



Plan van aanpak voor een vervanger voor het SNAC-proces

Adam N. Walker

Oscar Lemmers

Edwin Horlings

Daan Zult

Valerie Wijnen

Sjoerd Hooijmaaijers

Dit rapport is tot stand gekomen in het kader van het Werkprogramma Monitoring en Sturing Circulaire Economie 2019-2023. Dit werkprogramma is een samenwerkingsverband van het Centraal Bureau voor de Statistiek (CBS), Centrum voor Milieuwetenschappen Leiden (CML), het Centraal Planbureau (CPB), het Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM), RVO.nl, Rijkswaterstaat, 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

CBS Den Haag
Henri Faasdreef 312
2492 JP Den Haag
Postbus 24500
2490 HA Den Haag
+31 70 337 38 00

www.cbs.nl

projectnummer PR0001422
 ENR
 26 januari 2023

Inhoudsopgave

1.	Introductie	4
2.	Voetafdrukberekening met SAMCA	6
2.1	Een fictief voorbeeld	6
2.2	Het proces in stappen.	6
2.3	Literatuur over soortgelijke methoden	10
3.	Validatie	11
3.1	Test 1: een kleine voorbeeldtabel	11
3.2	Test 2: mogelijke bias door ongebalanceerde IO-tabellen	11
3.3	Test 3: met een complete MRIO	13
4.	Operationalisering en automatisering	14
4.1	De AnalysIO-tool als basis	14
4.2	Invoer toedelen naar landen en buitenlandse bedrijfstak.	15
4.3	SAMCA-berekeningen	17
4.4	Resultaten uitdraaien en analyses maken	17
4.5	Totaalbeeld	17
5.	Andere issues	24
5.1	Hoe gaan we een reeks onderhouden en hoe ziet dat er uit?	24
5.2	Uitvoer	24
6.	Conclusies en vervolgstappen	25
	Bijlage 1: voorbeeld MRIO-tabel voor validatie	26

1. Introductie

Voetafdrukken kunnen berekend worden met een Multi-Regional Input-Output tabel (MRIO) zoals Exiobase of FIGARO. Het probleem met MRIOs is dat de weergave van Nederland in de MRIO niet consistent is met de Nederlandse nationale rekeningen. Daarom is het SNAC-proces (Single-country National Accounts Consistent) bedacht. Hiermee wordt een MRIO een SNAC-MRIO die consistent is met de Nederlandse nationale rekeningen. Echter is er nu behoefte aan een vervanger voor het SNAC-proces om de volgende reden:

- SNAC is tijdrovend waardoor het niet mogelijk is om een reeks in onderhoud te nemen.
- Een SNAC-MRIO kan voor veel analyses gebruikt worden maar SNAC-Exiobase werd bij het CBS bijna uitsluitend gebruikt voor voetafdrukanalyses.
- Een vervanger voor SNAC moet sneller en goedkoper zijn waardoor het onderhouden van een reeks betaalbaar wordt. Een geautomatiseerd proces kan hierbij helpen.

In totaal wordt ongeveer 550 uur besteed aan het maken van een SNAC-MRIO voor een specifiek jaar. Er zijn twee elementen in het SNAC-proces die veel tijd kosten. De eerste is het aanpassen van de Nederlands aanbod- en gebruiktabellen (AGT). Dit kost ongeveer 200 uur. Kort gezegd moeten onder andere de volgende aanpassingen gemaakt worden:

- Marges worden weggewerkt bij de producten
- Intermediair gebruik van consumptiegoederen wordt toegewezen aan één specifieke goederengroep
- Het toewijzen van marges op tweedehands consumptiegoederen, zakelijke reisverkeer en uitgaven van Nederlandse ambassades in het buitenland aan specifieke goederengroepen

Het tweede onderdeel van het proces wat veel tijd kost is het samenvoegen van alle brondata (AGTs, internationale handelsdata en Exiobase zelf), het opnieuw balanceren van het systeem en het maken van de input-output tabel. Dit kost ongeveer 180 uur.

Een andere relatief grote post is het berekenen van de voetafdrukken en het controleren van de plausibiliteit van de berekeningen. Dit kost ongeveer 90 uur. Dit zal in iedere variant van voetafdrukberekening moeten gebeuren, dus hier is geen tijdswinst te behalen.

Hiernaast zijn er meerdere kleine posten zoals:

- het voorbereiden van de internationale handelsdata
- het voorbereiden van de data over broeikasgasemissies en grondstofwinning
- het controleren van koppeltabellen
- projectleiding e.d.

Deze activiteiten kosten ongeveer 80 uur.

Dit document beschrijft een vervanger voor het SNAC-proces, waarbij het mogelijk is om voetafdrukken te berekenen zonder aanbod- en gebruiktabellen aan te passen en zonder het balanceren van het systeem. Dit levert tijdsbesparingen en dus ook kostenbesparingen op. Daarnaast heeft de methode andere voordelen maar deze voordelen gaan ook gepaard met enige nadelen. Deze worden ook in dit rapport beschreven.

Kort gezegd houdt de nieuwe methode in dat de Nederlandse Input-Output- (IO-) en de MRIO-tabellen apart gehouden worden en dat voetafdrukken in twee stappen berekend worden. Op

deze manier hoeven we deze twee bestanden niet meer te combineren conform het SNAC-proces. Specifiek hoeven we niet meer Nederlandse tabellen te maken die gebruik maken van dezelfde definities als de MRIO en we hoeven niet meer de aangepaste MRIO opnieuw te balanceren. Omdat de MRIO- en de IO-tabellen apart blijven noemen we dit de Single And Multi-regional Consolidated Approach (SAMCA). In de literatuur wordt dit "simplified SNAC" genoemd. Met SAMCA kunnen voetafdrukken berekend worden vanuit zowel productie- als consumptieperspectief. Voetafdrukresultaten kunnen gepresenteerd worden als een matrix waarin alle detail over ketens, uitgesplitst naar land en bedrijfstak, beschikbaar is.

