een richtinggevend kader voor een circulaire economie. Een richtinggevend kader zien we als een samenhangende set doelen die aangeeft wat de beoogde effecten van beleid zijn. Zo'n kader kan mogelijk ook doelen bevatten voor de manieren waarop beleid (en andere partijen) bijdragen aan het realiseren van de gewenste effecten. Figuur 4.1 vormt de basis voor dat kader. Doelen zorgen voor prioritering en wenselijke eindbeelden, maar kunnen ook worden gebruikt om mogelijke oplossingsrichtingen te stimuleren en noodzakelijke randvoorwaarden te creëren. Samenhang tussen doelen is nodig, zodat doelen niet in tegenspraak zijn met elkaar, dan wel om te bevorderen dat consistente keuzes worden gemaakt wanneer uitruilen onvermijdelijk zijn.

Figuur 4.1

Raamwerk voor doelen en indicatoren van monitoring circulaire economie



Bron: PBL

Doelen circulaire economie afleiden uit ambitie voor 2050 is nu niet goed mogelijk

Idealiter wordt een set van doelen afgeleid van de ambitie of het einddoel, in dit geval een volledig circulaire economie in 2050. Dit is om meerdere redenen niet goed mogelijk. Zo is deze ambitie niet kwantitatief uitgedrukt, waardoor deze beperkt meetbaar is. Gaat het om een economie waarin geen nieuwe grondstoffen worden ingezet, waarin geen afval bestaat of waarin de negatieve effecten als gevolg van het grondstoffengebruik zijn geminimaliseerd? Of gaat het om een combinatie van bovenstaande vragen? Regelmatig worden ambities voor 2050 gekoppeld aan het 'opereren binnen de draagkracht van de aarde'. Zo wil de Europese Commissie nagaan of het mogelijk is om een 'veilige operationele ruimte' voor het gebruik van natuurlijke hulpbronnen te definiëren (EC 2020). De mogelijke verdeling van deze ruimte over landen en de mogelijkheid tot substitutie tussen de natuurlijke hulpbronnen, maken het een grote uitdaging om deze ambitie nader uit te werken en meetbaar te maken als nationaal doel.

Daarnaast zijn er allerlei kwalitatieve invullingen van de ambitie mogelijk. Welke activiteiten vinden er wel en niet plaats? Hoe ziet een circulaire economie eruit? Gaat het met name om betere recyclingtechnologieën of om het lokaal produceren van voedsel en delen van spullen? Een mix van deze eindbeelden en allerlei tussenvormen zijn ook denkbaar (Kirchherr et al. 2017; PBL 2020).

Hoewel aan de wetenschap kennis over en beginselen voor de nadere invulling van een circulaire economie zijn te ontlenen, is die invulling niet puur wetenschappelijk af te leiden. De opgaven en risico's die samenhangen met het toenemende grondstoffengebruik worden door verschillende partijen anders ervaren. Zo kan de grondstoffenproblematiek voor een partij (nog) niet urgent zijn, terwijl een andere partij leveringsrisico's ervaart en een derde partij zich zorgen maakt over zwerfafval in de natuur of de broeikasgasemissies uit productieketens. Het invullen van 'een circulaire economie' vraagt dan ook om afwegingen, niet alleen op basis van *kennis* van de risico's, maar juist ook vanwege de verschillende *percepties* van de risico's in de samenleving (Dietz 2000; Driessen & Glasbergen 2000). Daarmee is het invullen van het einddoel primair een aangelegenheid voor politici en beleidsmakers.

Vijf stappen voor een invulling en uitwerking van een richtinggevend kader

Balans tussen rechtdoen aan complexiteit en bruikbaarheid voor sturing

De uitdaging is om te komen tot een zinvolle en hanteerbare doelenset die de transitie naar een circulaire economie versnelt. In deze policy brief schetsen we vijf inhoudelijke en procesmatige stappen die van belang zijn als de Rijksoverheid tot een invulling en verdere uitwerking van een richtinggevend kader wil komen, namelijk:

1. bouw bestaande doelen uit tot een set van doelen voor circulair grondstoffengebruik;
2. stel ten minste effectdoelen voor klimaat, biodiversiteit, vervuiling en leveringsrisico's;
3. focus bij het sturen op effectdoelen vooral op productgroepen;
4. gebruik prestatiedoelen om te sturen op de weg naar een circulaire economie;
5. neem ruimte voor leren en richt het veranderproces flexibel in.

Deze stappen zijn op korte termijn toepasbaar. Daarnaast zijn ze opgesteld met het oog op een balans tussen eenvoud en complexiteit; eenvoud om de aansturing van deze transitie hanteerbaar te houden voor de overheid, en complexiteit om recht te doen aan de uiteenlopende aangrijpingspunten, oplossingsmogelijkheden en potentiële effecten die onderdeel zijn van een circulaire economie. We werken de stappen hierna verder uit.

(1) Bouw bestaande doelen uit tot een set van doelen voor circulair grondstoffengebruik

Stel circulariteitsdoelen voor de input, het gebruik en het verlies van grondstoffen

Een circulaire economie is gericht op het radicaal efficiënter omgaan met de input, het gebruik en het verlies van grondstoffen. Zo draagt een circulaire economie bij aan het tegengaan van verspilling en het bevorderen van grondstoffenefficiëntie. De input, het gebruik en het verlies van grondstoffen zijn dan ook de primaire aangrijpingspunten voor doelen voor circulair grondstoffengebruik. Er zijn in beginsel vier manieren om het grondstoffengebruik meer circulair te maken: 1) minder grondstoffen gebruiken (*narrow the loop*) door af te zien van producten of ze efficiënter te fabriceren; 2) de vraag naar nieuwe grondstoffen vertragen (*slow the loop*) door de levensduur van producten en onderdelen te verlengen; 3) het sluiten van de kringloop (*close the loop*) door het gebruik van secundaire grondstoffen en het voorkomen van het verlies van grondstoffen; en 4) substitutie van eindige grondstoffen door de inzet van hernieuwbare grondstoffen of alternatieve grondstoffen met minder milieudruk.

Geef bestaande doelen een plek/functie binnen het richtinggevende kader

In de praktijk bestaan al doelen voor het grondstoffengebruik. Voor het ontwikkelen van een richtinggevend kader is het zinvol om bestaande doelen hierin een plek te geven en hun mogelijke functie voor doelen gericht op circulariteit duidelijk te maken. Figuur 4.2 positioneert enkele bestaande doelen in het richtinggevende kader (van figuur 4.1).

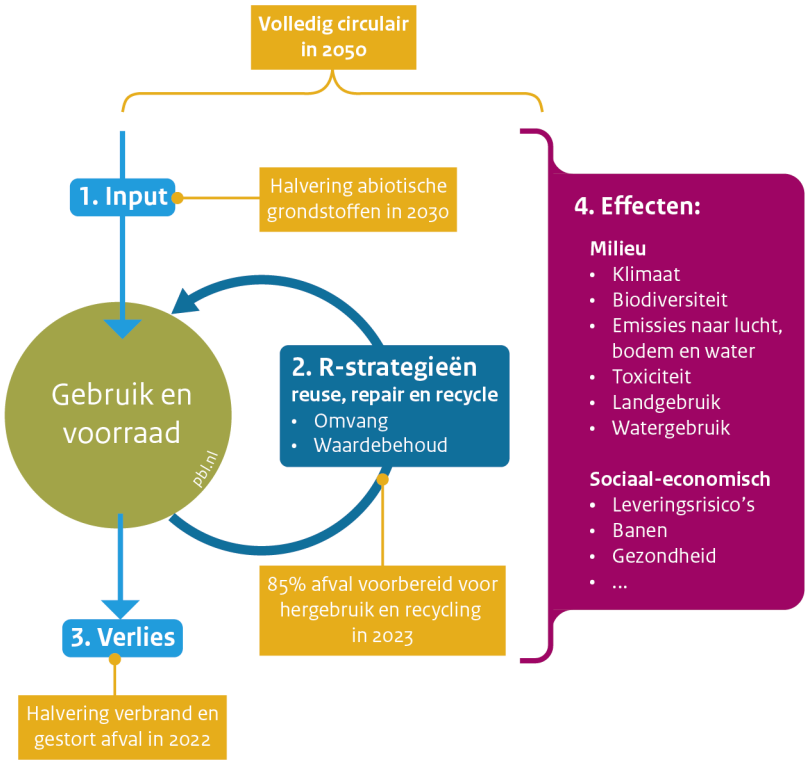
Het halveringsdoel voor het gebruik van abiotische grondstoffen in 2030 heeft betrekking op de input van grondstoffen. In de vorige policy brief is vastgesteld dat dit doel vooral geschikt is als *richtinggevend doel*, maar ongeschikt is om *afrekenbaar* op te sturen (Kishna et al. 2019). Het doel toont duidelijk de gewenste richting van een sterk afnemend gebruik van grondstoffen. Een dergelijke ambitie past bij de essentie van circulair grondstoffengebruik. Een richtinggevend doel creëert focus ('daar gaat het om') en zekerheid over 'wat ertoe doet'. Een afrekenbaar doel is in essentie 'harder'; de overheid en/of maatschappelijke partijen kunnen worden afgerekend, bijvoorbeeld door middel van rechtspraak, op het al dan niet halen van de doelstelling.

