



# **Voetafdrukken en de monitoring van het Rijksbrede Programma Circulaire Economie**

Adam N. Walker

Daan Zult

Oscar Lemmers

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

**CBS Den Haag**  
Henri Faasdreef 312  
2492 JP Den Haag  
Postbus 24500  
2490 HA Den Haag  
+31 70 337 38 00  
  
[www.cbs.nl](http://www.cbs.nl)

projectnummer

305161  
DBD  
9 oktober 2019

# Inhoudsopgave

<b>Managementsamenvatting</b>	<b>4</b>
<b>1. Introductie</b>	<b>5</b>
<b>2. Scope en methode</b>	<b>7</b>
<b>3. Resultaten</b>	<b>10</b>
<b>4. Discussie</b>	<b>14</b>
4.1 Verschillen tussen variant 1 en variant 2	14
4.2 Verschillen tussen de transitieagenda's in variant 2	15
<b>5. Gevoeligheidsanalyse</b>	<b>17</b>
5.1 Koolstofdioxide	17
5.2 Biomassa	19
5.3 Mineralen	20
5.4 Metalen	21
5.5 Fossiele brandstoffen	23
5.6 Grondstoffen als geheel	24
<b>6. Het verzamelen van data over milieudruk</b>	<b>25</b>
6.1 Bronnen data over uitstoot broeikasgassen	25
6.2 Bronnen data over grondstofwinning	26
<b>7. Conclusies</b>	<b>28</b>
<b>8. Afkortingen</b>	<b>30</b>
<b>Bijlage 1: Exiobase 2014 consumptievoetafdrukken</b>	<b>31</b>
<b>Wetenschappelijke literatuur</b>	<b>32</b>

# Managementsamenvatting

Het Planbureau voor de Leefomgeving (PBL) heeft het Centraal Bureau voor de Statistiek (CBS) gevraagd om mogelijkheden te onderzoeken om een update te maken van de geharmoniseerde versie van Exiobase. Exiobase is een groot databestand waarin de economische relaties tussen 163 bedrijfstakken in 49 regio's (landen of aggregaten daarvan) worden beschreven. De kwaliteit van Exiobase wat Nederland betreft wordt substantieel verbeterd door de data te harmoniseren met de data uit de Nederlandse nationale rekeningen. Met de geharmoniseerde versie van Exiobase kunnen kwalitatief goede voetafdrukken berekend worden voor gebruik binnen het Rijksbrede Programma Circulaire Economie (RPCE). Specifiek kunnen voetafdrukken worden berekend voor de transitieagenda's binnen het RPCE, bijvoorbeeld: hoeveel koolstofdioxide uitstoot is er wereldwijd verbonden aan de Nederlandse consumptie van producten die vallen onder de transitieagenda "biomassa en voedsel". De updates van Exiobase zelf verschijnen onregelmatig en lopen, vanwege de data-afhankelijkheid van veel landen, achter in de tijd. Het CBS heeft daarom een methode ontwikkeld om toch cijfers te kunnen maken voor recentere jaren: de "afwijkende jaren methode". Daarin wordt een oude versie van Exiobase met recentere cijfers verrijkt.

In dit rapport testen we deze methode voor verslagjaar 2014 door de resultaten te vergelijken met de resultaten volgens Exiobase 2014. We zien dat verrijking met alleen cijfers over de structuur van de Nederlandse economie en Nederlandse uitstoot- en grondstofwinning meestal tot acceptabele resultaten leidt. Verrijking met ook cijfers over buitenlandse uitstoot en grondstofwinning, zorgt voor nog betere resultaten, en is daarom wenselijk indien de afwijkende jaren methode toegepast wordt. Omdat het echter heel arbeidsintensief is om al deze cijfers te verzamelen, verrichten we een gevoeligheidsanalyse om te bepalen welke bedrijfstakken in welke landen de meeste invloed hebben op de Nederlandse voetafdruk. Dat geeft richting aan de aanvullende dataverzameling. Dit rapport bespreekt bronnen om die gegevens ook daadwerkelijk te verzamelen.

Voetafdruk cijfers over het jaar 2016 moeten in 2020 beschikbaar zijn voor gebruik in de monitoringsrapport voor het RPCE. Dit rapport concludeert dat de afwijkende jaren methode beter niet toegepast kan worden voor het berekenen van deze cijfers omdat Exiobase 2016 beschikbaar is. Deze methode zal wel toegepast kunnen worden in toekomstige jaren wanneer Exiobase niet beschikbaar is voor het jaar waarvoor voetafdrukken gewenst zijn. Uiteindelijk zullen nieuwe versies van Exiobase nodig zijn. Omdat meerdere landen en instellingen gebruik maken van Exiobase kan internationaal worden samengewerkt om de kosten van het maken van nieuwe versies van Exiobase te delen.

# 1. Introductie

Het Planbureau voor de Leefomgeving (PBL) heeft het CBS gevraagd om zich te voorbereiden op het maken van een nieuwe, geharmoniseerde versie van Exiobase. Het maken van een nieuwe versie hiervan is beleidsrelevant vanwege de behoefte aan nieuwe milieuvoetafdrukken<sup>1</sup> voor de monitoring van de transitieagenda's van het Rijksbrede Programma Circulaire Economie (RPCE). Alleen met een nieuwe geharmoniseerde versie van een dataset zoals Exiobase kunnen voetafdrukken berekend worden die uitgesplitst zijn op het niveau van transitieagenda's zoals in het zogeheten "meten en weten rapport"<sup>2</sup>. De voetafdrukken afkomstig van Exiobase worden alleen gebruikt voor inzichten tot op het niveau van de transitieagenda. Op landelijk niveau zijn de officiële CBS-voetafdrukcijfers, die geen onderverdeling kennen naar transitieagenda, van toepassing. Op landelijk niveau wijken de Exiobase en de officiële CBS voetafdrukken van elkaar af omdat er verschillen zijn in de achterliggende methodes<sup>3</sup>. Exiobase is een Multi-Regionale Input-Output Tabel (MRIOT) die de wereldeconomie beschrijft. Harmoniseren houdt in dat Exiobase consistent is gemaakt met de Nederlandse nationale rekeningen (Edens et al., 2015). De beschrijving van de Nederlandse economie en haar handelsrelaties binnen Exiobase komen namelijk niet overeen met de Nederlandse nationale rekeningen. Dit kan tot substantiële verschillen leiden in voetafdrukken<sup>4</sup>. Het CBS heeft al eerder geharmoniseerde versies van Exiobase gebruikt om voetafdrukken te leveren in het kader van het RPCE in het "meten en weten" rapport.

Het probleem met Exiobase is dat het vaak een paar jaar achterloopt ten opzichte van de cijfers in de Nederlandse nationale rekeningen. Verder zijn de leveringen van nieuwe versies niet zo regelmatig als bij de nationale rekeningen. Voor het monitoren van de circulaire economie is het echter noodzakelijk om regelmatig voetafdrukken te berekenen. In dit rapport wordt daarom een innovatieve methode getest om hiermee om te gaan. Deze methode noemen wij hier de "afwijkende jaren methode". Dit houdt in dat de meest recente versie van Exiobase geharmoniseerd wordt met de Nederlandse nationale rekeningen uit het jaar waarvoor voetafdrukken gewenst zijn. Bijvoorbeeld: stel dat voetafdrukken voor 2016 gewenst zijn, de nationale rekeningen beschikbaar zijn voor 2016, en Exiobase alleen beschikbaar is voor 2014. Volgens de normale methode betekent dit dat het niet mogelijk zou zijn om Exiobase te harmoniseren omdat Exiobase 2016 ontbreekt. Volgens de afwijkende jaren methode kan Exiobase 2014 geharmoniseerd worden met nationale rekeningen data uit 2016 om voetafdrukken te berekenen voor 2016. Deze methode moet echter wel eerst gevalideerd worden.

In dit onderzoek harmoniseren we Exiobase 2012 met nationale rekeningen data uit 2014. Met deze geharmoniseerde versie van Exiobase zullen we vervolgens voetafdrukken berekenen voor 2014. We doen dat in twee varianten. Variant 1 gebruikt alleen cijfers over de structuur van de Nederlandse economie en Nederlandse uitstoot en grondstofwinning uit 2014. Variant 2 gebruikt daarnaast ook nog cijfers over buitenlandse uitstoot en grondstofwinning. In beide gevallen zullen de geschatte

---

<sup>1</sup> Voetafdrukken meten de milieueffecten van Nederlandse economische activiteit door te kijken naar bijvoorbeeld de uitstoot in de hele productieketen ten behoeve van de Nederlandse consumptie, ongeacht waar die uitstoot daadwerkelijk plaats vindt.

<sup>2</sup> <https://www.pbl.nl/sites/default/files/cms/publicaties/pbl-2018-circulaire-economie-wat-we-willen-weten-en-kunnen-meten-2970.pdf>

<sup>3</sup> Deze methodologische verschillen worden toegelicht in bijlage 1 van dit rapport: <https://www.cbs.nl/en-gb/custom/2017/36/footprint-calculations-using-snac-exiobase>

<sup>4</sup> Bijvoorbeeld, hoeveel uitstoot van broeikasgas is er wereldwijd veroorzaakt door de Nederlandse consumptie? Edens et al. laten zien dat dit 4 procent lager ligt volgens een geharmoniseerde WIOD ten opzichte van een niet-geharmoniseerde WIOD.

voetafdrukken vergeleken worden met de voetafdrukken voor 2014, die berekend zijn met een op de conventionele wijze geharmoniseerde versie van Exiobase. De verschillen tussen de twee sets van voetafdrukken zullen geanalyseerd worden. Hieruit zal blijken in hoeverre de afwijkende jaren methode in de toekomst gebruikt kan worden om nieuwe voetafdrukken te berekenen.

Dit rapport geeft eerst wat meer details over de methode en de scope (hoofdstuk 2). Vervolgens worden de resultaten van de afwijkende jaren methode gepresenteerd in hoofdstuk 3. Hoofdstuk 4 bespreekt de resultaten uit hoofdstuk 3. Uit de gevoeligheidsanalyse in hoofdstuk 5 blijkt welke buitenlandse bedrijfstakken de meeste impact hebben op de Nederlandse voetafdrukken. In hoofdstuk 6 wordt gekeken naar de mogelijkheden voor het CBS om milieudrukdata te verzamelen waardoor variant 2 in de praktijk toegepast kan worden. Hierbij ligt de focus op de landen en bedrijfstakken die in de gevoeligheidsanalyse geïdentificeerd zijn als zijnde belangrijk. Hoofdstuk 7 trekt conclusies over de validiteit en toepasbaarheid van de afwijkende jaren methode.