Automatisering wordt zoveel mogelijk toegepast in de SAMCA-methode om de kosten te verminderen en het onderhouden van een reeks betaalbaar te maken. Het opzetten van een geautomatiseerd proces brengt kosten met zich mee in het begin maar deze kosten worden terugverdiend door lagere jaarlijkse kosten.

In dit document gaan we eerst de 4 stappen van de SAMCA-methode toelichten, inclusief een korte discussie van de kwaliteit van SAMCA-voetafdrukken ten opzichte van SNAC-voetafdrukken. Vervolgens rapporteren we de resultaten van validiteitstesten van de SAMCA-methode. Daarna gaan we in meer detail in op de SAMCA-methode met aandacht voor brondata, verwerking van de brondata en het automatiseren van het proces. We sluiten het rapport af met een hoofdstuk dat een paar praktische issues bespreekt. De conclusies gaan in op de plannen voor de komende jaren.

2. Voetafdrukberekening met SAMCA

In deze beschrijving nemen we het voorbeeld van een broeikasgas(BKG)-voetafdruk vanuit het consumptieperspectief. Andere milieueffecten (zoals grondstofwinning) en berekeningen vanuit het productieperspectief zijn ook mogelijk. De SAMCA-methode bestaat kort gezegd uit twee stappen:

1. Gebruik de Nederlandse IO-tabel om de emissies binnen Nederland en de invoer verbonden aan de finale bestedingen te berekenen
2. Gebruik de MRIO om de emissies verbonden aan de invoer te berekenen.

2.1 Een fictief voorbeeld

Deze twee stappen kunnen we illustreren voor een specifieke bedrijfstak met het volgende fictieve voorbeeld van de Nederlandse auto-industrie die alleen staal als intermediaire input gebruikt. De Nederlandse auto-industrie produceert voor de export (40 miljoen euro) en binnenlandse markt (10 miljoen euro). Met de Nederlandse IO-tabel kunnen we de uitstoot in Nederland per euro productie berekenen in de auto-industrie en de Nederlandse toeleveringsketen. Stel dat dit 50 gram per euro is. Totale uitstoot is daarom $50 \text{ miljoen} * 50 \text{ gram} = 2500 \text{ ton}$. De Nederlandse auto-industrie importeert alleen staal uit de staalindustrie in het Verenigd Koninkrijk ter waarde van 10 miljoen euro. Uit de MRIO kan berekend worden dat er 100 gram uitstoot in de Britse metaalindustrie en diens toeleveringsketen verbonden is aan 1 euro productie in de Britse metaalindustrie. Dit betekent dat $10 \text{ miljoen} * 100 \text{ gram} = 1000 \text{ ton}$ uitstoot verbonden is aan de Nederlandse auto-industrie via de import. De voetafdruk is gelijk aan de uitstoot verwerkt in finale besteding in Nederland aan de Nederlandse auto-industrie wat uitkomt op $10/50 * (1000+2500) = 700 \text{ ton}$.

2.2 Het proces in stappen.

Laten we de volgende identiteiten definiëren (met emissies als voorbeeld):

$m \equiv$ aantal bedrijfstakken in de Nederlands IO-tabel

$n \equiv$ aantal bedrijfstakken in de MRIO

$L_{NL} \equiv$ Leontief matrix afgeleid van IO de Nederlandse IO tabel ($m \times m$)

$L_W \equiv$ Leontief matrix afgeleid van MRIO ($n \times n$)

$F_{NL} \equiv$ een vector van de Nederlandse finale besteding van Nederlandse producten (m)

$F_{BL} \equiv$ een vector van de Nederlandse finale besteding van buitenlandse producten¹ (n)

$E_{NL} \equiv$ een vector van emissies gedeeld door output per Nederlandse bedrijfstak (m)

$E_W \equiv$ een vector van emissies gedeeld door output per bedrijfstak (n)

Het zetten van een vector v op de diagonaal van een matrix waarvan de elementen buiten de diagonaal allen 0 zijn, wordt weergegeven als $d(v)$ in plaats van $diag(v)$ om ruimte te besparen.

¹ Alle waardes betreft Nederlandse bedrijfstakken zijn dus nul in deze vector.

2.2.1 Stap 1: Berekeningen met de Nederlandse IO-Tabel

De eerste stap berekent de milieu impact in Nederland van de finale besteding in Nederland van Nederlandse producten.

$$d(E_{NL}) \times L_{NL} \times d(F_{NL})$$

Het resultaat is dus de voetafdruk in Nederland door finale besteding van Nederlandse producten. Deze eerste stap is een normale single-country-voetafdrukberekening. Zulke berekeningen vinden al plaats binnen IO-tool van de nationale rekeningen die het CBS nu ontwikkelt. Het resultaat is de voetafdruk van de Nederlandse finale bestedingen waar de toeleveringsketen afgeknipt wordt aan de Nederlandse grens². Wat er buiten Nederland gebeurt berekenen we eerst in termen van de finale besteding van Nederlandse producten, en vervolgens in termen van buitenlandse producten

2.2.2 Stap 2: Het buitenland en finale besteding van Nederlandse producten

De tweede stap berekent de milieu impact in het buitenland van de finale besteding in Nederland van Nederlandse producten. Deze stap bestaat uit stap 2a en stap 2b.

Stap 2a: Invoervoetafdruk

Deze stap berekent de productie in het buitenland die toe te delen is aan de Nederlandse invoer. De invoer per bedrijfstak staat in de Nederlandse IO-tabel. Om het effect van deze invoer door te rekenen moeten we weten uit welk land en uit welke bedrijfstak die producten ingevoerd worden. Dit extra detail komt uit de Nederlandse internationale handelsdata en de MRIO. De aanpak om invoer uit een land te verdelen naar invoer voor wederuitvoer en invoer voor gebruik in Nederland bouwt op Lemmers en Wong (2019). In een recent project heeft het CBS deze aanpak verder verfijnd door de invoer voor gebruik in Nederland onder te verdelen naar bedrijfstak en finaal verbruik.