In het geval van de halveringsdoelstelling zijn er twee aspecten die deze minder geschikt maken als afrekenbaar doel. Ten eerste zou het doel dan, zoals eerder gezegd, vooral sturen op de vermindering van de inzet van olie, gas, zand en grind. Het gebruik van andere voor de circulaire economie relevante grondstoffen blijft dan buiten beschouwing. Ten tweede staat de haalbaarheid onder druk. Er zijn immers andere maatschappelijke doelen die juist een *toename* vergen van de ingezette hoeveelheid grondstoffen. Zo vraagt de energietransitie om een grootschalige omschakeling naar andere energiebronnen, zoals zon en wind. Om zonnepanelen en windmolens te maken, zijn andere en diverse kritieke grondstoffen nodig. Ook de opgave om tot mogelijk 1 miljoen nieuwe woningen te bouwen in de komende tien jaar wordt lastig (zo niet onmogelijk) met een afrekenbaar doel voor het halveren van het grondstoffengebruik. Er komen namelijk niet genoeg secundaire grondstoffen vrij om in de vraag te voorzien, en het overstappen op een grootschalig gebruik van biogrondstoffen heeft risico's voor de biodiversiteit. Aan de andere kant is een halveringsdoelstelling voor grondstoffen ambitieus en straalt die een duidelijke richting uit. Door hierop in te zetten, kan wellicht innovatie worden afgedwongen in andere domeinen. Uiteindelijk is er daarom een politieke afweging nodig om vast te stellen of een halvering voor specifieke grondstofstromen wenselijk is.

Voor het verlies van grondstoffen bestaan ook doelen. Denk bijvoorbeeld aan het doel om de hoeveelheid verbrand en gestort Nederlands afval tussen 2013 en 2023 te halveren. Daarnaast zijn er nog doelen voor de recycling van specifieke afvalstromen en doelen gericht op het voorbereiden van afval voor recycling. Voor hergebruik van producten en andere strategieën gericht op levensduurverlenging van producten en onderdelen bestaan nog geen doelen.

Figuur 4.2

Enkele bestaande doelen gepositioneerd in raamwerk voor doelen en indicatoren



Bron: PBL

Voor biogrondstoffen bestaat nog geen doel binnen het circulaire-economiebeleid

Op dit moment is er in het circulaire-economiebeleid van de Rijksoverheid alleen een doelstelling voor het gebruik van primaire abiotische grondstoffen. Daarmee wordt geen rekening gehouden met het land- en watergebruik en de terrestrische ecotoxiciteit die met de productie van biotische grondstoffen gepaard gaan. Dit zijn drukfactoren die, naast broeikasgassen, met name van belang zijn voor het verminderen van biodiversiteitsverlies. Door het op grote schaal vervangen van abiotische grondstoffen door biotische grondstoffen (*substitutie*), kan de druk op milieu en natuur toenemen.

Geef aandacht aan waardebehoud en de inzet van secundaire grondstoffen

Voor de functie van producten, het hergebruik van producten en onderdelen en recycling is naast de *hoeveelheid* grondstoffen ook de *waarde* (of het *waardebehoud*) van grondstoffen relevant. Een centraal onderdeel van een circulaire economie is namelijk het zo hoogwaardig mogelijk (opnieuw) benutten van grondstoffen. De economische waarde van een hergebruikt product is in de regel vele malen groter dan de waarde van onderdelen of gerecyclede materialen uit het product. Zo is een tweedehands mobieltje nog honderden euro's waard, terwijl de onderdelen enkele tientjes waard zijn en de gerecyclede materialen slechts enkele euro's. Waardebehoud speelt dan ook een rol bij de langere levensduur van de producten, onderdelen en grondstoffen en is daarmee een aangrijpingspunt voor circulariteitsdoelen.

Als wordt overwogen aanvullende doelen voor recycling te stellen, zijn minstens twee observaties relevant. Ten eerste zijn veel afvaldoelen vooral gericht op de omvang van afvalstromen. De kwaliteit van het ingezamelde materiaal krijgt minder aandacht, waardoor de hoogwaardige inzet van secundaire materialen wordt belemmerd. Zo is textielafval vaak niet hoogwaardig toe te passen, omdat het nat is of vervuild met andere materialen (Hanemaaijer et al. 2021). Ook gaan doelstellingen gericht op de hoeveelheid (in tonnen) voor afval voorbij aan de milieurelevantie van relatief kleine afvalstromen, zoals textiel. Ten tweede kunnen ook doelen worden geformuleerd die specifiek gaan over het hoogwaardig inzetten van secundair materiaal in plaats van primaire grondstoffen. Dergelijke doelen kunnen bijvoorbeeld stimuleren dat sloopafval gebruikt wordt bij het maken van nieuwe gebouwen en dat oude petflessen gebruikt worden om nieuwe petflessen te produceren.

Om te voorkomen dat grondstoffen de keten verlaten, zouden voor 2030 en 2050 aanvullende doelen kunnen worden gesteld. Hoewel het streven naar een afvalloze samenleving zonder verbranden en storten van afval een wenkend perspectief kan zijn, zal er in de praktijk naar verwachting altijd een klein deel afval resteren dat verbrand en gestort moet worden.

(2) Stel ten minste effectdoelen voor klimaat, biodiversiteit, vervuiling en leveringsrisico's

Een circulaire economie kan bijdragen aan meerdere, grote maatschappelijke vraagstukken

Een circulaire economie is een eigenstandig middel dat kan bijdragen aan de oplossing van verschillende maatschappelijke vraagstukken. Het grondstoffengebruik heeft namelijk allerlei milieu- en sociaaleconomische effecten, zowel in Nederland als daarbuiten. Zo draagt het grondstoffengebruik in de gehele keten substantieel bij aan onder andere broeikasgasemissies, biodiversiteitsverlies en toxiciteit. Daarnaast zijn met het grondstoffengebruik ook andere aspecten en belangen verbonden: toegevoegde waarde, leveringsrisico's, werkgelegenheid, arbeidsomstandigheden en andere sociaaleconomische effecten. Meer circulair produceren en consumeren kan hierin tot grote en kleine veranderingen leiden.

Voetafdrukindicatoren zijn relevant voor monitoring van milieueffecten in de keten

Voetafdrukindicatoren voor bijvoorbeeld broeikasgasemissies, biodiversiteit en landgebruik, zijn relevant in het kader van een circulaire economie, omdat ze de effecten in de gehele productie- en consumptieketens in beeld brengen, zowel binnen als buiten Nederland (Van Oorschot et al. 2021). Het is wel van belang om een set aan voetafdrukindicatoren te hanteren, in plaats van één gecombineerde indicator. Een indicator die meerdere milieueffecten combineert en vanuit de overheid aandacht krijgt, is de ecologische voetafdruk. Het kabinet heeft het streefdoel geformuleerd om de ecologische voetafdruk van de Nederlandse consumptie te halveren in 2050. De ecologische voetafdruk is een bruikbaar concept voor bewustwording en communicatie, maar minder geschikt voor gebruik in beleid. Zo worden hierin niet alle vormen van grondstoffengebruik meegenomen en is er geen zicht op de gevolgen voor biodiversiteit. Het risico van eenzijdige sturing is te verminderen door gebruik te maken van meerdere voetafdrukken als indicatoren voor het formuleren en evalueren van beleid (Van Oorschot et al. 2021).