## 2. Scope en methode

Het CBS gebruikt twee methodes om voetafdrukken te berekenen in het kader van de RPCE. De eerste is de officiële methode die gebruikt wordt om voetafdrukken voor broeikasgassen en grondstofwinning voor het land als geheel te berekenen<sup>5</sup>. SNAC-Exiobase<sup>6</sup> wordt gebruikt om voetafdrukken te berekenen per transitieagenda (verzamelings van bedrijfstakken), namelijk biomassa en voedsel, de maakindustrie, kunststoffen, de bouw en consumptiegoederen van de RPCE. Per transitieagenda zijn meerdere voetafdrukken van toepassing. Deze voetafdrukken kunnen worden gedefinieerd in termen van het type milieudruk dat gemeten wordt en in termen van type economisch activiteit dat de milieudruk veroorzaakt. In het RPCE zijn de volgende types milieudruk van toepassing: uitstoot broeikasgassen, grondstofwinning (waaronder biomassa, mineralen, metalen en fossiele brandstoffen), landgebruik en watergebruik. Voetafdrukken voor broeikasgassenuitstoot en grondstofwinning per transitieagenda worden gebruikt in het “meten en weten”<sup>7</sup> rapport. Land- en watergebruik worden niet gebruikt in het “meten en weten” rapport, maar ze worden wel gezien als wenselijk voor in de toekomst. Er zijn twee mogelijkheden om de oorzaak van de milieudruk aan te wijzen: productie of consumptie. In het geval van productie leggen we alle milieudruk bij de bedrijven in Nederland die goederen en diensten produceren en in het geval van consumptie leggen we alle milieudruk bij de huishoudens en de overheid die de eindgebruikers zijn van goederen en diensten met milieudruk. Een formele beschrijving van deze twee aanpakken wordt weergegeven in bijlage 4 van het “meten en weten” rapport.

Dit rapport focust op consumptievoetafdrukken voor koolstofdioxide (in plaats van alle broeikasgassen) en grondstofwinning. Dat is om de scope te beperken. We nemen aan dat de conclusies voor koolstofdioxide ook voor broeikasgassen als geheel gelden.

De Nederlandse consumptievoetafdruk voor bijvoorbeeld koolstofdioxide wordt berekend als

$$x = \frac{e}{q} \times L \times y + h \quad (1)$$

waar

- $x$  is de voetafdruk
- $e$  is een vector (lengte  $m$ ) van koolstofdioxide uitstoot per bedrijfstak
- $q$  is een vector (lengte  $m$ ) van output per bedrijfstak
- $\frac{e}{q}$  de uitstootintensiteit heet
- $L$  is de Leontief matrix ( $m \times m$ ) (berekend aan de hand van het intermediaire blok van de input-output tabel)
- $y$  is een vector (lengte  $m$ ) van consumptie in Nederland per bedrijfstak<sup>8</sup>, oftewel de consumptievector
- $h$  (een scalaire) is de uitstoot van Nederlandse huishoudens.

<sup>5</sup> Zulke voetafdrukken zijn recent gebruikt in de Monitor Brede Welvaart (<https://www.cbs.nl/nl-nl/publicatie/2019/20/monitor-brede-welvaart-sdg-s-2019>)

<sup>6</sup> SNAC: Single country National Accounts Consistent. Oftewel, deze versie van Exiobase is volledig consistent met de cijfers over Nederland die het CBS samenstelt. De originele versie van Exiobase is dat niet.

<sup>7</sup> <https://www.pbl.nl/sites/default/files/cms/publicaties/pbl-2018-circulaire-economie-wat-we-willen-weten-en-kunnen-meten-2970.pdf>

<sup>8</sup> Zoals al uit de formule volgt gaat het hier om Nederlandse en buitenlandse bedrijfstakken.

Uit onderzoek is gebleken dat de uitstootintensiteiten verreweg het grootste effect hebben op de voetafdruk (Arto et al., 2014; Moran and Wood, 2014; Peters et al., 2014, onder anderen). De consumptievector heeft een relatief groot effect en de Leontief matrix heeft een klein effect. Deze conclusies nemen we mee in dit onderzoek door extra aandacht te besteden aan de uitstootintensiteiten. Specifiek testen we twee varianten van de afwijkende jaren methode.

Variante 1 gebruikt een intensiteitsvector die bestaat uit 2014 uitstoot data voor de Nederlandse bedrijfstakken en 2012 data voor de buitenlandse bedrijfstakken. In formulevorm wordt dit weergegeven als

$$x_1 = \frac{e_{12,14}}{q_{12,14}} \times L_{12,14} \times y_{12,14} + h_{14} \quad (2)$$

waar

- $x_1$  de voetafdruk is, berekend volgens variant 1
- het subscript 12,14 aangeeft dat data over het buitenland betrekking hebben op het jaar 2012 en dat data over Nederland betrekking hebben op het jaar 2014.
- $h$  per definitie alleen betrekking heeft op Nederland waardoor alleen het subscript 2014 van toepassing is.

Variante 2 maakt gebruik van 2014 data voor de koolstofdioxide-uitstoot, voor binnen én buitenland, en outputdata uit 2012 (buitenlandse bedrijfstakken) en outputdata uit 2014 (Nederlandse bedrijfstakken) zoals hieronder in formulevorm weergegeven.

$$x_2 = \frac{e_{14,14}}{q_{12,14}} \times L_{12,14} \times y_{14} + h_{14} \quad (3)$$

Het is gunstig als variant 1 te valideren is met een positief resultaat. Stel bijvoorbeeld dat het CBS gevraagd wordt om koolstofdioxide voetafdrukken voor 2016 te berekenen, dat alleen Exiobase 2014 beschikbaar is en dat alle CBS-data voor 2016 beschikbaar zijn. Als variant 1 gebruikt wordt dan zijn alle data al beschikbaar omdat de uitstootdata voor het buitenland uit 2014 voldoende zijn. Als variant 2 gebruikt wordt dan moeten de uitstootdata voor het buitenland (deels) geactualiseerd worden naar 2016. Dit houdt in dat het CBS op zoek moet gaan naar deze data om zelf de vector van de uitstoot per bedrijfstak te maken.

De eerste stap is het harmoniseren van Exiobase 2012 met Nederlandse nationale rekeningendata uit 2014. De resulterende dataset noemen we Exiobase 12-14. Exiobase 12-14 wordt gemaakt volgens het SNAC-proces zoals beschreven in hoofdstuk 3 van Edens et al. (2015) en Walker et al. (2017)<sup>9</sup>. Het verschil met de SNAC Exiobase 2012 is dat alle data afkomstig van het CBS het jaar 2014 betreffen, in plaats van 2012. Uit het SNAC-proces rolt een MRIOT die gebruikt kan worden om voetafdrukken te berekenen.

Voetafdrukken worden in dit rapport op drie niveaus gepresenteerd: landelijk, per transitieagenda en per productgroep per land<sup>10</sup>. De landelijke cijfers en de cijfers per transitieagenda worden gebruikt om de afwijkende jaren methode te beoordelen. Deze cijfers worden dan vergeleken met de (al bestaande) cijfers zoals berekend met Exiobase 2014. De cijfers per productgroep per land

<sup>9</sup> <https://www.cbs.nl/nl-nl/maatwerk/2017/36/voetafdrukberendingen-met-snac-exiobase>

<sup>10</sup> Er kan dus gezien worden hoeveel koolstofdioxide uitstoot in bijvoorbeeld de Mexicaanse agrarische sector gerelateerd is aan de Nederlandse consumptie.



worden gebruikt om de verschillen te verklaren en de gevoeligheid van de afwijkende jaren methode voor veranderingen in kaart te brengen.

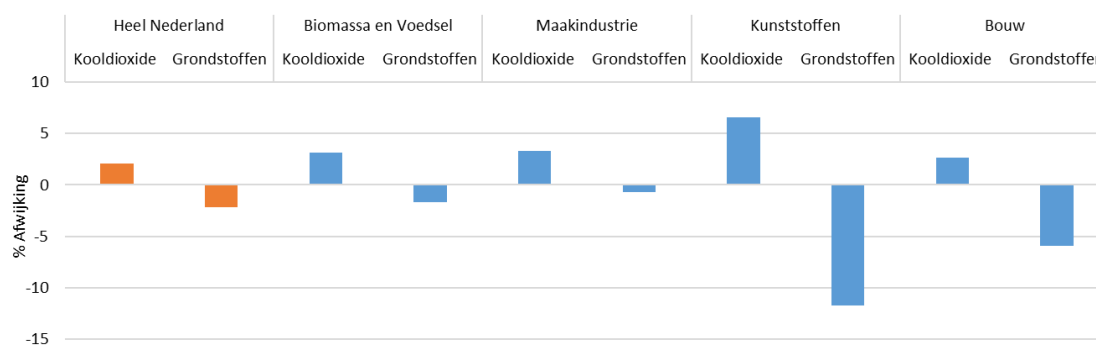
Er zijn twee hoofdvragen die we willen beantwoorden. Ten eerste, zijn de afwijkingen kleiner voor variant 1 of variant 2? Ten tweede, zijn de afwijkingen op basis van de beste variant klein genoeg om de afwijkende jaren methode betrouwbaar te achten? Om de tweede vraag te beantwoorden moet een grens gehanteerd worden. Op een wetenschappelijke manier voor een grens kiezen is echter moeilijk. Idealiter zou een grens gehanteerd worden waarmee er voldoende zekerheid is dat de trend betrouwbaar is. Dit hangt er natuurlijk van af hoe snel een voetafdruk verandert. Als de trend plus 10% per jaar is, dan is een afwijking van 1% heel betrouwbaar. Tussen 2010 en 2014 zien we vaak trends rondom de 5% maar trends in de buurt van 0% en 10% (of hoger) komen ook voor. In de context van dit rapport, en om conclusies te kunnen trekken, kiezen we voor een grens van 5%. Voetafdrukken die minder dan 5% afwijken van de "waarheid" zijn naar de mening van de onderzoekers van dit onderzoek acceptabel in de specifieke contexten van deze methode en de RPCE.