De invoerdata per bedrijfstak wordt overgezet naar invoerintensiteiten door de invoer vanuit een specifieke bedrijfstak en land te verdelen over de output van de invoerende Nederlandse bedrijfstak.

$I \equiv$ De invoerintensiteiten ($n \times m$)

De matrix I heeft in elke rij met betrekking op het Nederlandse intermediaire blok de waarde nul. De invoerintensiteiten worden ingezet op de volgende manier.

$$I \times L_{NL} \times d(F_{NL}) \quad (1)$$

Het resultaat is dus een ($n \times m$) matrix. De bovenstaande berekening is vergelijkbaar met stap 1. Het verschil is dat invoerintensiteiten gebruikt worden in plaats van emissie-intensiteiten. Het resultaat is de invoer per Nederlandse bedrijfstak, uitgesplitst naar land en bedrijfstak, verbonden aan Nederlandse finale besteding.

² Rekening houdend met het ingezetenenprincipe

Stap 2b: de voetafdruk van de invoervoetafdruk

Deze stap berekent de voetafdruk van de Nederlandse invoer voor de finale besteding van Nederlandse producten. Het resultaat uit stap 2a wordt dus gebruikt om de milieupact van de invoer te berekenen.

$$d(E_W) \times L_W \times (I \times L_{NL} \times d(F_{NL})) \quad (2)$$

2.2.3 Stap 3: Het buitenland en Nederlandse finale besteding van buitenlandse producten en het optellen tot totale productie in het buitenland

Net zoals we meer detail hebben moeten aanbrenge in de Nederlandse invoer voor intermediair verbruik moeten we ook meer detail aanbrenge in de Nederlandse invoer voor finale besteding. In de IO-tabel staat daar 1 waarde, maar we willen deze informatie onderverdelen naar product en land van herkomst, zodat er specifieke emissie-intensiteiten gebruikt worden. Op deze manier wordt de vector F_{BL} gemaakt. Uit de Nederlandse nationale rekeningen volgt per type finaal verbruik om welke producten het gaat. Met behulp van de internationale handelsdata kunnen deze aan landen gekoppeld worden. De producten kunnen aan bedrijfstakken gekoppeld worden, hetzij via een algemene koppeltabel of via de MRIO.

Met deze vector kan de volgende berekening gemaakt.

$$d(E_W) \times L_W \times d(F_{BL}) \quad (3)$$

Het resultaat hiervan is de voetafdruk van de invoer van producten voor Nederlandse finale besteding.

2.2.4 Stap 4: Voetafdruk van productie in het buitenland en voetafdrukken optellen

In deze stap worden de voetafdrukken in stap 1, 2 en 3 opgeteld. De volgende formule wordt de SAMCA-formule genoemd. Hiermee wordt het eindresultaat berekend.

$$d(E_{NL}) \times L_{NL} \times d(F_{NL}) + d(E_W) \times L_W \times (I \times L_{NL} \times d(F_{NL})) + d(E_W) \times L_W \times d(F_{BL}) \quad (4)$$

Om de bovenstaande berekening uit te voeren moet $d(E_{NL}) \times L_{NL} \times d(F_{NL})$ eerst in een $(n \times n)$ matrix gezet worden zodat dat optelbaar is met de andere twee $(n \times n)$ matrices. Het beginpunt hiervoor is een $(n \times n)$ nulmatrix. Stel voor dat Nederland het eerste land is in de MRIO en dat er zowel m bedrijfstakken zijn voor Nederland in de MRIO als de Nederlandse IO tabel³. In dat geval worden de eerste $(m \times m)$ cellen in de $(n \times n)$ nulmatrix vervangen door de waardes in $d(E_{NL}) \times L_{NL} \times d(F_{NL})$. Op deze manier zijn alle matrices $(n \times n)$ en zijn ze dus optelbaar.

2.2.5 Kwaliteit SAMCA versus SNAC

De SAMCA-methode heeft als nadeel dat er twee verschillende statistische beschrijvingen van Nederland gebruikt worden. De data over Nederland in de IO-tabel van de nationale rekeningen is de correcte beschrijving, en de beschrijving in de MRIO-tabel kan afwijken van de correcte

³ Als dit niet geval is dan moeten één of beide matrices geaggregeerd worden zodat de dimensies overeenkomen.

beschrijving en is dus “inconsistent”. De vraag is dus in hoeverre deze inconsistentie een effect heeft op de resultaten. Dit hangt van twee dingen af: 1) hoe groot de inconsistentie is en 2) hoe groot de “feedback”-loops zijn.

Hoe groot de inconsistentie is hangt af van de MRIO die gebruikt wordt. Het is dus belangrijk om van te voren te analyseren in hoeverre de MRIO inconsistent is. Deze informatie is belangrijk om de kwaliteit van de resultaten te toetsen.

In hoeverre de inconsistentie in data een effect kan hebben op het resultaat hangt ervan af in hoeverre feedback-loops voorkomen. Een feedback-loop komt voor als het buitenland inputs nodig heeft van Nederland (direct of indirect) om (direct of indirect) te produceren voor de Nederlandse markt. Bijvoorbeeld, als Nederland staal uit het Verenigd Koninkrijk importeert waar Nederlandse goederen en diensten in verwerkt zijn. Deze inputs worden gemaakt volgens de input-output verhoudingen in de MRIO en die zijn niet consistent met de Nederlandse nationale rekeningen. Omdat Nederland een open economie is komen zulke feedback-loops relatief veel voor ten opzichte van andere landen. Het is wenselijk dat we testen in hoeverre feedback-loops die niet consistent zijn met de nationale rekeningen een effect hebben op de resultaten. Echter, deze feedback-loops maken maar een klein deel uit van alle ketens waardoor het effect van inconsistentie van de nationale rekeningen in de MRIO beperkt zal blijven. Dit blijkt uit de literatuur (zie 2.3) en de TiVA-indicatoren⁴ van de OESO. Verder hangt de omvang van het probleem af van de kwaliteit van de MRIO van Nederland. Dat laatste wordt dus een relevant criterium bij voor het kiezen van een MRIO. Wanneer een SNAC-MRIO wordt gemaakt van de MRIO is dit niet relevant omdat alle data over Nederland sowieso vervangen worden.