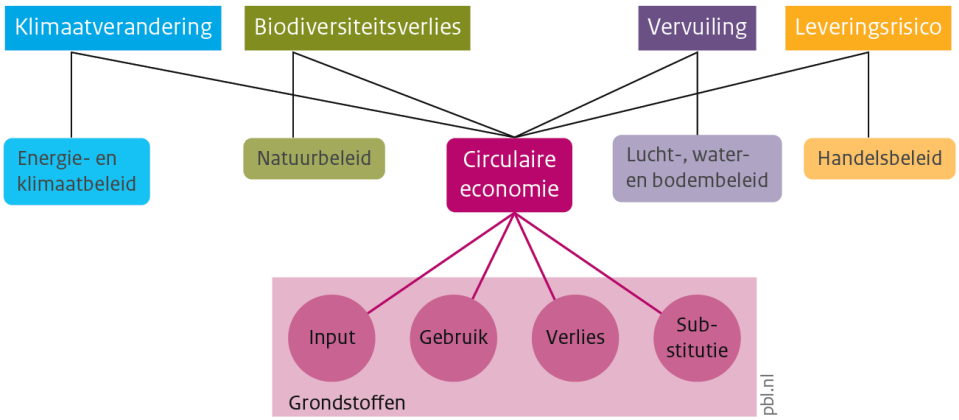
Het streven naar een beperkte set mogelijke hoofddoelen voor circulaire economie

In de zoektocht naar de bijdrage aan milieu- en socio-economische effecten die een circulaire economie *ten minste* zou moeten opleveren *en* waarvoor het zinvol is om hoofddoelen te formuleren, komen uit discussies met beleidsmakers en vertegenwoordigers uit het bedrijfsleven vier hoofdeffecten bovendrijven. Deze effecten zijn weergegeven in figuur 4.3 en zijn te verwoorden als:

1. klimaatverandering tegengaan: klimaatneutraal in 2050;
2. biodiversiteitsverlies verminderen: binnen de ecologische draagkracht van de aarde blijven;
3. vervuiling van lucht, water en bodem tegengaan: het *Zero Pollution Action Plan 2050* van de Europese Commissie; en
4. leveringsrisico's van grondstoffen verminderen.

Figuur 4.3

Positionering circulaire economie ten opzichte van maatschappelijke opgaves en andere beleidsthema's



Bron: PBL

Focus op vier hoofdeffecten sluit aan bij Europese prioriteiten

Deze vier mogelijke hoofddoelen sluiten nauw aan bij de grote thema's waar de Europese Commissie zich op richt. In het *7th Environmental Action Plan* (EC 2013) wordt het beschermen van natuurlijk kapitaal (biodiversiteit) als prioriteit genoemd, evenals het realiseren van een grondstoffenefficiënte en een klimaatneutrale economie in 2050. Het meten van deze effecten via voetafdrukindicatoren wordt expliciet benoemd, juist om de effecten in de gehele keten in kaart te brengen. Ook is er het *EU Action Plan: 'Towards Zero Pollution for Air, Water and Soil'* (EC 2021). Tot slot doet aandacht voor leveringsrisico's recht aan het belang dat de Europese Commissie hecht aan het zeker stellen van de toegang tot grondstoffen.

Ook zonder doelen zijn andere effecten relevant

Als wordt gekozen om te focussen op deze hoofddoelen, is niet gezegd dat andere milieu- en sociaaleconomische effecten niet relevant zijn; we stellen de vier effecten voor als aspecten waarop hoofddoelen kunnen worden geformuleerd. Uitbreiding van deze set is mogelijk. Het is echter niet noodzakelijk om binnen elk van de vier hoofddoelen voor alle mogelijke effecten ook doelen te stellen. Zo heeft de Europese Commissie in het *Resource Efficiency Scoreboard 2015* (EC 2016) hoofdindicatoren opgenomen voor grondstoffenefficiëntie, landgebruik, watergebruik en broeikasgasemissies, zonder voor al deze aspecten doelen te stellen. Voor verschillende aspecten is het ook de vraag of een doelstelling zou helpen bij het versnellen van de transitie. In de vorige policy brief is dan ook uiteengezet wat de uitdagingen en nadelen zijn van een doel voor bijvoorbeeld het aantal circulaire banen. Het is relevant om te monitoren hoeveel banen zijn gerelateerd aan de circulaire economie, maar het is de vraag of een doel voor het aantal banen zal helpen om de transitie te sturen of te versnellen. Specifieke milieu- en sociaaleconomische effecten kunnen ook worden gezien als randvoorwaarden, zoals arbeidsomstandigheden. Meer circulair produceren betekent niet automatisch een verbetering van arbeidsomstandigheden, waardoor het stellen van een arbeidsomstandighedendoel niet zinvol is binnen het richtinggevende kader. Maar het is wel waardevol om de arbeidsomstandigheden (in de keten) als randvoorwaarde mee te nemen in de omschakeling naar meer circulair produceren. In de *Integrale Circulaire Economie Rapportage* (Hanemaaijer et al. 2021) wordt elke twee jaar gerapporteerd over een breed scala aan milieu- en sociaaleconomische effecten, zowel die waar expliciete doelen voor zijn geformuleerd, als effecten die relevant zijn om als randvoorwaarde in de gaten te houden.

(3) Focus voor effectdoelen vooral op productgroepen

Productgroepniveau is cruciaal voor meten van en sturen op effecten

Het niveau van productgroepen is cruciaal om te kunnen sturen op de milieu- en sociaaleconomische effecten van grondstoffengebruik. Het is mogelijk, zoals bleek in hoofdstuk 3, om vast te stellen welke milieudruk samenhangt met de winning van een *grondstof* (bijvoorbeeld ijzererts) en de verwerking daarvan tot een *materiaal* (bijvoorbeeld staal). Materialen kunnen vervolgens in allerlei *producten* terechtkomen (staal komt onder meer terecht in gebouwen, graafmachines en koelkasten). Een verzameling van producten met gedeelde kenmerken wordt een *productgroep* genoemd (zoals elektronica of textiel).

Door naar een productgroep te kijken in plaats van naar een grondstof of materiaal, is het mogelijk om zicht te krijgen en te sturen op het grondstoffengebruik en de milieueffecten over de gehele *levensduur* in de gehele *productieketen*. Ook de maatregelen die het grondstoffengebruik binnen een productgroep meer circulair kunnen maken en de milieu- en sociaaleconomische effecten daarvan in de gewenste richting kunnen bijstellen, komen zo in beeld; het voorbeeld van de koelkast uit hoofdstuk 2 is hier relevant. Om een goed beeld te krijgen van de milieu- en sociaaleconomische effecten die samenhangen met het (circulair) maken en gebruiken van een koelkast, is het niet voldoende om alleen te kijken naar de effecten van de winning en verwerking van de grondstoffen die in de koelkast terechtkomen.

Het gaat ook om de fabricage van de koelkast en bijvoorbeeld de effecten tijdens een tweede, derde of misschien wel een vierde leven, het opnieuw gebruiken van onderdelen en het recyclen van de materialen.

Monitoring van voetafdrukken op nationaal niveau is van belang

Om te kunnen bepalen of de transitie naar een circulaire economie op termijn de beoogde effecten oplevert, is het van belang de voetafdrukken voor broeikasgasemissies, biodiversiteit en vervuiling naar land, water en bodem te *monitoren*, net als de leveringsrisico's voor de Nederlandse economie. Dit sluit ook aan bij de aanpak op EU-niveau. Om te kunnen *sturen* op deze effecten, is het productgroepniveau echter relevant. Een generiek nationaal effectdoel kan zelfs perverse prikkels genereren. Neem het fictieve doel in gedachten van 'een reductie van broeikasgasemissies van X megaton in 2030 door circulaire maatregelen'. Een dergelijk doel zou richting geven, want het geeft expliciet aan waar een circulaire economie als middel aan zou moeten bijdragen. Als een dergelijk doel *afrekenbaar* wordt gehanteerd, kunnen er echter perverse prikkels ontstaan. De effecten van circulaire maatregelen (op bijvoorbeeld broeikasgasemissies) hebben namelijk betrekking op de effecten in de gehele productieketen en over de gehele levensduur van producten. Zo zijn voor een circulaire lift op de korte termijn meer grondstoffen nodig, omdat levensduurverlenging meer grondstoffen vergt om de lift steviger, slijtvaster en reparabel te maken. Deze toename in grondstoffengebruik gaat gepaard met een toename van broeikasgasemissies tijdens de winning en verwerking van grondstoffen en de productie van de lift. In het jaar waarin de lift wordt gemaakt, is dus een stijging waarneembaar in het grondstoffengebruik en de emissies. De winst door de langere levensduur is niet zomaar te verdisconteren naar het grondstoffengebruik en de milieueffecten in een specifiek jaar. Als er afrekenbaar wordt gestuurd op broeikasgasemissies door circulaire maatregelen in een bepaald jaar, komt de circulaire lift uit het voorbeeld als ongewenst naar voren, terwijl het effect over de gehele levensduur juist wel gewenst zou zijn. Vanuit het productgroepniveau is het beter mogelijk om (afrekenbaar) te sturen.