### 3. Resultaten

Dit hoofdstuk bespreekt de resultaten van variant 1 (update alle Nederlandse data) en variant 2 (update alle Nederlandse data én uitstoot en grondstofwinning per bedrijfstak in andere landen). Per variant laat het zien wat het verschil is tussen de resultaten volgens deze variant en volgens Exiobase 2014. Dat gebeurt zowel voor koolstofdioxide als grondstoffen, voor heel Nederland en voor iedere transitieagenda. We bespreken de resultaten in detail omdat dit inzicht geeft in de gevoeligheden van de methode en de aannames. Dat laat zien waar dan extra aandacht en/of data nodig is om tot optimale resultaten te komen. Alle afwijkingen zijn gebaseerd op verschillen tussen de totale voetafdrukken, waarbij zowel de binnenlandse, de buitenlandse en de huishoudenscomponent (waar die van toepassing is) meegenomen worden.

Voor lezers die inzicht willen krijgen in de absolute waarden van de voetafdrukken en de verdeling over transitieagenda's zijn de Exiobase 2014 consumptievoetafdrukken te vinden in bijlage 1.

#### 3.1 Relatief verschil in voetafdrukken Exiobase 2014 en Exiobase 12-14 (variant 1)

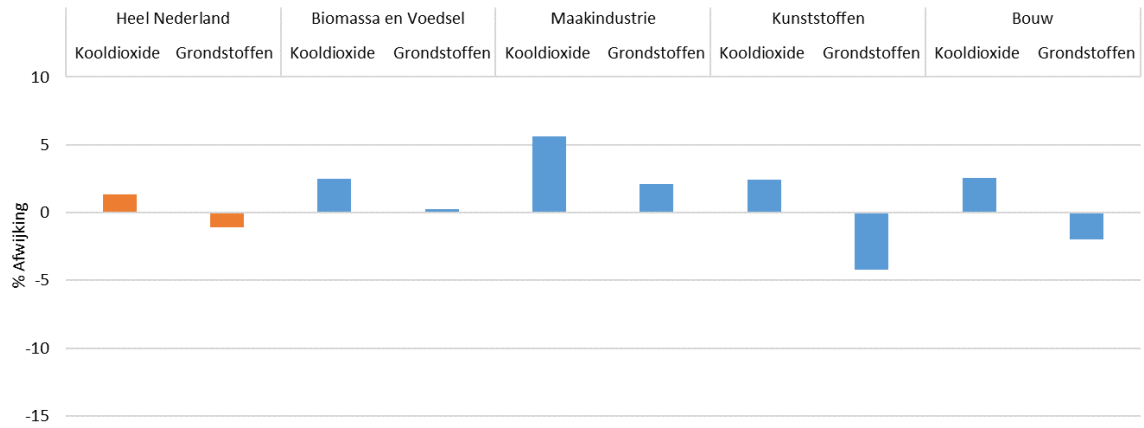


Figuur 3.1.1 laat de verschillen zien tussen de Exiobase 2014 en Exiobase 12-14 (variant 1) voetafdrukken. De buitenlandse cijfers die zijn gebruikt voor Exiobase 12-14, hebben betrekking op 2012. Een negatief getal betekent dat de Exiobase 12-14 voetafdruk minder groot is dan de Exiobase 2014 voetafdruk. Afwijkingen van meer dan 5% worden problematisch geacht, afwijkingen van meer dan 10% onacceptabel.

Uit de figuur blijkt dat variant 1 over het algemeen leidt tot acceptabele resultaten. De twee uitzonderingen zijn de transitieagenda's van kunststoffen en, tot in minder mate, de bouw. Voor kunststoffen is de afwijking bij de koolstofdioxidevoetafdruk meer dan 5% en voor de grondstofafdruk is de afwijking in absolute zin boven de 10%. De koolstofdioxidevoetafdruk voor de bouw toont een kleine afwijking van 2,7% maar de grondstofvoetafdruk wijkt 5,9% af.

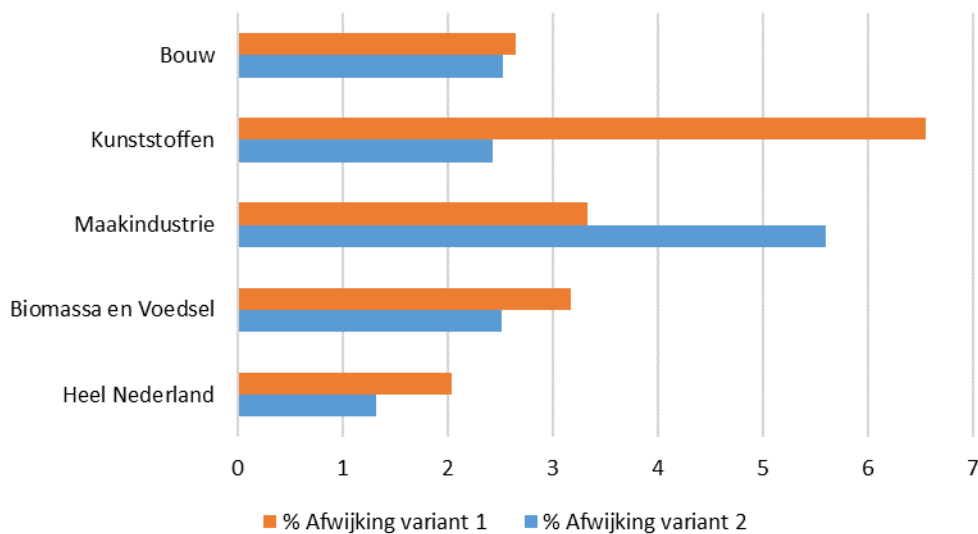
Variante 2 leidt over het algemeen tot iets kleinere afwijkingen, maar niet overal. Eerst presenteren we de resultaten zoals boven. Daarna kijken we naar de verschillen in de afwijkingen tussen variant 1 en variant 2.

### 3.2 Relatief verschil in voetafdrukken Exiobase 2014 en Exiobase 12-14 (variant 2)

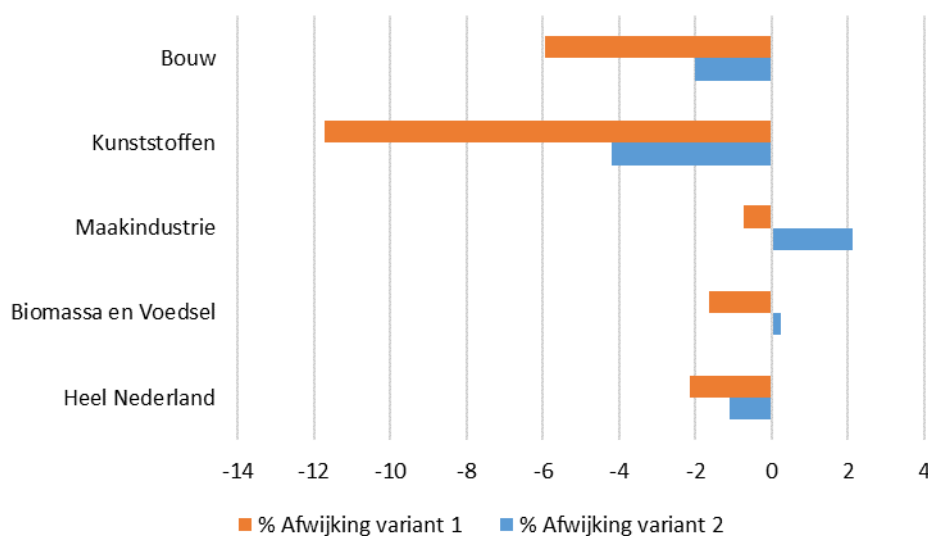


Hier zien we een vergelijkbaar patroon. Voor Nederland als geheel zijn de afwijkingen klein, maar deze afwijkingen kunnen groter worden op het niveau van de individuele transitieagenda's. We zien ook dat verschillen positief of negatief kunnen zijn. In de volgende twee figuren wordt het ook duidelijk dat het verschil altijd positief is voor koolstofdioxide en vaker negatief is voor grondstoffen.

### 3.3 Relatief verschil in koolstofdioxidevoetafdrukken Exiobase 2014 en beide varianten van Exiobase 12-14



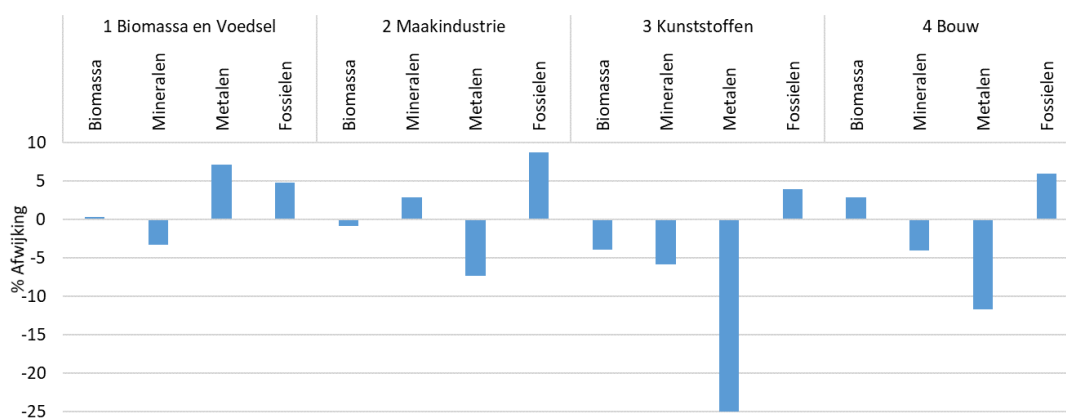
### 3.4 Relatief verschil in grondstofvoetafdrukken Exiobase 2014 en beide varianten van Exiobase 12-14



Figuren 3.3 en 3.4 laten zien dat het relatieve verschil tussen Exiobase 2014 en Exiobase 12-14 het kleinst is voor variant 2. In 8 van de 10 gevallen is het verschil kleiner in variant 2 dan in variant 1. Opmerkelijk is dat het verschil altijd positief is voor koolstofdioxide en meestal negatief is voor grondstoffen. Een positief verschil betekent dat de Exiobase 12-14 voetafdruk groter is dan de Exiobase 2014 voetafdruk. Belangrijker dan de richting van de afwijking is een verklaring voor het verschil tussen variant 1 en variant 2. Hier gaan we in het volgende hoofdstuk nader op in.

Omdat variant 2 beter presteert dan variant 1, kijken we in de volgende figuur naar de mogelijkheid om de grondstofvoetafdrukken per transitieagenda uit te splitsen naar de verschillende grondstoffen.