De kwaliteit van de SAMCA-methode wordt ook beïnvloed door inconsistenties tussen de internationale handelsdata van het CBS en de data daarover in de MRIO. Specifiek zou het probleem kunnen voorkomen dat Nederland producten importeert van een bepaalde bedrijfstak in een bepaald land waar geen productie is volgens de MRIO. Omdat Nederland een klein land is verwachten we niet dat dit probleem vaak voorkomt. De oplossing voor dit probleem zal afhangen van het land en de bedrijfstak waar het probleem ligt. Het is belangrijk om alert te zijn dat dit voor kan komen en passende oplossingen te bedenken op een *case-by-case* basis.

2.2.6 Productievoetafdrukken

Zoals vermeld in de introductie is het ook mogelijk productievoetafdrukken berekenen met SAMCA. In de volgende regels gaan we in op de vraag hoe de SAMCA-methode anders kan worden ingezet om dit te faciliteren. Er zijn drie verschillen tussen de consumptie- en productievoetafdrukmethodes.

1. In stap 1 en stap 2a wordt de vector van finale besteding vervangen door een vector van Nederlandse productie⁵.
2. Stap 3 valt weg omdat Nederlandse productie alleen in Nederland plaatsvindt.
3. Het resultaat van stap 3 wordt niet meegenomen in de opsomming in stap 4.

De methode is dus eenvoudiger voor productievoetafdrukken dan voor consumptievoetafdrukken.

⁴ Zie bijvoorbeeld [Trade in Value Added \(TiVA\) 2021 ed: Principal Indicators : Re imported content \(oecd.org\)](https://www.oecd.org/trade-in-value-added-tiva/)

⁵ “Productie” wordt gedefinieerd volgens één van de drie benaderingen zoals uitgelegd in bijlage 4 van [Circulaire economie: wat we willen weten en kunnen meten \(pbl.nl\)](https://www.pbl.nl/nl/publicaties/circulaire-economie-wat-willen-weten-en-kunnen-meten).

2.3 Literatuur over soortgelijke methoden

We beschrijven kort enkele soortgelijke methoden en de overwegingen daarbij. Het is zeker geen complete literatuurstudie. Nijdam et al. (2005)⁶ gebruikten, in een tijd dat er nog geen of weinig MRIO's waren, een IO-tabel voor Nederland en verdeelden de invoer naar OESO-Europa, OESO-niet-Europa en Rest van de Wereld. Voor ieder van de drie buitenlandse regio's namen zij een aparte IO-tabel om milieuvoetafdrukken gerelateerd aan uitvoer naar Nederland af te leiden. Wood en Palm (2016)⁷ beschrijven een methode waarin ze een MRIO linken aan Zweedse data. In feite is de methode hetzelfde als SAMCA. Daarbij hoeven ze de originele Zweedse data, die gedacht wordt van hogere kwaliteit te zijn dan in de MRIO, niet aan te passen terwijl de internationale toeleveringsketens nog steeds goed in kaart worden gebracht. De Zweedse data is niet alleen anders, maar ook gedetailleerder dan de MRIO-data. En voor sommige voetafdrukken is een groot deel in eigen land; deze methode zorgt er dan voor dat dat deel zo goed mogelijk geschat wordt. In deze methode, dus in SAMCA, wordt in feite een ongebalanceerde MRIO gemaakt door nationale data in een MRIO te zetten en de MRIO niet aan te passen. Ze verwijzen naar Wiebe en Lenzen (2016)⁸; zij laten zien dat "rebalancing is optional". In Palm et al. (2019)⁹ is de uitwerking van deze methode met echte data. Moran et al. (2018)¹⁰ beschouwen een SAMCA-aanpak en bestuderen de eerder genoemde feedback loops door te schatten hoeveel binnenlandse productie via export en latere import weer terug komt in eigen land. Daaraan koppelen zij dan weer emissies en andere milieu-uitkomsten. Zij vinden dat de feedback van CO₂-emissies over het algemeen lager zijn dan 2% van de totale import footprint, maar dat dit voor sommige landen voor sommige grote landen voor sommige variabelen meer dan 6% is. Tukker et al. (2018)¹¹ noemen de SAMCA aanpak "simplified SNAC" en zien het als een makkelijker interpreteerbare variant van SNAC. Als enige nadeel zien zij de eerdergenoemde feedback-loops die zij, na het werk van Moran et al., als erg klein inschatten.

⁶ Nijdam, D. S., Wilting, H. C., Goedkoop, M. J., & Madsen, J. (2005). Environmental load from Dutch private consumption: how much damage takes place abroad? *Journal of Industrial Ecology*, 9(1-2), 147-168.

⁷ Wood, R., & Palm, V. (2016). Swedish footprints: policy-relevant indicators for consumption and environment. Paper presented at the 24TH International Input-Output Conference.

⁸ Wiebe, K. S., & Lenzen, M. (2016). To RAS or not to RAS? What is the difference in outcomes in multi-regional input-output models?. *Economic Systems Research*, 28(3), 383-402.

⁹ Palm, V., Wood, R., Berglund, M., Dawkins, E., Finnveden, G., Schmidt, S., & Steinbach, N. (2019). Environmental pressures from Swedish consumption—A hybrid multi-regional input-output approach. *Journal of Cleaner Production*, 228, 634-644.

¹⁰ Moran, D., Wood, R., & Rodrigues, J. F. (2018). A note on the magnitude of the feedback effect in environmentally extended multi-region input-output tables. *Journal of Industrial Ecology*, 22(3), 532-539.

¹¹ Tukker, A., Giljum, S., & Wood, R. (2018). Recent progress in assessment of resource efficiency and environmental impacts embodied in trade: An introduction to this special issue. *Journal of Industrial Ecology*, 22(3), 489-501.