Aanpak met indicatoren op hoofdlijnen en sturing op productgroepniveau sluit aan bij EU-aanpak

In het *New Circular Economy Action Plan* (EC 2020) krijgt productbeleid een belangrijke rol. Met andere woorden, de relevantie van het productgroepniveau voor een circulaire economie wordt ook op EU-niveau herkent. Zo wordt beschreven hoe de huidige *Ecodesign Directive* zal worden verbreed met aandacht voor circulariteit, naast de huidige insteek van energiebesparing. Dit betekent dat er aandacht zal komen voor onder andere de levensduur, herbruikbaarheid en repareerbaarheid van producten, hun grondstofefficiëntie en hun broeikasgasvoetafdruk. Aandacht voor effecten in productieketens en over de gehele levensduur wordt expliciet benoemd. Momenteel zijn er zeven productgroepen als prioritair bestempeld: elektronica en ICT, batterijen (in voertuigen), verpakkingen, plastics, textiel, gebouwen, en voedsel (inclusief water en nutriënten). Deze productgroepen vertonen een duidelijke overlap met de transitiethema's uit het Nederlandse circulaire-economiebeleid. Op EU-niveau wordt dus ook gekeken naar de mogelijkheid om te sturen op productgroepniveau, terwijl indicatoren voor het grondstoffengebruik en de effecten (als onderdeel van het *Resource Efficiency Scoreboard*) gebruikt worden om te zien of ontwikkelingen op de lange termijn de gewenste kant op gaan.

Maak gebruik van bestaande methoden en indicatoren op productgroepniveau

Er bestaan al verschillende meetmethoden om de effecten in de gehele keten en over de gehele levensduur van productgroepen in kaart te brengen. Op EU-niveau is de *Product Environmental Footprint (PEF)* beschikbaar (EC 2012). Er zijn ook andere methoden beschikbaar, zoals de *Life Cycle Analysis (LCA)*, de *Milieukostenindicator (MKI)* en de vingerafdrukmethodiek (van TNO). Het is van belang om te onderzoeken in hoeverre de bestaande methoden

alle relevante aspecten van een circulaire economie meenemen en wat er moet gebeuren om ze geschikt te maken voor sturing en het opstellen van afrekenbare doelen. Desalniettemin vormen ze waardevolle beginpunten voor het verder concretiseren van doelen op productgroepniveau. Aan het einde van dit hoofdstuk komen we hier nog op terug.

Aanzienlijk reduceren of halveren van milieueffecten als mogelijk doel voor productgroepen

Ook voor productgroepen geldt de uitdaging om tot relatief eenvoudige doelen te komen, terwijl de aard en omvang van de effecten van grondstoffengebruik per productgroep aanzienlijk kunnen verschillen. Differentiatie in de effectdoelen naar verschillende productgroepen is dus nodig. Een manier om dit op een voor de overheid hanteerbare en communiceerbare manier te doen, is in te zetten op een aanzienlijke reductie of halvering van de milieu-impact van productgroepen. Het voordeel van zo'n effectdoel is dat dit ruimte biedt voor verschillende accenten per productgroep. Een dergelijk doel is helder en eenvoudig te communiceren, en doet tegelijkertijd recht aan de complexiteit en diversiteit van de circulaire economie. Verdere concretisering van zo'n doel is nodig, met bijbehorende afspraken over het meten en evalueren van de voortgang. Ook hier komen we aan het einde van dit hoofdstuk op terug.

(4) Gebruik prestatiedoelen om te sturen op de weg richting een circulaire economie

Grondstoffengebruik en bijbehorende effecten worden door autonome factoren beïnvloed

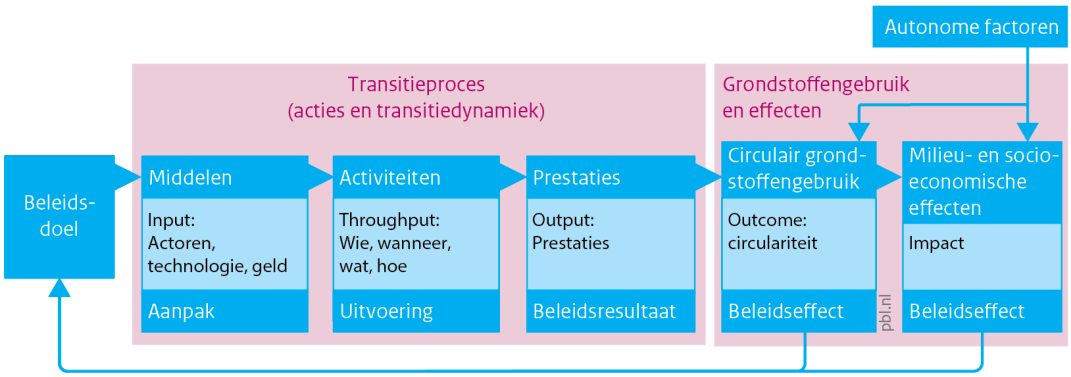
Doelen voor circulair grondstoffengebruik en de bijbehorende effecten zijn relevant om de richting van de transitie vast te leggen. Het grondstoffengebruik en de bijbehorende effecten zijn te monitoren (Hanemaaijer et al. 2021). Bij de interpretatie van de trends hierin is het echter de uitdaging om vast te stellen in hoeverre veranderingen in het grondstoffengebruik en de bijbehorende effecten (enkel) door het circulaire-economiebeleid zijn gerealiseerd. Naast dit beleid zijn immers ook andere factoren van invloed, zoals demografische ontwikkelingen en beleid dat voor andere vraagstukken wordt gevoerd en vaak onbedoeld interfereert met circulaire-economiebeleid.

Er worden allerlei prestaties geleverd gericht op een circulaire economie

In Nederland is al relatief veel aandacht voor de circulaire economie, zowel van de overheid als van betrokken maatschappelijke partijen (Hanemaaijer et al. 2021). Er worden allerlei activiteiten en middelen ingezet die kunnen bijdragen aan het realiseren van een circulaire economie. Denk bijvoorbeeld aan de aandacht voor het uitbreiden van productenverantwoordelijkheid voor de productgroepen matrassen en textiel, het vergroten van de financieringsmogelijkheden voor circulaire projecten, en het experimenteren met chemische recycling en nieuwe verdienmodellen. Het is mogelijk om doelen voor het realiseren van dergelijke *prestaties* op te stellen. Prestaties zijn de directe uitkomsten van de *middelen* (zoals arbeid en geld) en *activiteiten* (zoals het beoordelen van vergunningen, het volgen van trainingen en het werven en opleiden van personeel) die overheid en organisaties inzetten (figuur 4.4). Anders gezegd: prestaties kunnen door een organisatie worden gerealiseerd zonder dat deze daarvoor afhankelijk is van andere partijen of van maatschappelijke ontwikkelingen buiten de invloedssfeer van de organisatie.

Figuur 4.4

Raamwerk voor meten van voortgang van transitie naar circulaire economie



Bron: Algemene Rekenkamer 2005; bewerking PBL

Prestatiedoelen zijn bruikbaar om de weg naar de einddoelen te beïnvloeden

Een richtinggevend kader kan naast langetermijndoelen voor circulariteit en milieu- en sociaaleconomische effecten, ook prestatiedoelen bevatten die bijdragen aan het realiseren van de beoogde verandering in grondstoffengebruik en bijbehorende effecten. Prestatiedoelen geven aan op welke manier overheid en bedrijven worden geacht bij te dragen aan het realiseren van bepaalde gewenste effecten. Prestatiedoelen zijn direct beïnvloedbaar door overheidsbeleid en bedrijven, en hebben dan ook raakvlakken met de inzet van beleidsinterventies, specifieke circulaire oplossingen en het creëren van de juiste randvoorwaarden. Prestatiedoelen passen bij het idee van *roadmaps*. We illustreren dit met een voorbeeld. Een manier om het grondstoffengebruik te verminderen en daarmee de negatieve effecten op het milieu te beperken, is de levensduur van producten te verlengen (*slow the loop*). Beleidsprestaties die hieraan kunnen bijdragen, zijn bijvoorbeeld het invoeren van wetgeving en subsidies gericht op het verlengen van de levensduur van producten. Bedrijven kunnen direct werken aan de levensduurverlenging van hun producten, door ze bijvoorbeeld anders te ontwerpen, onderhoudsdiensten aan te bieden en de garantietermijn te verlengen.