### 3.5 Relatief verschil tussen voetafdrukken berekend met Exiobase 2014 en Exiobase 12-14 (variant 2), naar transitieagenda en type grondstof



In figuur 3.5 zien we dat de afwijking groter kan zijn als de resultaten bekeken worden op het niveau van grondstoftype per transitieagenda. Voor elke transitieagenda is er een grondstoftype met een afwijking van meer dan 5%. Dit betekent dat de afwijkende jaren methode onvoldoende betrouwbaar is op het niveau van grondstoftypes, hoewel figuur 3.2 laat zien dat de methode grotendeels betrouwbaar is als er niet uitgesplitst wordt naar dit niveau.

## 4. Discussie

De bedoeling van dit hoofdstuk is om de resultaten in hoofdstuk 3 te verklaren en daardoor meer inzicht te krijgen. Ten eerste verklaren we waarom variant 2 beter presteert dan variant 1. Ten tweede verklaren we waarom variant 2 beter presteert voor sommige transitieagenda's dan andere.

### 4.1 Verschillen tussen variant 1 en variant 2

Zoals formule 1 en 2 uit hoofdstuk 2 laten zien, kan het verschil tussen de resultaten van variant 1 en variant 2 alleen komen door verschillen in uitstoot en het effect hiervan op de intensiteiten. Om dit te laten zien introduceren we een nieuwe notatie, namelijk:

$$n_1 \equiv \frac{e_{12,14}}{q_{12,14}}$$

$$n_2 \equiv \frac{e_{14,14}}{q_{12,14}}$$

$$n^* \equiv \frac{e_{14,14}}{q_{14,14}}$$

waar  $n_1$  de intensiteit is die is gebruikt in variant 1,  $n_2$  de intensiteit gebruikt in variant 2 en  $n^*$  de intensiteit gebruikt om de reguliere 2014 voetafdruk te berekenen. Of variant 1 of variant 2 beter presteert komt neer op de volgende vraag: is  $n_1$  of  $n_2$  een betere schatting van  $n^*$ ?

We kunnen uit theoretisch oogpunt verschillende scenario's identificeren:

- Als milieudruk en output constant zijn door de tijd heen, dan zijn  $n_1$  en  $n_2$  even goed als schattingen voor  $n^*$
- Als milieudruk constant is maar output verandert dan zijn  $n_1$  en  $n_2$  even goed als schattingen voor  $n^*$
- Als milieudruk en output precies dezelfde trend hebben tussen 2012 en 2014 dan is  $n_1$  beter dan  $n_2$
- Als milieudruk stijgt (of daalt) maar output blijft constant dan is  $n_2$  een betere schatting dan  $n_1$

De vraag is dan: waarom is  $n_2$  in dit geval meestal een betere schatting voor  $n^*$  dan  $n_1$ ? Om hierachter te komen kijken we naar de koolstofdioxidevoetafdrukken waar variant 2 het best presenteert ten opzichte van variant 1, namelijk de kunststofsector, en ook waar variant 1 het best presenteert, namelijk de maakindustrie. We kiezen er voor om te focussen op koolstofdioxide omdat er altijd een positief verschil is tussen de afwijkende jaren methodes en Exiobase 2014 (op het niveau van transitieagenda's) hetgeen de analyse versimpelt.

Voor de kunststofsector zoeken we de bedrijfstakken uit waarvoor de afwijkingen tussen variant 1 en de reguliere 2014 voetafdrukken het grootst zijn. De belangrijkste bedrijfstak is het winnen en raffineren van petroleum en gas in de regio Rest of World (RoW) Zuid Amerika. Deze bedrijfstak is goed voor 8,5% van de voetafdruk. De output van deze bedrijfstak is tussen 2012 en 2014 gestegen met 9,5% maar de uitstoot uit deze sector is gedaald met 41%. Het gevolg hiervan is dat er 46% verschil is tussen  $n_1$  en  $n^*$  ( $n_1 > n^*$ ) en dat er maar 9% verschil is tussen  $n_2$  en  $n^*$  ( $n_2 > n^*$ ). Om

deze reden presteert variant 2 beter dan variant 1. Hetzelfde effect speelt bij de op één na belangrijkste bedrijfstak, de fabricage van rubber en plastics in RoW Asia hoewel de verschillen in de intensiteiten hier wat kleiner zijn (9% tussen  $n_1$  en  $n^*$  en 4% tussen  $n_2$  en  $n^*$ ). De andere belangrijke bedrijfstakken voor de kunststoffensector zijn de Nederlandse bedrijfstakken, maar hier is geen verschil tussen variant 1 en variant 2.

We zullen nu kijken naar de maakindustrie waar, in tegenstelling tot de kunststoffenindustrie, variant 1 beter presteert dan variant 2. Dit komt door parallele ontwikkelingen in bedrijfstakken die belangrijk zijn voor deze voetafdruk, namelijk de kolencentrales in Duitsland en China. In Duitsland zien we een daling in output van 7,7% en een daling in uitstoot van 7,2% procent. Dit zorgt ervoor dat  $n_1$  een betere schatting is voor  $n^*$  omdat de intensiteit nauwelijks is veranderd tussen 2012 en 2014. Variant 2 maakt gebruik van uitstoot data van 2014, maar niet van output data van 2014, wat er voor zorgt dat de intensiteit lager wordt, ondanks dat de intensiteit in feite nauwelijks is veranderd. Een vergelijkbaar effect zien we voor China, met het verschil dat daar zowel de uitstoot als de output stijgt.

## 4.2 Verschillen tussen de transitieagenda's in variant 2

Deze discussie focust op de twee voetafdrukken waarvoor de afwijking ten opzichte van de reguliere schatting het grootst is, namelijk de koolstofdioxidevoetafdruk van de maakindustrie en de grondstofvoetafdruk van de kunststoffensector.

Eerst verklaren we de afwijking van de koolstofdioxidevoetafdruk in de maakindustrie ten opzichte van de reguliere schatting. Daarvoor kijken we per land en combinatie van *land en bedrijfstak* naar de uitstoot die gerelateerd is (zowel direct als indirect) aan het consumeren in Nederland van de producten van deze bedrijfstakken. Vijftig procent van het verschil tussen de voetafdrukken wordt veroorzaakt door verschillen in veertien specifieke bedrijfstakken waaronder vier in Nederland, zeven in China, twee in "Rest of World" (RoW) Asia, en een in België.

We bespreken eerst de buitenlandse bedrijfstakken. Dit zijn bedrijfstakken die zorgen voor een groot deel van de Nederlandse voetafdruk omdat ze uitstootintensieve maakindustrieën zijn die veel exporteren naar Nederland. Bovendien is er tussen 2012 en 2014 een stijging in productie geweest van gemiddeld 9,6% bij deze bedrijfstakken. Dit betekent dat er een groot verschil is tussen de uitstootintensiteiten, wat weer leidt tot een groot verschil in de voetafdrukken.

Dat er vier bedrijfstakken in Nederland zijn die behoren tot de "top 14" lijkt opmerkelijk. Exiobase 2014 en Exiobase 12-14 worden immers gemaakt met dezelfde inputdata uit de Nederlandse nationale rekeningen. Toch is consumptie van producten uit deze vier bedrijfstakken gerelateerd aan meer uitstoot volgens Exiobase 12-14 dan Exiobase 2014. Dit komt doordat de Leontief matrix informatie over ketens bevat. Dus hebben de delen in de Leontief matrix die betrekking hebben op Nederland, betrekking op de rol van Nederland in alle ketens. Informatie over de ketens komt voor een substantieel deel uit de verouderde 2012 data. Dit betekent dat, ondanks gelijk gebleven input data over Nederland, de rol/het aandeel van Nederland in internationale ketens anders is geworden waardoor ook de voetafdrukken voor Nederlandse bedrijfstakken anders worden.

De verklaring voor de afwijking van koolstofdioxide voetafdruk geldt ook voor de -4,2% afwijking voor de grondstofvoetafdrukken bij de kunststoffensector. Negentig procent van de grondstofvoetafdruk van de kunststoffensector is gerelateerd aan de consumptie van goederen

geproduceerd door twaalf bedrijfstakken. De belangrijkste vier zijn Nederlandse bedrijfstakken, alle in de (petro)chemische industrieën. De buitenlandse bedrijfstakken betreffen de fabricage van rubber en plastics. De geschatte voetafdrukken bij Nederlandse bedrijfstakken wijken in procentuele termen minder van elkaar af dan de versies bij buitenlandse bedrijfstakken. Maar de Nederlandse bedrijfstakken zijn belangrijk voor de voetafdrukken in absolute termen.

Het belangrijkste inzicht dat uit de bovenstaande analyse komt is dat de afwijkende jaren methode beter presteert voor transitieagenda's die minder betrokken zijn in internationale ketens. Dit wordt bevestigd door het feit dat de afwijkingen kleiner zijn voor de bouw en de biomassa en voedsel transitieagenda's, die relatief minder verbonden zijn met internationale ketens dan de kunststof- en de maakindustrie.



## 5. Gevoeligheidsanalyse

Dit hoofdstuk analyseert welke landen en bedrijfstakken de meeste impact op de Nederlandse voetafdrukken hebben. De resultaten van deze analyse kunnen op twee manieren gebruikt worden. Ten eerste is het nuttig om te weten welke landen de meeste impact hebben wanneer het CBS zelf milieudrukdata moet verzamelen om variant twee van de afwijkende jaren methode toe te passen. Ten tweede is dit belangrijke informatie om te besluiten of de afwijkende jaren methode bruikbaar is voor specifieke jaren. Als er grote veranderingen zijn in bedrijfstakken die van invloed zijn op de Nederlandse voetafdruk dan is de afwijkende jaren methode minder bruikbaar.

Dit hoofdstuk gebruikt een gedetailleerdere methode om voetafdrukken uit splitsen dan hoofdstuk 3. In hoofdstuk 3 werd gekeken naar de uitstoot die gerelateerd is aan het consumeren in Nederland van producten van gegeven bedrijfstakken. Bijvoorbeeld dat een Duitse auto verkocht is aan een Nederlander. In hoofdstuk 3 keken we naar alle uitstoot die gerelateerd is aan het consumeren van de auto. Dit is dus de directe uitstoot in Duitsland zelf plus de indirecte uitstoot in het buitenland, in bijvoorbeeld de Chinese staalindustrie. Maar in hoofdstuk 3 keken we niet naar landen of bedrijfstakken waar uitstoot plaatsvond, alleen naar de totale uitstoot. De meer gedetailleerdere methode die hierna toegepast wordt, kijkt naar de uitstoot in specifieke bedrijfstakken in specifieke landen die gerelateerd is aan de totale consumptie in Nederland. Volgens deze methode wordt er dus gekeken hoeveel uitstoot in een gegeven bedrijfstak in een gegeven land gerelateerd is aan de Nederlandse consumptie<sup>11</sup>. De aanpak in dit hoofdstuk wordt gebruikt om te focussen op de geografie van de voetafdrukken want dit levert bruikbare informatie op voor het zelf verzamelen van data over grondstofwinning en uitstoot.