3. Validatie

Om meer inzicht te krijgen in de precieze werking en de voor- en nadelen van SAMCA wordt een aantal validatietesten uitgevoerd. De doel daarvan is om te bevestigen dat SAMCA-voetafdrukken voldoende vergelijkbaar zijn met SNAC-voetafdrukken. De eerste twee tests maken gebruik van fictieve data. De derde test maakt gebruik van echte data.

3.1 Test 1: een kleine voorbeeldtabel

Deze test is bedoeld om het basisidee achter SAMCA te testen in een overzichtelijke setting. Om deze reden wordt een kleine voorbeeld-MRIO met fictieve data gemaakt met 3 landen en 3 bedrijfstakken. Deze tabel wordt weergegeven in bijlage 1. De test bestaat uit de volgende stappen

- 1) Het berekenen van een voetafdruk met de complete MRIO. Dit is de "SNAC"-voetafdruk.
- 2) Het afleiden van de IO-tabel voor Nederland, de internationale handelsdata voor Nederland en de Nederlandse finale bestedingen uit de MRIO.
- 3) Het gebruik van de data uit stap 2, in combinatie met de hele MRIO, om een SAMCA-voetafdruk te berekenen.
- 4) Het vergelijken van de SAMCA- en de SNAC-voetafdrukken als matrices (9x9) en het vergelijken van de resultaten.

Omdat de voetafdrukken berekend worden als matrix is het mogelijk om naast de totale voetafdruk ook per cel of per rij- of kolomsom te vergelijken. Het resultaat van de eerste test is dat het verschil tussen de SAMCA- en de SNAC-voetafdruk precies nul is¹². Deze test geeft dus aan dat het basisidee achter SAMCA valide is omdat het resultaat van formule 4 hetzelfde resultaat geeft als een normale voetafdrukberkening.

3.2 Test 2: mogelijke bias door ongebalanceerde IO-tabellen

In test 1 wordt de SAMCA-voetafdruk berekend door een gebalanceerde fictieve IO-tabel uit elkaar te halen en de SAMCA-berekening te maken met de onderdelen van de tabel. Zowel de SAMCA als de SNAC-berekeningen vloeien dus voort uit gebalanceerde systemen. In principe hoort alle Input-Output-analyse gedaan te worden met gebalanceerde systemen. SAMCA houdt echter in dat er gewerkt wordt met een ongebalanceerd systeem. Dit komt door het gebruik van een MRIO en een Nederlandse tabel die niet op elkaar afgestemd zijn. Hoewel uit de literatuur is gebleken dat balanceren "optioneel is", is het handig om te testen of ongebalanceerde systemen kunnen leiden tot systematische bias in de specifieke context van SAMCA. Is SAMCA dus gemiddeld een onder- of een overschatting van de SNAC-voetafdruk? Als het effect van ongebalanceerde systemen gemiddeld nul is dan is SAMCA een consistente schatter, en is de methode valide op dit punt.

Deze test voeren we uit door variatie toe te voegen aan de kleine voorbeeldtabel zodat deze niet meer gebalanceerd is. Deze variatie wordt toegevoegd aan de waarden in het intermediaire

¹² Als we rekening houden met de computerprecisie.

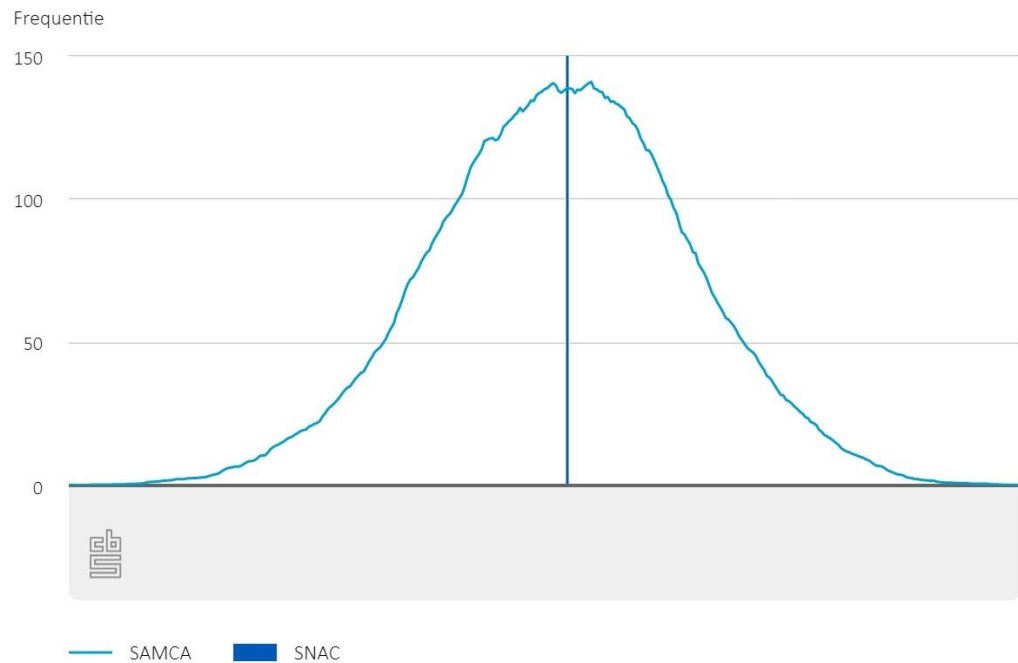
blok en de finale besteding door het optellen van een willekeurige waarde uit een normale verdeling met een gemiddelde waarde van nul en een standaarddeviatie gelijk aan de waarde zelf tot de macht $1/5$. Verder werden er een aantal restricties opgelegd namelijk:

- Waardes blijven groter dan of gelijk aan nul
- Nullen blijven nullen
- De som van alle waardes in het intermediaire blok blijft hetzelfde
- De som van alle waardes in de finale bestedingen blijft hetzelfde

Er is echter geen restrictie waarmee input gelijk moet zijn aan output. Op deze manier wordt dus een ongebalanceerde tabel gemaakt waarmee een “ongebalanceerde” voetafdruk berekend kan worden. Als deze ongebalanceerde voetafdruk herhaaldelijk berekend zou worden dan zou de gemiddelde ongebalanceerde voetafdruk de voetafdruk van de “echte” voetafdruk van de kleine voorbeeldtabel naderen. De vraag is of de gemiddelde SAMCA-voetafdruk ook de echte voetafdruk benadert. Zo niet, dan is SAMCA geen consistente schatter.