Met prestatiedoelen trajecten uit transitieagenda's koppelen aan nationale doelen

Prestatiedoelen bieden ook de mogelijkheid om lopende trajecten vanuit maatschappelijke partijen te koppelen aan nationale doelen. Uit de vijf eerdergenoemde transitieagenda's zijn bijvoorbeeld allerlei prestaties (met bijbehorende impliciete en expliciete doelen) af te leiden. Denk aan prestaties rondom het stimuleren van circulair ontwerp, het ontwikkelen van specifieke recyclingtechnologieën, het experimenteren met circulaire businessmodellen en het opzetten van icoonprojecten om nieuwe samenwerkingen tot stand te brengen.

Deze voorbeelden laten zien dat prestatiedoelen gebruikt kunnen worden om innovatie te stimuleren. Het selecteren van de juiste prestaties is echter niet makkelijk en vraagt om een onderbouwing; via een beleidstheorie of veranderstrategie moet altijd worden geprobeerd aan te geven waarom en in welke mate een prestatie kan bijdragen aan een beoogd einddoel.

Prestatiedoelen zijn een noodzakelijke, maar geen voldoende voorwaarde

Het is van belang om prestatie- en effectdoelen in verhouding tot elkaar te blijven zien. Het realiseren van een prestatie betekent niet dat het gewenste eindeffect ook daadwerkelijk wordt bereikt. Daarmee zijn prestaties een noodzakelijke, maar geen voldoende voorwaarde

voor het realiseren van effecten (Algemene Rekenkamer 2005). Zo kan het inzetten op circulair inkopen en bewustwordingscampagnes een rol spelen in het verminderen van het grondstoffengebruik, maar is er geen garantie dat het behalen van prestaties rondom circulair inkopen en bewustwordingscampagnes voldoende is om een circulaire economie te realiseren.

(5) Neem ruimte voor leren en richt het veranderproces flexibel in

Zorg voorflexibiliteit in voorspelbare doelen

De transitie naar een circulaire economie is complex en bevindt zich nog in een beginfase, waardoor er nog veel onbekend is. Zo ontbreekt vooralsnog een omvattend overzicht van de mogelijkheden om het grondstoffengebruik te reduceren en de negatieve effecten van grondstoffengebruik te beperken. Vanwege deze kennislacune, is het aan te raden om het richtinggevende kader flexibel in te richten, met ruimte voor reflectie en leren.

Flexibiliteit gaat in dit geval over het kunnen aanpassen van de langetermijnrichting als zich nieuwe inzichten voordoen. Maar ook over het kunnen verleggen van de weg naar het einddoel toe, juist in de beginfase, om zo met een breed scala aan oplossingen te kunnen experimenteren en hiervan te leren. De uitdaging hierbij is om te komen tot voorspelbare doelen, die ondernemers en investeerders op basis van die voorspelbaarheid voldoende zekerheid geven. Dit kan door vooraf aan te geven dat flexibiliteit inhoudt dat – bijvoorbeeld – nieuwe wetenschappelijke inzichten, ervaringen bij koplopers en wijzigingen in het EU-beleid, aanleiding kunnen zijn om de doelen aan te passen. Op die manier is het mogelijk om bijvoorbeeld eisen te stellen aan productgroepen op basis van de beste beschikbare technologie en van tevoren af te spreken dat wat nu mogelijk is, over enkel jaren als norm of doel geldt en de eisen in de tijd te actualiseren. Door daarbij te focussen op de doelen en niet op de manier waarop het resultaat bereikt wordt (middel), biedt een dergelijke aanpak een permanente stimulans voor innovatie zonder al te grote risico's op perverse effecten van middelvoorschriften.

Begin met enkele relevante productgroepen per transitiethema

Omdat er in de Nederlandse economie veel verschillende grondstoffen worden gebruikt en nog veel meer producten gemaakt, is het zinvol om in het beleidstraject waarin doelen voor het circulaire-economiebeleid moeten worden vastgesteld, te beginnen met enkele relevante productgroepen per transitiethema. Een eerste belangrijke vraag is op welk aggregatieniveau dat passend is. Gaat het bijvoorbeeld om alle elektrische apparaten tegelijk, of is het zinvol onderscheid te maken tussen witgoed en elektronica? Per productgroep kunnen vervolgens afspraken worden gemaakt tussen overheden en betrokken partijen over wat te bereiken en wanneer. Dit kan gaan over de gewenste afname van de milieudruk, zoals een halvering van de milieudruk in de keten voor een bepaald jaar, maar ook over manieren om een dergelijk doel te realiseren, zoals het verlengen van de garantietermijn van producten. Hierbij horen ook afspraken over het meten van de voortgang en het evalueren van de behaalde resultaten. Om zicht te krijgen op de mogelijkheden om de milieudruk voor een productgroep te reduceren – via R-strategieën –, is een inventarisatie nodig van de verschillende opties: wat zijn de te verwachte effecten en de kosten van bijvoorbeeld het repareren en recyclen van producten?

De *Integrale Circulaire Economie Rapportage* (ICER, zie Hanemaaijer et al. 2021) geeft een algemeen beeld van de prestaties en de effecten. Daarin wordt elke twee jaar gerapporteerd over de voortgang van de overgang naar een circulaire economie in Nederland. In de ICER wordt gekeken naar zowel het grondstoffengebruik en de effecten ervan, als naar de acties van de overheid en betrokken partijen in de samenleving om een circulaire economie dichterbij te brengen. Het PBL gaat na wanneer en in hoeverre het mogelijk is om ook (op hoofdlijnen) te rapporteren over de voortgang voor relevante productgroepen.

Literatuur

Algemene Rekenkamer (2005). Handleiding onderzoek naar doelmatigheid en doeltreffendheid. Den Haag: Algemene Rekenkamer.

Bastein, A.G.T.M. & E. Rietveld (2015). Materialen in de Nederlandse economie - Een kwetsbaarheidsanalyse.

CBS (2020). Nog niet gepubliceerde data. Persoonlijke mededeling CBS, september 2020.

CBS (2021). Materiaalmonitor detailbestand. Persoonlijke mededeling CBS, mei 2021.

CML (2018). CMLCA, zie: http://www.cmlca.eu/.

CML (2021). Data over materiaalsamenstelling van verschillende producten. Persoonlijke mededeling CML, mei 2021.

Dietz, F.J. (2000). Meststoffenverliezen en economische politiek. Bussum: Coutinho.

Driessen, P.P.J & P. Glasbergen (2000). Milieu, samenleving en beleid. Den Haag: Elsevier bedrijfsinformatie bv.

EC (2012). Product Environmental Footprint (PEF) Guide. Brussels: European Commission.

EC (2013). The 7th Environmental Action Programme to 2020 – 'Living well, within the limits of our planet'. Brussels: European Commission.

EC (2016). EU Resource Efficiency Scoreboard 2015. Brussels: European Commission.

EC (2020). Circular Economy Action Plan. For a cleaner and more competitive Europe. Brussels: European Commission.

EC (2021). Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions - Pathway to a Healthy Planet for All EU Action Plan: 'Towards Zero Pollution for Air, Water and Soil'. Brussels: European Commission.

Ecoinvent, versie 3.4, zie: https://www.ecoinvent.org/database/database.html.

EIB, Metabolic & SGS Search (2020). Materiaalstromen, milieu-impact en energieverbruik in de woning- en utiliteitsbouw. Uitgangssituatie en doorkijk naar 2030.

Ercan, M., J. Malmodin, P. Bergmark, E. Kimfalk & E. Nilsson (2016). Life cycle assessment of a smartphone. In ICT for Sustainability 2016 (pp. 124-133). Atlantis Press.

Hanemaaijer, A. et al. (2021). Integrale Circulaire Economie Rapportage 2021. Den Haag: PBL Planbureau voor de Leefomgeving.

Kirchherr, J. et al. (2017). Conceptualizing the circular economy: An analysis of 114 definitions. Resources, conservation & recycling.