Alle resultaten zijn afgeleid met Exiobase 2014. De resultaten zijn uitgesplitst naar de verschillende types grondstof om gedetailleerde inzichten te krijgen.

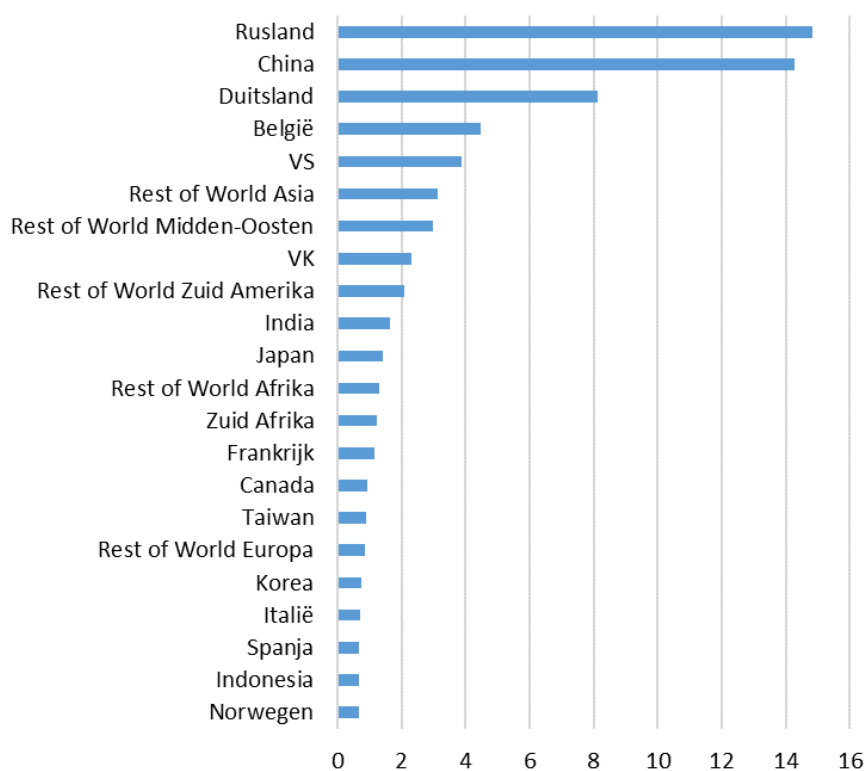
### 5.1 Koolstofdioxide

We zullen de geografie van de koolstofdioxidevoetafdruk bekijken in termen van de belangrijkste landen. Vervolgens kijken we naar specifieke bedrijfstakken in landen om een beter gevoel te krijgen waarom bepaalde landen van belang zijn.

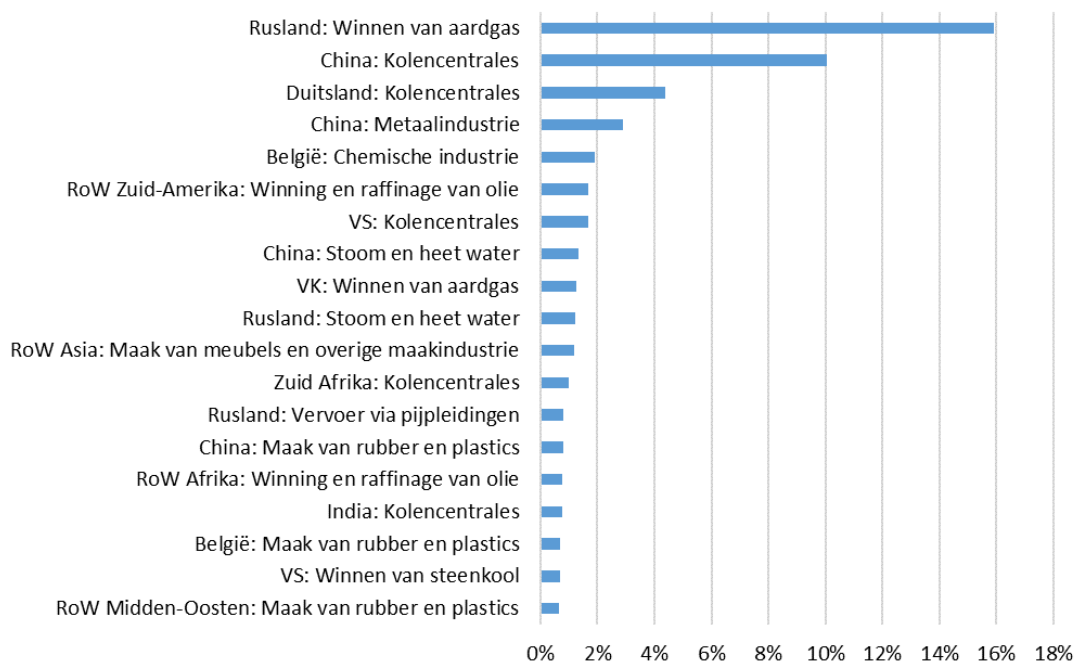
---

<sup>11</sup> In termen van formule 1 in hoofdstuk 2 betekent dit dat  $y$  gediagonaliseerd wordt in hoofdstuk 3 en dat  $e/q$  gediagonaliseerd wordt in hoofdstuk 5.

### 5.1.1 Koolstofdioxide uitstoot per land als gevolg van Nederlandse consumptie, 2014 (in miljard ton)



### 5.1.2. Bedrijfstakken met het grootste aandeel in de Nederlandse koolstofdioxide voetafdruk, 2014

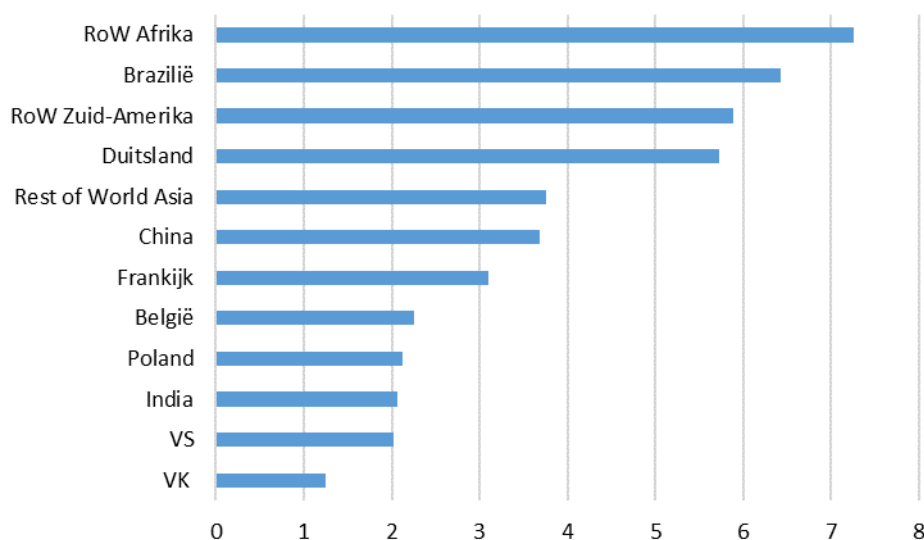


De figuren 5.1.1 en 5.1.2 geven samen een beeld van de geografie van de Nederlandse voetafdruk. We zien dat Rusland, China en Duitsland de belangrijkste landen zijn. Figuur 5.1.2 laat het belang van fossiele brandstoffen zien. Bijna 16% van de voetafdruk wordt uitgestoten in de Russische aardgaswinningssector. Ook kolencentrales in Duitsland en China spelen een belangrijke rol. Samen stoten zij ongeveer 14% van de voetafdruk uit.

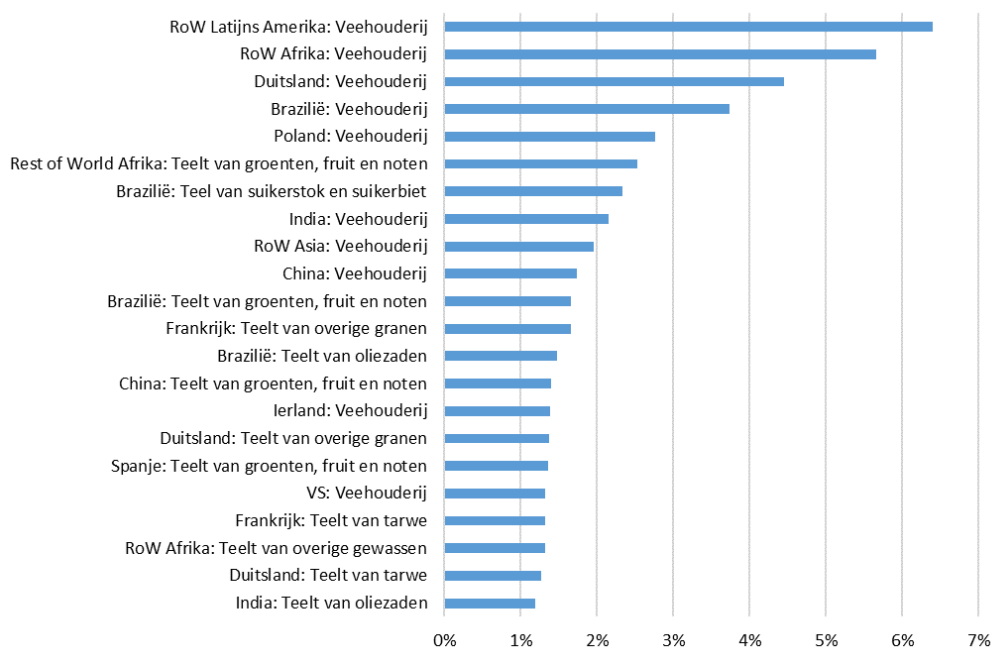
## 5.2 Biomassa

We zullen de geografie van de biomassa voetafdruk bekijken in termen van de belangrijkste landen. Vervolgens kijken we naar specifieke bedrijfstakken in landen om een beter gevoel te krijgen waarom bepaalde landen van belang zijn.