De gemiddelde SAMCA-voetafdruk wordt berekend over 5000 iteraties. Per iteratie wordt de SAMCA-voetafdruk berekend met dezelfde methode als in Test 1. Hiermee kan een distributie berekend worden. Als de distributie symmetrisch is met een gemiddelde die bij benadering gelijk aan de SNAC voetafdruk dan is SAMCA een consistente schatter. Zowel de echte voetafdruk vanuit de kleine voorbeeldtabel als de ongebalanceerde voetafdruk werden berekend met dezelfde BKG-intensiteiten. Figuur 1 laat de resultaten zien.

Figuur 1: SAMCA-voetafdrukken vanuit ongebalanceerde systemen versus SNAC-voetafdruk¹³



Omdat deze distributie symmetrisch is met een gemiddelde gelijk aan de SNAC voetafdruk kunnen we concluderen dat SAMCA een consistente schatter is. Dit betekent dat het gebruik van een ongebalanceerd systeem als input voor SAMCA niet tot systematische bias leidt.

3.3 Test 3: met een complete MRIO

Tot nu toe hebben de validatietests gebruik gemaakt van de kleine voorbeeldtabel. Het is ook nodig om SAMCA te testen in een realistischere setting, namelijk met een complete MRIO. Er worden twee datasets gebruikt voor deze test: SNAC-Exiobase 2018 wordt gebruikt als de bron voor de Nederlandse IO-tabel en Exiobase 2018 wordt gebruikt als de MRIO. De voetafdruk van SNAC-Exiobase wordt gezien als de echte voetafdruk. De volgende identiteiten komen uit SNAC-Exiobase: E_{NL} , L_{NL} , F_{NL} , F_{BL} , I en de andere benodigde identiteiten komen uit Exiobase: E_W , L_W . Het resultaat is dat de SAMCA-voetafdruk op totaalniveau vrijwel gelijk is aan de SNAC voetafdruk. Echter, op bedrijfstakniveau zijn de verschillen groter. We presenteren geen resultaten op het niveau van bedrijfstakken omdat we enkele resultaten niet kunnen duiden binnen de beschikbare uren in dit project. We zijn echter tevreden met het resultaat op het niveau van Nederland als geheel en we kunnen bij vervolgonderzoek meer tijd besteden aan deze test.

¹³ Deze figuur toont geen waarden op de x-axis om drie redenen. Ten eerste zijn de absolute waarden niet relevant voor een test van de consistentie van een schatter: daarvoor is alleen de verdeling van belang. Ten tweede zijn de absolute waarden bepaald door de waarden in de fictieve IO-tabel waar de absolute waarden weinig betekenis hebben. Ten derde worden statistieken zoals de standaard deviatie van de SAMCA verdeling grotendeels bepaald door kenmerken van de normale verdeling waaruit de willekeurig waarden zijn getrokken waarmee het systeem buiten balans is gebracht. In deze test worden de waarden uit een normale verdeling met een gemiddelde waarde van nul en een standaarddeviatie gelijk aan de waarde zelf tot de macht 1/5. Als deze standaarddeviatie groter was (bijvoorbeeld, door tot de macht 1/2 te gebruiken in plaats van 1/5) dan zou de standaarddeviatie in de figuur ook groter zijn.

4. Operationalisering en automatisering

We hebben de SAMCA-methode uitgelegd en gevalideerd. In dit stuk bespreken we in meer detail welke data ingezet worden en op welke manier. Verder leggen we vast hoe het proces geautomatiseerd kan worden. De programmatuur voor SAMCA zal bestaan uit een “workflow”. In dit hoofdstuk geven we vorm aan de workflow en leggen we uit wat er moet gebeuren om de workflow te maken. Op het einde geven we een visuele weergave van de workflow.

4.1 De AnalysIO-tool als basis

De AnalysIO-tool wordt gebruikt door het CBS om IO-analyses uit te voeren op de Nederlandse IO-tabel. AnalysIO kan worden gebruikt voor de automatisering van de analyses die met IO-tabellen gemaakt kunnen worden. De tool is ontwikkeld om te werken met de Nederlandse IO-tabel en kan niet zondermeer worden ingezet voor analyses met een MRIO. Voor specifieke functies (zoals het berekenen van een Leontief-matrix) is in AnalysIO al een oplossing bedacht. Deze functies worden gebruikt in het ontwikkelen van de SAMCA-tool.

De tool (AnalysIO) begint met het ophalen van de Nationaal Product- en Invoergegevens (NPI) op productniveau uit de database. Deze gegevens bestaan uit de leveringen tussen de verkopende en de inkopende bedrijfstak op goederengroepniveau. Deze worden geaggregeerd naar leveringen per bedrijfstak, waardoor de goederengroepdimensie wegvalt. Vervolgens wordt hieruit een input-output tabel (IOT) samengesteld op bedrijfstakniveau. Aan de hand van de IOT worden verschillende matrices afgeleid zoals de intermediaire leveringen, finale bestedingen, primaire inputs (toegevoegde waarde en invoer) en de output. Vervolgens wordt de Leontief matrix berekend¹⁴. De tool biedt de mogelijkheid om verschillende fenomenen (impacts) in dit verband te analyseren, bijvoorbeeld arbeidsjaren, CO2-uitstoot, toegevoegde waarde etc. Deze kunnen naar wens worden uitgebreid.

AnalysIO vormt een goed beginpunt voor de programmatuur voor SAMCA. Door AnalysIO te gebruiken waarborgen we de consistentie met andere analyses binnen het CBS en profiteren we van werk dat eerder gedaan is.

4.1.1 Relatie tussen AnalysIO en de SAMCA-workflow

Meerdere functies in AnalysIO kunnen worden overgenomen voor gebruik binnen de SAMCA-workflow. Meestal moeten deze functies aangepast worden voor gebruik in deze setting.