Kishna, M. et al. (2019). Doelstelling Circulaire Economie 2030. Den Haag: PBL Planbureau voor de Leefomgeving.

Oorschot, M. van, H. Wilting, D. Nijdam & H. Bredenoord (2021). Halveren van de Nederlandse voetafdruk. Reflectie op een nieuwe ambitie voor het Nederlandse nationale en internationale natuurbeleid. Den Haag: PBL Planbureau voor de Leefomgeving.

PBL (2020). Balans van de Leefomgeving. Burger in zicht, overheid aan zet. Den Haag: PBL Planbureau voor de Leefomgeving.

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

RWS (2021a). Samenstelling van het huishoudelijk restafval, sorteeranalyses 2020. Gemiddelde driejaarlijkse samenstelling 2019. Utrecht: Rijkswaterstaat.

RWS (2021b). Nederlands afval in cijfers. Utrecht: Rijkswaterstaat.

SER (2021). Brief Reflectiegroep Circulaire Economie, 21 januari 2021.

TNO (2020). Update leveringsrisico's in het kader van het WP 20.

TNO (2021). Persoonlijke mededeling TNO, mei 2021.
Vollebergh, H. et al. (2017). Fiscale vergroening: belastingverschuiving van arbeid naar grondstoffen, materialen en afval. Den Haag: PBL Planbureau voor de Leefomgeving.
Wilting, H. et al. (2021). Update trends in Nederlandse voetafdrukken. Methoden, data en resultaten (in voorbereiding). Den Haag: PBL Planbureau voor de Leefomgeving.

Bijlage: methoden en data voor hoofdstuk 3

Voor het berekenen van de grondstof- en materiaalstromen en effecten zijn verschillende methoden en databronnen gebruikt en diverse aannames gemaakt. Deze worden in deze bijlage beschreven.

Fysieke grondstof- en materiaalstromen

Gegevens over de fysieke grondstof- en materiaalstromen zijn afgeleid uit detailtabellen van de Materiaalmonitor van het CBS (2021). Dit betreft de winning van grondstoffen in Nederland, de import (zonder wederuitvoer), de export (zonder wederuitvoer) en de binnenlandse finale bestedingen.

De winning en de import geven de hoeveelheden grondstoffen, materialen en productgroepen weer die de Nederlandse economie in gaan. Een deel hiervan wordt direct in Nederland geconsumeerd dan wel na verwerking (finale bestedingen). Een ander deel verlaat Nederland weer via de export. Het resterende deel betreft het verbruik van grondstoffen en materialen in Nederlandse productiesectoren. Voorbeelden van deze 'verliezen' zijn:

- verbranding van fossiele brandstoffen in productieprocessen, bijvoorbeeld de industrie;
- materiaalverliezen bij de omzetting van ijzererts naar staal of cement, zand, grind en water naar beton;
- papiergebruik in kantoren die diensten leveren aan consumenten;
- gebruik van voeding in de horeca, die als dienst maaltijden serveert.

Bij de finale bestedingen gaat het dus alleen om de fysieke stromen die daadwerkelijk bij consumenten, de overheid of in investeringen terechtkomen. Aan geconsumeerde diensten zijn geen kilo's gekoppeld en die tellen daarmee niet mee in de berekening van de grondstoffen en materialen in de finale bestedingen en de daaraan gekoppelde milieu-impacts. In de milieuvoetafdrukken van consumptie (zie hieronder) zijn deze wel opgenomen.

Het detailbestand van de Materiaalmonitor is geen officieel vastgesteld publicatiebestand van het CBS. De plausibiliteit van de detaildata verschilt tussen variabelen en er bestaat de kans dat een variabele van matige of slechte kwaliteit is. De cijfers in de detailtabel moeten als experimentele data worden beschouwd die voor verbeteringen vatbaar zijn. Ze zijn echter voldoende solide om de belangrijkste grondstof- en materiaalstromen te kunnen identificeren.

Voor verdere analyse hebben we de gedetailleerde set van grondstoffen, materialen en productgroepen toegekend aan een set van grondstoffen en materialen (zie tabel B.1). Hierbij is voor productgroepen een toedeling gemaakt naar in het product opgenomen materialen op basis van een gemiddelde materiaalsamenstelling. Bijvoorbeeld voor een koelkast is het aandeel staal, koper, kunststoffen en dergelijke bepaald. Gegevens over de materiaalsamenstelling van producten zijn verkregen uit diverse bronnen: TNO, CML, RuG (EAP tool versie 4) en eigen aannames.

De uiteindelijke indeling is enigszins arbitrair en bevat zowel grondstoffen als materialen. Bijvoorbeeld zowel beton als ook zand, grind en cement (en water) dat gebruikt wordt voor het maken van beton, maar ook andere toepassingen kent. Hetzelfde geldt voor bijvoorbeeld

veevoer en vlees, ijzererts en staal, en ruwe aardolie dat zowel gebruikt wordt voor diesel als voor de productie van kunststoffen.

Voor de rapportage in deze notitie en de analyse van de relevante grondstoffen en materialen zijn de meer gedetailleerde grondstof en materiaalcategorieën geaggregeerd naar meer geaggregeerde grondstof- en materiaalgroepen (zie tabel B.1).

Tabel B.1 Onderscheiden grondstoffen en materialen (in berekening) en materiaalgroepen gepresenteerd in de figuren 3.3, 3.4 en 3.5

Grondstoffen en materialen (in berekening)	Materiaalgroepen (figuren 3.3 en 3.5)	Geaggregeerde materiaalgroepen (figuur 3.4)
wheat grain	Granen	Plantaardige voedselproducten
sweet corn	Granen	Plantaardige voedselproducten
barley grain	Granen	Plantaardige voedselproducten
fava bean	Overige voedselgewassen	Plantaardige voedselproducten
protein pea	Overige voedselgewassen	Plantaardige voedselproducten
soybean	Veevoergewassen	Overige materialen
peanut	Oliegewassen	Plantaardige voedselproducten
cabbage average	Overige voedselgewassen	Plantaardige voedselproducten
rape seed	Oliegewassen	Plantaardige voedselproducten
green bell pepper	Overige voedselgewassen	Plantaardige voedselproducten
cucumber	Overige voedselgewassen	Plantaardige voedselproducten
tomato	Overige voedselgewassen	Plantaardige voedselproducten
onion	Overige voedselgewassen	Plantaardige voedselproducten
potato	Overige voedselgewassen	Plantaardige voedselproducten
barley seed for sowing	Granen	Plantaardige voedselproducten
sugar beet (RoW)	Overige voedselgewassen	Plantaardige voedselproducten
sugar beet (CH)	Overige voedselgewassen	Plantaardige voedselproducten
fodder beet	Veevoergewassen	Overige materialen
apple	Overige voedselgewassen	Plantaardige voedselproducten
orange	Overige voedselgewassen	Plantaardige voedselproducten
banana	Overige voedselgewassen	Plantaardige voedselproducten
coffee, green bean	Overige voedingsmiddelen	Plantaardige voedselproducten
cocoa bean	Overige voedingsmiddelen	Plantaardige voedselproducten
tea, dried	Overige voedingsmiddelen	Plantaardige voedselproducten
rice	Granen	Plantaardige voedselproducten
sugar, from sugar cane	Overige voedingsmiddelen	Plantaardige voedselproducten
sugar, from sugar beet	Overige voedingsmiddelen	Plantaardige voedselproducten
red meat, live weight cattle	Vlees & vis	Dierlijke voedselproducten
red meat, live weight sheep	Vlees & vis	Dierlijke voedselproducten
red meat_cattle & sheep	Vlees & vis	Dierlijke voedselproducten