### 5.2.1 Top landen/regio's met winning van biomassa als gevolg van Nederlandse consumptie, 2014, 1000 ton



### 5.2.2. Bedrijfstakken met het grootste aandeel in de Nederlandse biomassa voetafdruk, 2014

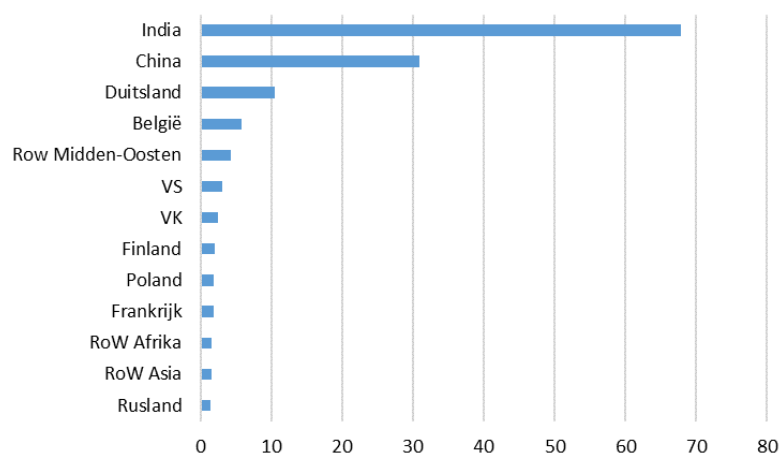


Figuren 5.2.1 en 5.2.2 laten het belang van de veehouderij zien voor de biomassa voetafdruk. Opmerkelijk is het belang van de RoW (Rest of World) regio's. Er zijn dus veel landen die economisch gesproken klein zijn en samen toch zorgen voor veel productie binnen de veehouderij ten behoeve van de Nederlandse consumptie. Om deze figuur goed te interpreteren is het belangrijk om te weten dat bijvoorbeeld de Afrikaanse veehouderij hoog op de lijst staat vanwege de tonnen veevoer die in Afrika gekweekt worden om hun veehouderij in stand te houden. Deze resultaten geven dus niet aan dat er veel Afrikaans rundvlees of zuivel in Nederland geconsumeerd wordt; dit zijn namelijk geen grondstoffen.

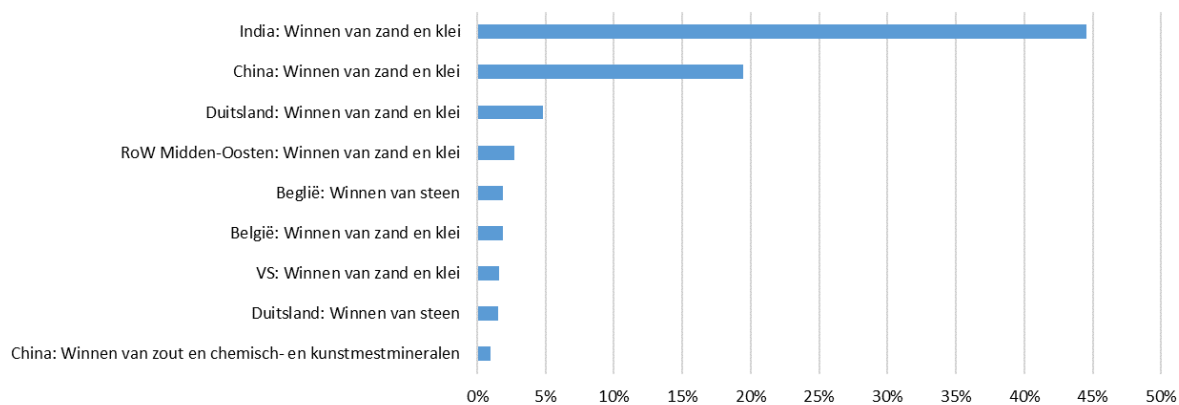
## 5.3 Mineralen

We zullen de geografie van de mineralenvoetafdruk bekijken in termen van de belangrijkste landen. Vervolgens kijken we naar specifieke bedrijfstakken in landen om een beter gevoel te krijgen waarom bepaalde landen van belang zijn.

### 5.3.1 Top landen met winning van mineralen als gevolg van Nederlandse consumptie, 2014, 1000 ton



### 5.3.2. Bedrijfstakken met het grootste aandeel in de Nederlandse mineralen voetafdruk, 2014

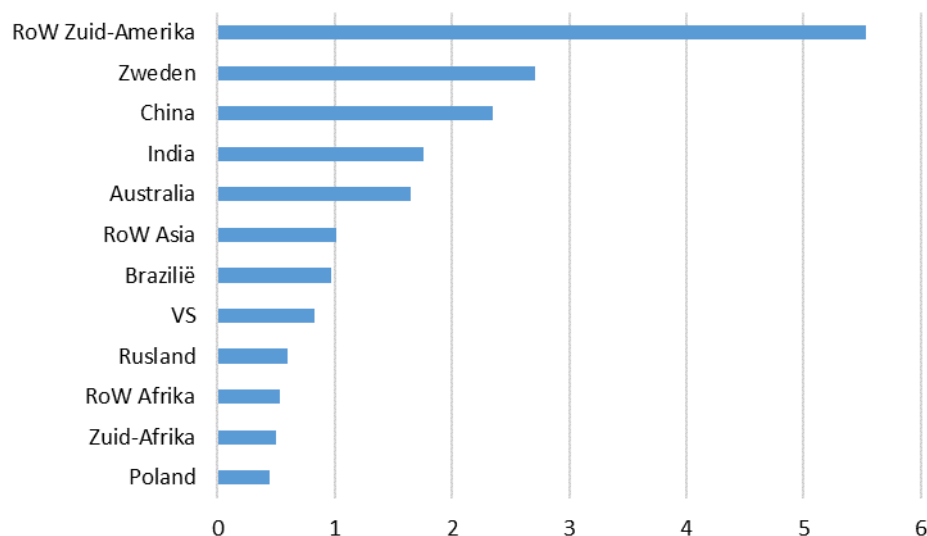


De resultaten in figuren 5.3.1 en 5.3.2 laten het belang zien van het winnen van zand, klei en, in mindere mate, steen. India en China zijn de belangrijkste landen wat dit betreft.

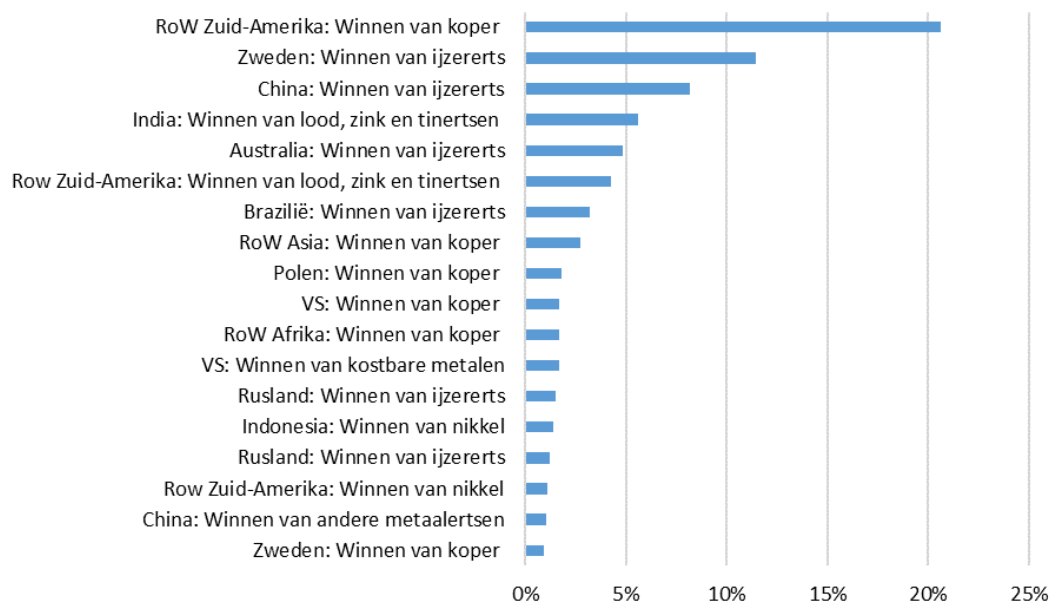
## 5.4 Metalen

We zullen de geografie van de metalenvoetafdruk bekijken in termen van de meest belangrijke landen. Vervolgens kijken we naar specifieke bedrijfstakken in landen om een beter gevoel te krijgen waarom bepaalde landen van belang zijn.

#### 5.4.1 Top landen met metaalwinning als gevolg van Nederlandse consumptie, 2014, 1000 ton



#### 5.4.2. Bedrijfstakken met het grootste aandeel in de Nederlandse metalen voetafdruk, 2014

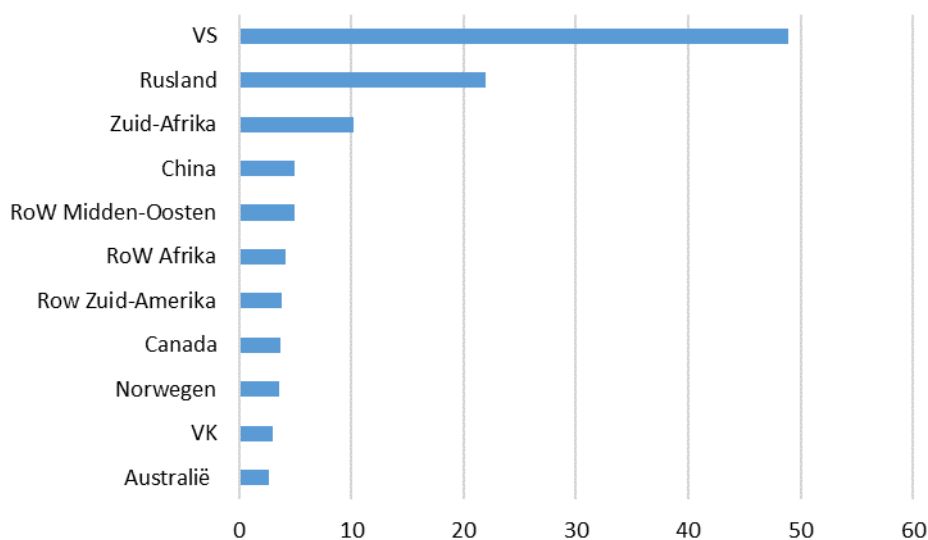


Figuren 5.4.1 en 5.4.2 laten zien dat koper, ijzer en lood, zink en tin de belangrijkste metalen voor de metalenvoetafdruk zijn. Het winnen van deze metalen ten behoeve van de Nederlandse consumptie vindt grotendeels plaats in Zuid-Amerika (koper), Zweden, China en Australië (ijzer) en India en Zuid-Amerika (lood, zink en tin). Net zoals bij biomassa zien we dat de RoW categorieën belangrijk zijn, in dit geval vooral Zuid-Amerika. De in 5.4.2 genoemde land x bedrijfstakcombinaties zijn samen goed voor 75 procent van de voetafdruk.