- 1) De invoerintensiteiten (I) en de invoer voor finale besteding (J). Voor stap 2a is de matrix I nodig en voor stap 3 is de matrix J nodig. In de dataset die wordt gebruikt om een versie van SAMCA te produceren moeten deze variabelen aangemaakt worden. De bewerkingen die nodig zijn voor I en J worden ondergebracht in maatwerkfuncties binnen de SAMCA-workflow. De functies van AnalysIO moeten aangepast worden zodat de tool kan rekenen met I en J .
- 2) Extra detail toevoegen. In de huidige AnalysIO tool wordt geaggregeerd naar een grovere bedrijfstakindeling voor BKG-voetafdrukken omdat de brondata alleen op dat niveau aanwezig is. Dit is onwenselijk omdat het een negatief effect heeft op de

¹⁴ Functionaliteit bestaat ook voor het berekenen van de Ghosh inverse.

kwaliteit van de voetafdrukken. Alle data die horen bij een bepaalde IO-dataset moeten onderling consistent zijn. Dat wil zeggen dat ze dezelfde classificaties hanteren (met identieke classificatiecodes). De bewerkingen die nodig zijn om data voor verschillende extensies (zoals de broeikasgasemissies) op een consistente manier aan een IO-dataset toe te voegen worden ondergebracht in maatwerkfuncties binnen de SAMCA-workflow. Met deze functies kunnen op termijn ook andere data betreffende (milieu)impacts worden voorbereid, bijvoorbeeld landgebruik.

- 3) Bij AnalysIO krijg je met een druk op de knop al meteen geaggregeerde resultaten en desgewenst een splitsing in directe en indirecte bijdrage. Voor SAMCA is de output van een van de tussenstappen eigenlijk al het gewenste eindpunt. Hiervoor zou een afsplitsing van de code volstaan. Punt van aandacht is op welk niveau de resultaten gewenst zijn, zodat daar rekening mee gehouden kan worden. Het ontwerp van de SAMCA-tool gaat uit van rustpunten, waarbij na iedere grote stap in de berekeningen output wordt opgeslagen. Dit maakt de tool robuuster en creëert ook flexibiliteit in het gebruik.
- 4) De definitie van finale besteding. De definitie van finale besteding in AnalysIO is inclusief export omdat AnalysIO bedoeld is voor “single-country” IO-analyse. Dat is niet consistent met de definitie van finale besteding in een “multi-regional” context omdat export onderdeel is van het intermediaire blok. De SAMCA-tool moet kunnen werken met verschillende definities van finale bestedingen en andere variabelen.
- 5) AnalysIO bevat alleen de functionaliteit voor het berekenen van consumptievoetafdrukken. Deze functionaliteit moet dus apart toegevoegd worden voor SAMCA. Bovendien moet de functionaliteit bestaan om te kunnen kiezen welke onderdelen van de productie wel of niet meegenomen worden. Er moet onderscheid gemaakt worden tussen de volgende vier types productie:
 - Productie voor binnenlandse finale besteding
 - Productie voor buitenlandse finale besteding
 - Productie voor binnenlands intermediair verbruik
 - Productie voor buitenlands intermediair verbruik
- 6) Output voor binnenlandse finale besteding en binnenlands intermediair verbruik staat al in de Nederlandse IO-tabel en dus in AnalysIO. Output voor buitenlandse finale besteding en buitenlands intermediair verbruik staat ook al in AnalysIO maar alleen als totaal per sector. Er is daarom extra detail nodig dat in de maatwerkfuncties voor I en J wordt aangebracht (zie punt 1). De functionaliteit om de verschillende productiewaardes mee te nemen als economisch activiteit in de voetafdrukberekening moet toegevoegd worden aan AnalysIO.

4.2 Invoer toedelen naar landen en buitenlandse bedrijfstak.

De SAMCA-tool heeft data nodig over de invoer en de uitvoer. Deze data worden geproduceerd in maatwerkfuncties die specifiek zijn voor de brondata waarmee SAMCA wordt opgebouwd. In deze maatwerkfuncties wordt extra detail aangebracht in de Nederlandse invoer voor intermediair verbruik (dit hebben de AnalysIO-functies nodig) maar ook in de invoer voor finale besteding.

Om deze input te leveren is het handig om te beginnen bij de invoer voor finale besteding. In de onderliggende data voor de Nederlandse IO-tabel is de invoer voor de diverse categorieën van finale bestedingen bekend op het niveau van 250 goederengroepen. Om de koppeling te kunnen maken met de MRIO moet deze informatie onderverdeeld worden naar landen en buitenlandse bedrijfstak. In de eerste stap wordt op product x land niveau bepaald welk deel invoer is voor wederuitvoer en welk deel voor de Nederlandse markt¹⁵. In de tweede stap wordt, met gebruik van de handelsdata op bedrijfsniveau, op product x land niveau invoer voor gebruik in Nederland toegewezen aan de verbruikende bedrijfstakken. Het restant, ook op product x land niveau, wordt proportioneel verdeeld over de finale bestedingscategorieën.

Net zoals bij invoer voor finale besteding is de invoer voor intermediair verbruik per bedrijfstak uit te splitsen naar 250 goederengroepen en de landen van invoer. We moeten vervolgens de invoer kunnen toedelen aan de toeleverende bedrijfstakken in de MRIO (het land weten we al). Hoe we dit doen zal afhangen van het product. Diensten zijn minder belangrijk voor voetafdrukken. In dat geval zullen we alleen kijken naar de CPA-code (Classification of Products by Activity) van de dienst. Alle CPA codes geven aan welke bedrijfstak voornamelijk het product maakt. Bijvoorbeeld in de CPA code voor handelsdiensten in onroerend goed geeft aan dat deze dienst meestal geproduceerd wordt door makelaars. Deze diensten worden dus toegewezen aan de bedrijfstak makelaars in een specifiek land. Dat handelsdiensten in onroerend goed eventueel door andere bedrijfstakken geleverd worden is niet voldoende belangrijk om hier aandacht aan te besteden.