cow milk, raw	Zuivel	Dierlijke voedselproducten
swine, live weight	Vlees & vis	Dierlijke voedselproducten
chicken, live weight	Vlees & vis	Dierlijke voedselproducten
skimmed milk	Zuivel	Dierlijke voedselproducten
cream	Zuivel	Dierlijke voedselproducten
butter	Zuivel	Dierlijke voedselproducten
cheese	Zuivel	Dierlijke voedselproducten
whey	Zuivel	Dierlijke voedselproducten
sheep wool	Bioitisch textiel	Textiel (biotisch)
textile, knit cotton	Bioitisch textiel	Textiel (biotisch)
textile, kenaf	Bioitisch textiel	Textiel (biotisch)
textile, woven cotton	Bioitisch textiel	Textiel (biotisch)
textile, jute	Bioitisch textiel	Textiel (biotisch)
sawnwood, soft	Hout en papier	Hout en papier
sawnwood, hard	Hout en papier	Hout en papier
printed paper	Hout en papier	Hout en papier
natural stone (RoW)	Overige mineralen	Overige mineralen
natural stone (Glo)	Overige mineralen	Overige mineralen
sand	Zand & grind	Zand & grind
gravel	Zand & grind	Zand & grind
clay	Overige mineralen	Overige mineralen
clay brick	Overige mineralen	Overige mineralen
ceramic tile	Overige mineralen	Overige mineralen
flat glass, uncoated	Overige mineralen	Overige mineralen
flat glass, coated	Overige mineralen	Overige mineralen
packaging glass, green	Overige mineralen	Overige mineralen
packaging glass, brown	Overige mineralen	Overige mineralen
packaging glass, white	Overige mineralen	Overige mineralen
concrete block	Beton	Beton
lean concrete (RoW)	Beton	Beton
concrete, normal (CH)	Beton	Beton
cement, unspecified	Overige mineralen	Overige mineralen
steel, low-alloyed	IJzer & staal	IJzer & staal
steel, unalloyed	IJzer & staal	IJzer & staal
aluminium, cast alloy	Aluminium	Overige metalen
aluminium, wrought alloy	Aluminium	Overige metalen
aluminium, primary liquid	Aluminium	Overige metalen
copper	Koper	Overige metalen
lead	Overige metalen	Overige metalen

nickel	Overige metalen	Overige metalen
chromium	Chroom	Overige metalen
zinc	Overige metalen	Overige metalen
manganese	Overige metalen	Overige metalen
gold	Overige metalen	Overige metalen
silver	Overige metalen	Overige metalen
platinum	Overige metalen	Overige metalen
palladium	Overige metalen	Overige metalen
tin	Overige metalen	Overige metalen
cobalt	Overige metalen	Overige metalen
indium	Overige metalen	Overige metalen
indium tin oxide	Overige metalen	Overige metalen
neodimium oxide	Overige metalen	Overige metalen
lithium	Overige metalen	Overige metalen
pig iron	IJzer & staal	IJzer & staal
titanium	Overige metalen	Overige metalen
molybdenum	Overige metalen	Overige metalen
cadmium	Overige metalen	Overige metalen
tantalum powder	Overige metalen	Overige metalen
mercury	Overige metalen	Overige metalen
antimony	Overige metalen	Overige metalen
silicon metallurgical grade	Overige mineralen	Overige mineralen
silicon, electronics grade	Overige mineralen	Overige mineralen
silicon, solar grade	Overige mineralen	Overige mineralen
tellurium, semiconductor-grade	Overige mineralen	Overige mineralen
tap water	Overige materialen	Overige materialen
natural gas, heat from co-generation, conventional power plant, 100MW	Fossiele grondstof (gas)	Fossiel
natural gas, electricity from co-generation, conventional power plant, 100MW	Fossiele grondstof (gas)	Fossiel
natural gas, heat from co-generation, conventional power plant, 400MW	Fossiele grondstof (gas)	Fossiel
natural gas, electricity from co-generation, conventional power plant, 400MW	Fossiele grondstof (gas)	Fossiel
natural gas, electricity from conventional power plant	Fossiele grondstof (gas)	Fossiel
natural gas, electricity from power plant, 10MW	Fossiele grondstof (gas)	Fossiel
oil, electricity from co-generation, oil	Fossiele grondstof (vloeibaar)	Fossiel
oil, heat from co-generation	Fossiele grondstof (vloeibaar)	Fossiel

oil, electricity from power plant	Fossiele grondstof (vloeibaar)	Fossiel
hard coal, electricity from co-generation	Fossiele grondstof (vast)	Fossiel
hard coal, heat from co-generation	Fossiele grondstof (vast)	Fossiel
hard coal, electricity from power plant	Fossiele grondstof (vast)	Fossiel
petrol, transport passenger car	Fossiele grondstof (vloeibaar)	Fossiel
diesel, transport passenger car	Fossiele grondstof (vloeibaar)	Fossiel
natural gas, high pressure[CtG]	Fossiele grondstof (gas)	Fossiel
natural gas, liquefied[CtG]	Fossiele grondstof (gas)	Fossiel
heavy fuel oil[CtG]	Fossiele grondstof (vloeibaar)	Fossiel
hard coal[CtG]	Fossiele grondstof (vast)	Fossiel
petroleum[CtG]	Fossiele grondstof (vloeibaar)	Fossiel
naphtha[CtG]	Fossiele grondstof (vloeibaar)	Fossiel
diesel[CtG]	Fossiele grondstof (vloeibaar)	Fossiel
liquefied petroleum gas[CtG]	Fossiele grondstof (vloeibaar)	Fossiel
peat	Fossiele grondstof (vast)	Fossiel
chemical, inorganic	Chemicaliën	Overige materialen
chemical, organic	Chemicaliën	Overige materialen
phosphate fertiliser, as P2O5	Chemicaliën	Overige materialen
nitrogen fertiliser, as N	Chemicaliën	Overige materialen
potassium fertiliser, as K2O	Chemicaliën	Overige materialen
pesticide, unspecified	Chemicaliën	Overige materialen
vinyl acetate	Kunststoffen	Kunststoffen
polypropylene	Kunststoffen	Kunststoffen
glass fibre reinforced polyamide	Kunststoffen	Kunststoffen
polyurethane	Kunststoffen	Kunststoffen
polycarbonate	Kunststoffen	Kunststoffen
polyvinylchloride	Kunststoffen	Kunststoffen
polyethylene, low density	Kunststoffen	Kunststoffen
polyethylene, high density	Kunststoffen	Kunststoffen
polyethylene terephthalate	Kunststoffen	Kunststoffen
polyethylene terephthalate, recycled	Kunststoffen	Kunststoffen
Hooi/gras/stro+ov crop resten	Veevoergewassen	Overige materialen
metaalertsen	IJzer & staal	IJzer & staal
zout	Mineralen	Overige mineralen
niet gespecificeerd	Overige materialen	Overige materialen

Milieu-impacts van materialen in de finale bestedingen

Voor de geconsumeerde materiaalgroepen in de finale bestedingen is de milieu-impact berekend op basis van kentallen die berekend zijn met levenscyclusanalyse (LCA). De milieu-impacts bestrijken het stroomopwaartse deel van de keten (levenscyclus) van de materialen, dat is vanaf de winning tot en met de materiaalproductie. De milieu-impacts die samenhangen met de gebruiks- en einde-levensfasen van de materialen zijn niet in aanmerking genomen.

De milieu-impact van de materialen in de keten is berekend met behulp van de LCA-softwaretool CMLCA (CML 2018). De berekeningen zijn gebaseerd op procesbeschrijvingen zoals opgesteld door Ecoinvent die resulteren in de impacts per kg. De impacts per kg zijn gekoppeld aan de grondstoffen en materialen op het gedetailleerde niveau in onze analyse. Dit is gedaan voor 8 impactcategorieën uit figuur 3.4 (tabel B.2). Op basis hiervan zijn de materiaallijstjes per impactcategorie opgesteld.

Tabel B.2 Impactcategorieën onderscheiden in de analyse

Impact	Beschrijving	Indicator	Eenheid
Broeikasgas-emissies	Klimaatverandering wordt hier gedefinieerd als het effect van menselijke emissies op de stralingsforcering van de atmosfeer, waardoor de temperatuur van het aardoppervlak stijgt. Dit kan leiden tot een stijging van de zeespiegel, tot meer extreme weersomstandigheden en tot ingrijpende veranderingen in het plaatselijke klimaat, die vooral de landbouw en ecosystemen schade kunnen toebrengen. De effecten worden gemeten als uitstoot van broeikasgassen in de lucht (kg).	Broeikasgas-emissies	kg CO_2-Eq
Risico op verzuring	Verzurende verontreinigende stoffen zoals SO_2 en NOx hebben corrosieve effecten op bodem, grondwater, oppervlaktewater, biologische organismen, ecosystemen en materialen (gebouwen). De effecten worden gemeten als uitstoot van verzurende gassen in de lucht (kg).	Verzurende emissies	kg SO_2-Eq
Eutrofiërings-potentieel	Eutrofiëring heeft betrekking op alle potentiële effecten van excessief hoge gehalten aan macronutriënten in het milieu, waarvan stikstof (N) en fosfor (P) de belangrijkste zijn. Verrijking met nutriënten kan leiden tot ongewenste verschuivingen in de soortensamenstelling en tot een verhoogde biomassaproductie in ecosystemen en beïnvloedt bronnen die geschikt zijn voor drinkwater. De effecten worden gemeten als emissies van nutriënten naar lucht, water en bodem (kg).	Emissies van N en P	kg PO_4-Eq
Humane toxiciteit	Dit effect omvat de gevolgen van toxische stoffen in het milieu op de menselijke gezondheid, hetzij door inhalatie, hetzij via de voedselketen. Dergelijke effecten omvatten zeer uiteenlopende symptomen, variërend van irritatie tot sterfte. De effecten worden gemeten als emissies van toxische stoffen naar lucht, water en bodem (kg).	Emissies van toxische stoffen	kg 1,4-DCB-Eq