## 5.5 Fossiele brandstoffen

We zullen de geografie van de fossiele brandstofwinningvoetafdruk<sup>12</sup> bekijken in termen van de meest belangrijke landen. Vervolgens kijken we naar specifieke bedrijfstakken in landen om een beter gevoel te krijgen waarom bepaalde landen van belang zijn.

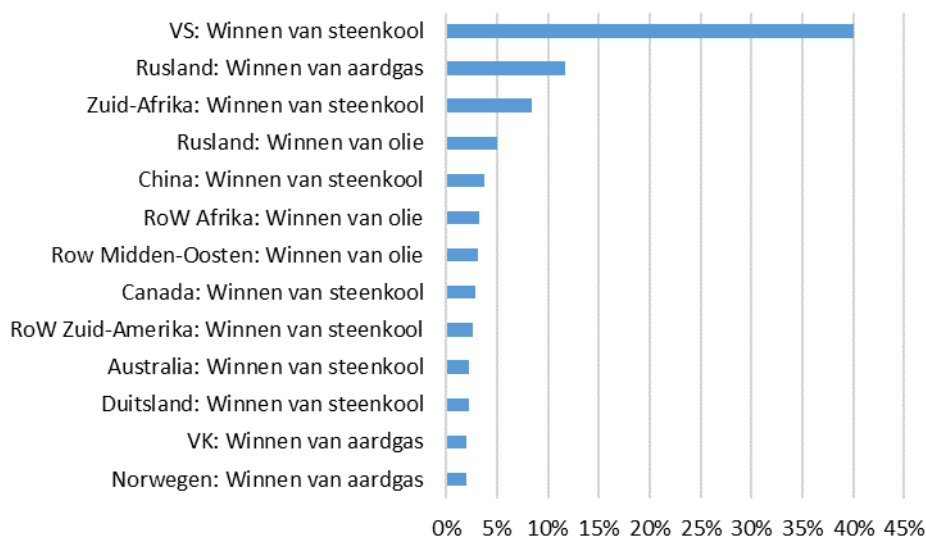
### 5.5.1 Top landen met winning fossiele brandstoffen als gevolg Nederlandse consumptie, 2014, 1000 ton



Bovengenoemde landen zijn samen goed voor 90% van de fossiele brandstofvoetafdruk.

<sup>12</sup> Fossiele brandstoffen hoeven niet per se gebruikt te worden als brandstof.

### 5.5.2. Bedrijfstakken met het grootste aandeel in de Nederlandse fossielen voetafdruk, 2014



Samen zijn deze bedrijfstakken goed voor 90% van de voetafdruk.

Figuren 5.5.1 en 5.5.2 geven het verwachte resultaat weer, namelijk dat de winning van steenkool, aardgas en olie de belangrijkste activiteiten zijn wat de fossiele brandstofvoetafdruk betreft. Voor steenkool zijn de VS en Zuid-Afrika het belangrijkste en Rusland is het belangrijkste wat aardgas en olie betreft.

## 5.6 Grondstoffen als geheel

In de analyses van de aparte types grondstoffen zien we dat India, de VS, China en Rusland de belangrijkste landen zijn. India is vooral van belang vanwege mineralen (zand en klei), de VS is vooral belangrijk vanwege fossiele brandstoffen (steenkool), China is vooral belangrijk vanwege mineralen (zand en klei) en metalen (ijzererts), en Rusland is vooral belangrijk vanwege fossiele brandstoffen (aardgas).



## 6. Het verzamelen van data over milieudruk

De resultaten laten zien dat variant 1, die oude cijfers over milieudruk gebruikt, matige resultaten boekt en dat variant 2, waar wel een update is van de cijfers over buitenlandse milieudruk, betere resultaten geeft. Het is dus nodig om deze cijfers te verzamelen. Dit hoofdstuk geeft een kort, echter niet volledig, overzicht van mogelijke bronnen.

Op dit moment beperken we ons tot alle types broeikasgassen (dus niet alleen koolstofdioxide) en grondstoffen. Gebruik van land en water blijft vooralsnog buiten beschouwing.

### 6.1 Bronnen data over uitstoot broeikasgassen

Naast de koolstofdioxide uitstoot betreft het hier ook de uitstoot van andere broeikasgassen, te weten methaan (CH<sub>4</sub>), N<sub>2</sub>O en F-gassen.

- De meest uitgebreide bron is UNFCCC (United Nations Framework Convention on Climate Change). Dit is een klimaatverdrag, ondertekend in Rio de Janeiro in 1992. De geïndustrialiseerde landen ("Annex 1 landen") zeggen hierin toe om hun uitstoot te verminderen én hier jaarlijks over te rapporteren. Op de website is het op diverse plaatsen mogelijk om gratis data te verzamelen ([https://di.unfccc.int/detailed\\_data\\_by\\_party](https://di.unfccc.int/detailed_data_by_party), type broeikasgas per bedrijfstak, [https://di.unfccc.int/flex\\_annex1](https://di.unfccc.int/flex_annex1)).
- EMEP (European Monitoring and Evaluation Programme) volgt de uitstoot van luchtverontreinigende stoffen in Europese landen. De database ([https://www.ceip.at/ms/ceip\\_home1/ceip\\_home/webdab\\_emepdatabase/reported\\_activitydata/](https://www.ceip.at/ms/ceip_home1/ceip_home/webdab_emepdatabase/reported_activitydata/)) bevat recente data, veel detail qua uitstoot en activiteiten. De database is echter moeilijk toegankelijk.
- EDGAR (Emissions Database for Global Atmospheric Research) bevat informatie over koolstofdioxide uitstoot, zeer recent, per land x bedrijfstak. Hun publicatie <https://edgar.jrc.ec.europa.eu/overview.php?v=booklet2018> noemt ook de gebruikte bronnen, voor consumptie van fossiele brandstoffen, productie van producten die met veel koolstofdioxide uitstoot gepaard gaan en affakkelen. EDGAR publiceert een tijdreeks over uitstoot van andere broeikasgassen. De reeks loopt tot en met 2012. De publicatie <https://www.pbl.nl/en/news/newsitems/2018/growth-in-global-greenhouse-gas-emissions-resumed-in-2017> noemt een reeks die tot en met 2017 loopt. Deze reeks is voornamelijk gebaseerd op extrapolatie en niet op recentere data. Het PBL werkt samen met EDGAR.
- De OESO (<https://stats.oecd.org/Index.aspx?DataSetCode=AEA>) biedt informatie over uitstoot van koolstofdioxide, CH<sub>4</sub> en N<sub>2</sub>O (niet van F-gassen) per bedrijfstak, voor EU-landen, Australië, Canada, Zuid-Korea, IJsland, Noorwegen, Nieuw-Zeeland, Zwitserland, Turkije, Servië. Eurostat is de belangrijkste bron.
- Het Internationaal Energie Agentschap (IEA) heeft gegevens over uitstoot van koolstofdioxide op basis van uitstoot door verbranding van brandstoffen. Data op detailniveau zijn tegen betaling beschikbaar.

Figuur 5.1.2 laat zien dat aardgaswinning in Rusland, kolencentrales in China en kolencentrales in Duitsland de top drie producenten zijn van koolstofdioxide-uitstoot als gevolg van Nederlandse consumptie. Deze drie zijn samen goed voor 30 procent van die uitstoot. De UNFCCC heeft recente gegevens over de uitstoot bij aardgasproductie in Rusland en energie- en warmtecentrales in

Duitsland. EDGAR heeft recente gegevens over uitstoot door energie- en warmtecentrales in China. Een voorzichtige conclusie is dat de benodigde gegevens over koolstofdioxide uitstoot beschikbaar zijn en dat de situatie bij de overige broeikasgassen iets minder, maar zeker niet slecht is.

## 6.2 Bronnen data over grondstofwinning

Exiobase gebruikt een wereldwijd overzicht met grondstofwinning per land. Grondstofwinning in een land (bijv. kolenwinning) is vrij gemakkelijk te koppelen aan één bedrijfstak, veelal één van de primaire bedrijfstakken.

Het international resources panel<sup>13</sup> beheert de zogeheten UN Environment International Resource Panel Global Material Flows Database. Deze database bevat andere data over grondstofwinning per land. De huidige structuur van Exiobase kan gebruikt worden om snel tot een koppeltabel te komen. De database beslaat de periode 1970-2017 en 150 landen<sup>14</sup>. De meest recente data, na 2012, zijn echter steeds vaker geëxtrapoléerd op basis van het verleden volgens de Technical annex for Global Material Flows Database<sup>15</sup>. Het is dus oppassen met het gebruik van de meest recente jaren voor trendanalyse.

De database vindt haar oorsprong in de projecten waarin Exiobase is gemaakt. Het is dus sterk aan te raden om hier op aan te sluiten. De bronnen van de UN database zijn uitgebreid beschreven in de eerder genoemde Technical annex. We beschrijven deze kort.

- Biomassa. De Voedsel- en Landbouworganisatie van de Verenigd Naties (FAO) heeft informatie over de productie van biomassa. Zie <http://www.fao.org/faostat/en/#data/FO> voor bosbouw (productie en handel), de algemene pagina <http://www.fao.org/faostat/en/#data> heeft ook informatie over de productie van gewassen en uitstoot door landbouw.
- Mineralen. De belangrijkste bronnen zijn de British Geological Survey, de United States Geological Survey en de World Mining Data van het Oostenrijks ministerie voor Wetenschap. Alle drie de datasets zijn gratis online toegankelijk. Toch zijn hier problemen. De winning van mineralen is onder te verdelen in winning voor de bouw en winning voor andere doeleinden. De winning voor de bouw vormt het grootste deel, maar de data zijn van slechte kwaliteit. De VN database hanteert daarom een ingewikkelde aanpak om toch tot goede schattingen te kunnen komen.
- Metalen. De belangrijkste bronnen zijn dezelfde bronnen als bij mineralen. De data zijn hier van goede kwaliteit, maar betreft vaak het metaal-gewicht van de ertsen terwijl het totale metaalerts-gewicht nodig is. De verhouding winbaar metaal/metaalerts verschilt van land tot land, van mijn tot mijn. De VN database hanteert daarom een lange lijst met omrekenfactoren gebaseerd op de literatuur.
- Fossiele brandstoffen. De belangrijkste bronnen zijn de World Energy Statistics and Balances van het IEA, de VN Energy Statistics Database en de International Energy Statistics van de VS Energy Information Administration. De eerste bron is veruit het belangrijkste. Deze data wordt min of meer 1 op 1 overgenomen, maar is niet gratis.

---

<sup>13</sup> <http://www.resourcepanel.org/>

<sup>14</sup> Verdere details over de database zijn te vinden op <http://www.resourcepanel.org/global-material-flows-database>

<sup>15</sup> Zie "technical annex": [http://www.csiro.au/~media/LWF/Files/CES-Material-Flows\\_db/Technical-annex-for-Global-Material-Flows-Database.pdf](http://www.csiro.au/~media/LWF/Files/CES-Material-Flows_db/Technical-annex-for-Global-Material-Flows-Database.pdf)

De conclusie is dat de VN database waarschijnlijk goed zou voldoen. Zelf de data opbouwen, op basis van de bronnen van de VN database, lijkt zeer tijdrovend en daarom onhaalbaar voor mineralen en metalen. Bij biomassa lijkt meer mogelijk en zeker bij fossiele brandstoffen zijn de data goed. In het laatste geval zijn er waarschijnlijk wel kosten verbonden aan het gebruik van de data.

## 7. Conclusies

In dit rapport hebben we een methode gepresenteerd om regelmatig nieuwe voetafdrukken te berekenen op het niveau van transitieagenda's indien actuele versies van Exiobase ontbreken. We hebben twee varianten van deze methode getest en we zagen dat variant 2, waarin actuele milieudrukdata toegepast worden, over het algemeen beter presteert. We hebben de resultaten geanalyseerd om de mechanismen achter de resultaten te begrijpen, en we hebben gekeken naar de mogelijke bronnen om milieudrukdata te actualiseren, wat nodig is om variant 2 toe te passen.

In dit hoofdstuk wordt de nadruk gelegd op het nemen van een beslissing voor de toekomst. Het meest urgente punt is hoe we in de komende maanden voetafdrukken zullen berekenen voor het jaar 2016, wat nodig is voor het monitoringrapport dat in 2020 gepubliceerd wordt. Er zijn twee opties hiervoor. We zouden de afwijkende jaren methode kunnen gebruiken om Exiobase 14-16 te maken of we zouden Exiobase 2016 (het meest recente beschikbare jaar) kunnen gebruiken. Belangrijk is dat de 2014 en 2016 Exiobase versies zogeheten "now-casts" zijn. De now-cast techniek wordt beschreven in de Exiobase rapportage<sup>16</sup>. De techniek maakt gebruik van macro-economische groeicijfers die in de tussentijd beschikbaar zijn geworden om de gedetailleerde Exiobase data te extrapoleren. Er wordt aangenomen dat historische trends in de inputverhoudingen van productieprocessen ook van toepassing zijn in de now-cast jaren. Dus als de meubelindustrie jaar op jaar steeds minder hout gebruikt en steeds meer kunststof, dan wordt die trend doorgetrokken in de now-cast jaren. Grondstofwinning in de now-cast jaren wordt berekend door de meest recente extractie-output verhoudingen toe te passen op de output per bedrijfstak die ook een nowcast is. Uitstootdata in de now-casts maken gebruik van de meest recente uitstoot-output verhouding.

De methode die gebruikt is om de now-cast versie van Exiobase te maken is op zich niet ideaal wanneer Exiobase gebruikt wordt om voetafdrukken te berekenen in de context van het RPCE. Veranderingen in productieprocessen staan centraal in de transitie naar een circulaire economie. Door aan te nemen dat de trend in veranderingen in inputverhoudingen constant blijft kan het gebeuren dat een eventueel effect van de transitie niet zichtbaar is in de voetafdrukken. Om deze reden is het nog belangrijker om Exiobase consistent te maken met de Nederlandse nationale rekeningen. Door gebruik te maken van deze data worden de now-cast aannames alleen toegepast in het buitenland, niet op het binnenland, waardoor het effect van de aannames op de voetafdruk verminderd is. Op deze manier wordt het eventuele effect van de transitie naar een circulaire economie in Nederland grotendeels zichtbaar in de voetafdrukken. Het effect van veranderingen in de trends in inputverhoudingen in het buitenland op de Nederlandse voetafdruk wordt niet meegenomen in de now-cast versies van Exiobase maar dit zal maar een klein effect hebben op de resultaten.

Het is dus extra belangrijk om Exiobase te harmoniseren als er gebruik gemaakt wordt van now-cast versies van Exiobase. Voor het berekenen van 2016 voetafdrukken is het de vraag of het beter is om Exiobase 2014 data of Exiobase 2016 data consistent te maken met Nederlandse nationale rekeningen 2016. Beide aanpakken hebben nadelen. Als we Exiobase 2014 data gebruiken dan zal er meer ruis zijn in de voetafdruk vanwege het gebruik van de afwijkende jaren methode. Dit kan voorkomen worden door gebruik te maken van Exiobase 2016 maar dan komt er ruis door de now-cast.

---

<sup>16</sup> <https://lca-net.com/publications/show/d5-3-integrated-report-ee-io-related-macro-resource-indicator-time-series/>

Het is moeilijk om de interacties tussen de afwijkende jaren methode en now-cast versies van Exiobase uit te pluizen. We weten namelijk niet hoeveel ruis er geïntroduceerd wordt door het gebruik van now-casts en in hoeverre de ruis erger wordt naarmate we verder van het basisjaar geraken. Om deze reden lijkt de beste optie zo min mogelijk bronnen van ruis te introduceren. Dit betekent dat er beter geen gebruik gemaakt kan worden van de afwijkende jaren methode om 2016 voetafdrukken te berekenen. De beste aanpak is om Exiobase 2016 consistent te maken met 2016 nationale rekeningen data. Vervolgens moeten de data flink gecontroleerd worden. Er moet vooral gekeken worden naar de trends in de intensiteiten om ervoor te zorgen dat ze plausibel zijn. Zo niet dan moeten de data aangepast worden. Ook kan gebruik gemaakt worden van de databronnen zoals besproken in hoofdstuk 6 om de milieudrukdata te verbeteren. Er moet ook rekening gehouden worden met de belangrijkste landen en bedrijfstakken zoals geïdentificeerd in hoofdstuk 5.

Hoewel de afwijkende jaren methode dus niet van toepassing zal zijn voor de 2016 voetafdrukken, zal deze mogelijk noodzakelijk zijn om 2018 voetafdrukken te berekenen voor de tweede monitoringsronde van het RPCE. Dit onderzoek heeft laten zien dat de afwijkende jaren methode (variant 2) gevalideerd kan worden op het niveau van de transitieagenda's. Hiervoor wordt een betrouwbaarheids grens van 5% gehanteerd. Deze grens wordt in slechts één geval niet geschonden (koolstofdioxide in de maakindustrie).

Ondanks de succesvolle validatie van de afwijkende jaren methode zou het CBS liever de beschikking hebben over een versie van Exiobase voor het jaar 2018 waarin zo min mogelijk gebruik is gemaakt van now-casting. Het is echter onduidelijk of deze versie van Exiobase er komt. Er is geen instituut zoals Eurostat, UNSD of OESO dat Exiobase regulier produceert. Updates van Exiobase zijn steeds weer afhankelijk van nieuwe financiering. Exiobase 2018 zou een nuttige databron zijn voor veel landen en onderzoekers. Internationale samenwerking kan dus helpen om institutionalisering en financiering voor elkaar te krijgen om nieuwe versies van Exiobase te maken.

## 8. Afkortingen

CBS	Centraal Bureau voor de Statistiek
CH <sub>4</sub>	Methaan
EDGAR	Emissions Database for Global Atmospheric Research
EMEP	European Monitoring and Evaluation Programme
IEA	Internationaal Energie Agentschap
OESO	Organisatie voor Economische Samenwerking en Ontwikkeling
PBL	Planbureau voor de Leefomgeving
SNAC	Single country National Accounts Consistent
RoW	Rest of World
RPCE	Rijksbrede Programma Circulaire Economie
UNFCCC	United Nations Framework Convention on Climate Change

## Bijlage 1: Exiobase 2014 consumptievoetafdrukken

In deze bijlage worden de absolute waarden van de Exiobase 2014 consumptievoetafdrukken gepresenteerd. De zesde prioriteitsgroep (consumentengoederen) betreft in de context van voetafdrukken de activiteiten van huishoudens.

	CO <sub>2</sub>	Grondstofftypes			
		Biomassa	Mineralen	Metalen	Fossielen
Biomassa en Voedsel	12,584	40.5	12.6	1.6	6.3
Maakindustrie	20,383	4.2	21.7	6.8	10.1
Kunststoffen	1,563	0.3	2.9	0.2	1.2
Bouw	17,334	3.0	36.5	3.5	12.1
Niet-prioriteit	88,709	19.3	92.8	7.5	103.9
Consumentengoederen	44,973	.	.	.	.

Miljoen tonnen

## Wetenschappelijke literatuur

Arto, I., Rueda-Cantuche, J.M., Peters, G.P. (2014) Comparing the GTAP-MRIO and WIOD database for carbon footprint analysis, *Economic Systems Research*, 26:3, 327-353.

Edens, B., Hoekstra, R., Zult, D., Lemmers, O., Wilting, H. en R. Wu (2015). A method to create carbon footprint estimates consistent with national accounts. *Economic Systems Research* 27:4, 440-457.

Moran, D., Wood, R. (2014) Convergence between the EORA, WIOD, Exiobase and OPENEU's consumption-based carbon accounts, *Economic Systems Research*, 26:3, 245-261.

Peters, G.P., Davis, S.J., Andrew, R (2012) A synthesis of carbon in international trade, *Biogeosciences*, 9:8, 3247–3276.