Zoetwater-ecotoxiciteit	Zoetwaterecotoxiciteit heeft betrekking op de effecten van toxische stoffen op soorten in aquatische zoetwaterecosystemen. De effecten worden gemeten als emissies van toxische stoffen naar lucht, water en bodem (kg).	Emissies van toxische stoffen	kg 1,4-DCB-Eq
Terrestrische ecotoxiciteit	Terretrische ecotoxiciteit heeft betrekking op de effecten van toxische stoffen op soorten in terrestrische ecosystemen. De effecten worden gemeten als emissies van toxische stoffen naar licht, water en bodem (kg).	Emissies van toxische stoffen	kg 1,4-DCB-Eq
Landgebruik	Landgebruik heeft betrekking op het landoppervlak dat wordt gebruikt om de grondstoffen en materialen te produceren, bijvoorbeeld door mijnbouw. Dit land is dan tijdelijk niet beschikbaar voor ander gebruik of voor natuur en ecosystemen. De effecten worden gemeten als landgebruik (m^2/jr).		m2·jaar
Waterverbruik	Waterverbruik heeft betrekking op het aantal m3 waterconsumptie. Dit betreft de consumptie van grondwater en water uit meren en rivieren. Het watergebruik door turbines en voor het koelen is niet meegerekend.	Water-consumptie	m^3

Voetafdrukken van productgroepen

De hierboven gegenereerde materiaallijstjes omvatten de milieu-impacts tot en met verwerking van grondstoffen tot materialen, zonder verdere stappen in de keten (naar product, gebruiksfase en, afvalverwerking). Daarnaast zijn in de materiaallijstjes alleen die materialen opgenomen die fysiek 'geconsumeerd' worden. Milieuvoetafdrukken daarentegen omvatten de totale milieu-impacts van consumptie inclusief het gebruik van materialen en eindproducten, maar ook van geconsumeerde diensten.

De milieuvoetafdrukken van consumptie brengen de milieu-impacts in beeld die ontstaan bij de vervaardiging en levering van alle goederen en diensten die in Nederland worden geconsumeerd door consumenten en overheden of bestemd zijn voor investeringen door consumenten, overheden en bedrijven. Dit zijn zowel in Nederland gemaakte producten alsook geïmporteerde eindproducten. Geïmporteerde eindproducten zijn bijvoorbeeld bananen uit Costa Rica, Franse kaas of kleding en speelgoed dat in het buitenland is geproduceerd.

Voor deze studie hebben we ons gebaseerd op de milieuvoetafdrukken zoals die zijn gepubliceerd in Van Oorschot et al. (2021). Het betreft hier de voetafdrukken voor broeikasgassen, landgebruik en biodiversiteit:

- Broeikasgassen: combinatie van emissies van CO_2, CH_4 en N_2O die zijn omgezet naar CO_2-equivalenten met zogenaamde Global Warming Potential-factoren.
- Landgebruik: combinatie van akkerland, grasland, land voor bosbouw en arealen voor de gebouwde omgeving inclusief infrastructuur.
- Biodiversiteit: uitgedrukt als verlies in Mean Species Abundance (MSA); wordt berekend op basis van broeikasgasemissies, (direct) landgebruik, maar ook indirecte effecten van landgebruik zoals fragmentatie van natuurgebieden door infrastructuur en verstoring door het gebruik van infrastructuur. In de berekening wordt rekening gehouden met de toekomstige effecten van huidige broeikasgasemissies op klimaatverandering en biodiversiteitsverlies. Het tijdsaspect in de eenheid (MSA-verlies·ha·jaar) geeft dit weer.

De voetafdrukken van productgroepen zijn in tegenstelling tot de milieu-impacts van de materiaalgroepen die met LCA-kentallen zijn berekend, berekend met een top-down multi-regionaal input-output model (Wilting 2021). De uitkomsten zijn daarom niet zonder meer vergelijkbaar.

Kritieke materialen

De kortetermijnkritikaliteit is berekend op basis van de volgende formule (zie ook Bastein & Rietveld 2015):

$Criticality_{KT} = HHI_{prod} * (WGI_{gewogen} + OECD\text{-}restricties_{gewogen}) * (1\text{-}\%EOL\text{-}RR)$

Het uitgangspunt is dat de leveringszekerheid relatief laag is als:

- Winning van grondstoffen in een beperkt aantal landen plaatsvindt, gekenmerkt door de concentratie-index Herfindahl-Hirschman Index (HHI).
- Die winning bovendien plaatsvindt in landen met een bedenkelijke reputatie wat betreft de kwaliteit van bestuur, gekenmerkt door een gewogen World Governance Index (WGI), waarbij de weging plaatsvindt op basis van het aandeel van een land in de wereldproductie.
- De mate waarin bronlanden bereid zijn handelsbeperkingen te hanteren (op basis van door de OECD gerapporteerde exportrestricties), gekenmerkt door het gewogen aandeel grondstoffen dat potentieel door handelsrestricties getroffen zou kunnen worden.
- De mate van recycling achterblijft (EO-RR = end-of-life recycling rate).

De data voor de analyse zijn afkomstig van:

- US Geological Survey en British Geological Survey voor de verdeling van grondstofwinning in de wereld.
- OECD voor gegevens omtrent handelsrestricties.
- Wereldbank voor gegevens die leiden tot de World Governance Index.
- UNEP en JRC voor (niet continu bijgehouden) data over Recycling Input Rate.

De betrouwbaarheid van de cijfers en de onzekerheden is voldoende hoog: het betreft hier relatieve gegevens op basis van data van gerenommeerde instellingen. Alleen gegevens over recycling rates zijn onvoldoende publiek bekend.

Voor het berekenen van het economische belang werden grondstoffen aan meer dan 5.000 productgroepen van het geharmoniseerde systeem toegewezen en vervolgens deze producten en productgroepen aan economische sectoren gekoppeld (zie Bastein & Rietveld 2015 voor meer informatie over de methode). Op basis daarvan is een overzicht gegenereerd van de mate waarin de economie afhankelijk is van grondstoffen.

Afvalstromen

De afvaldata zijn aangeleverd door RWS per doelgroep voor het jaar 2018. We laten de grootste tien stromen zien. Voor een betere leesbaarheid hebben we de namen van de stromen aangepast. Hieronder zijn de toebehorende Euralcodes en namen in te zien’

Tabel B.3 Euralcodes van afvalstromen

Doelgroep	Afvalmateriaal	Euralcode	Naam Eural
Bouw	Steenachtige mengsels uit de bouw	170107	niet onder 17 01 06 vallende mengsels van beton, stenen, tegels of keramische producten
Industrie	Afval uit de voedings- en genotmiddelenindustrie	020304	voor consumptie of verwerking ongeschikt materiaal
Bouw	Gemengd bouw- en sloopafval (ongevaarlijk)	170904	niet onder 17 09 01, 17 09 02 en 17 09 03 vallend gemengd bouw- en sloopafval
Consumenten	Huishoudelijk restafval (fijn)	200301	gemengd stedelijk afval
Bouw	Bitumineuze mengsels uit de bouw	170302 + 170301	niet onder 17 03 01 vallende bitumineuze mengsels en bitumineuze mengsels die koolteer bevatten
Handel, diensten en overheid	Gemengd stedelijk afval van handel, diensten & overheid	200301	gemengd stedelijk afval
Bouw	Beton uit de bouw	170101	beton
Consumenten	Gft-afval van huishoudens	200108	biologisch afbreekbaar keuken- en kantineafval
Industrie	Onverwerkte slakken uit de metaalindustrie	100202	onverwerkte slakken
RWZI's	RWZI-slib	190805	slib van de behandeling van stedelijk afvalwater