Voor fysieke goederen willen we er rekening mee houden dat er verschillende bedrijfstakken zijn die hetzelfde product kunnen produceren. Daarvoor zijn er diverse methodes en databronnen die we kunnen inzetten. Welke we kiezen hangt af van hoeveel tijd het kost om die data en methodes toepassen en wat het oplevert in termen van de kwaliteit van de voetafdrukken. Voor landen en producten waarvan we verwachten dat het productieproces vergelijkbaar is met dat van Nederland kunnen we informatie uit de Nederlandse aanbodtabel gebruiken om de invoer van een bepaald product uit bepaalde landen te verdelen over de bedrijfstakken aldaar. Eventueel kunnen we data uit de aanbodtabellen van andere landen erbij halen. Dat kan zijn om de data voor zo'n land zelf te verbeteren. Het kan ook informatie over de zeer gedetailleerde structuur in VS of Japan zijn die in de literatuur ingezet wordt voor andere landen. Echter omdat dit moeilijker te automatiseren is zullen we dit alleen doen indien het veel oplevert. Een andere mogelijkheid is om data uit een MRIO te halen. Dit is makkelijker te automatiseren omdat een MRIO al in het systeem zal zitten. Echter is het ook mogelijk om een andere MRIO met meer detail erbij te halen. Hiermee moet rekening gehouden worden met de kwaliteit van de MRIO.

Het is aan te raden om de verschillende aanpakken een keer te testen. Dat hoeft niet voor alle landen tegelijkertijd; één land uitkiezen (bijvoorbeeld Duitsland) geeft al een indruk. Hierdoor komen we er achter of het de moeite waard is om bijvoorbeeld data uit de Japanse aanbodtabel in te zetten of dat we beter een verdeling kunnen pakken uit de MRIO.

Het toewijzen van producten (goederen en diensten) gebeurt op basis van de bedrijfstakken die deze produceren. Echter, bedrijven zoals Booking.com en Netflix hebben mogelijk holdings/financiële constructies. Die moeten goed in het systeem gezet worden. Dat geldt dus ook voor de buitenlandse delen van deze bedrijven; die moeten aan bedrijfstakken in het

¹⁵ Hiermee wordt bedoeld "voor de Nederlandse finale besteding en de Nederlandse intermediaire verbruik"

buitenland toegewezen worden. Het is echter lastig om te bepalen in welke bedrijfstak ze zijn geplaatst door de buitenlandse statistiekbureaus, terwijl dat wel de onderliggende informatie is voor de MRIOs. Anderzijds: ook MRIO-makers hebben alleen maar nationale AGT/IOT en internationale handelsdata. Het CBS gaat in gesprek met MRIO-makers om van hun aanpak op dit gebied (en andere gebieden) te leren.

4.3 SAMCA-berekeningen

De SAMCA-voetafdrukken worden berekend met formule 4.

$$diag(E_{NL}) \times L_{NL} \times diag(F_{BL}) + E_W \times L_W \times (I \times L_{NL} \times diag(F_{BL})) + E_W \times L_W \times diag(J) \quad (4)$$

De berekening van formule 4 wordt in SAMCA in twee stappen uitgevoerd. Eerst worden de basisblokken gemaakt (de identiteiten uit paragraaf 2.2).

E_{NL} : interne CBS-data met maatwerkfuncties voor extensies

L_{NL} : uit de AnalysisIO

F_{BL} : met maatwerkfuncties voor invoer

E_W : met maatwerkfuncties voor de specifieke MRIO

L_W : met maatwerkfuncties voor de specifieke MRIO

I : met maatwerkfuncties voor invoer

J : met maatwerkfuncties voor invoer

4.4 Resultaten uitdraaien en analyses maken

Vervolgens worden met behulp van de basisblokken statistische resultaten berekend. Dit zijn stappen 1, 2a, 2b, 3 en 4 uit paragraaf 2.2. De resultaten kunnen worden gebruikt om output te produceren en om de kwaliteit te controleren (waaronder plausibiliteitsanalyses).

- Kolomsommen van de matrix (groot naar klein)
- Rijsommen van de matrix met intensiteiten, output en emissie ernaast
- Reeksen van bovenstaande waarmee de plausibiliteit van de resultaten beoordeeld kunnen worden.
- Figuren waarmee we snel een idee kunnen krijgen van de resultaten.

4.5 Totaalbeeld

Deze paragraaf beschrijft schematisch de opzet van een tool waarmee SAMCA kan worden geproduceerd. De tool moet ook gebruikt kunnen worden voor andere IO-analyses.

De opzet moet voldoen aan drie ontwerpcriteria:

1. Generiek ontwerp: Een tool die alleen werkt op één specifieke dataset is niet toekomstbestendig. Het ontwerp van de SAMCA-tool moet zoveel mogelijk bestaan uit generieke code, die werkt op alle mogelijke datasets, en zo min mogelijk uit maatwerk. Maatwerk wordt ondergebracht in aparte scripts (functies) en in regels aangestuurd (hetzij in definitiebestanden, hetzij in een interactief Shiny dashboard).
2. Modulaire opbouw: Een generiek ontwerp vereist een modulaire opbouw. Iedere module doet een grote bewerking op een bepaald set data (ruw, voorberekt, basisvariabelen, statistische resultaten). De opbouw van de tool is dan ook gebaseerd op rustpunten. Ieder rustpunt vertegenwoordigt de data na een module. In een tool

gebaseerd op rustpunten kun je vanaf een bepaald rustpunt verder werken, zo nodig met andere parameters.

3. Regelgestuurd programmeren: De basis van de tool wordt generiek. Met regels (ook wel parameters of definities) kan een gebruiker bepalen welke data in de tool moeten worden gebruikt, hoe data moeten worden bewerkt, welke berekeningen wel en niet moeten worden gemaakt, welke outputs moeten worden geproduceerd. Regels kunnen in bestanden worden vastgelegd en/of in een interactief dashboard worden gekozen.

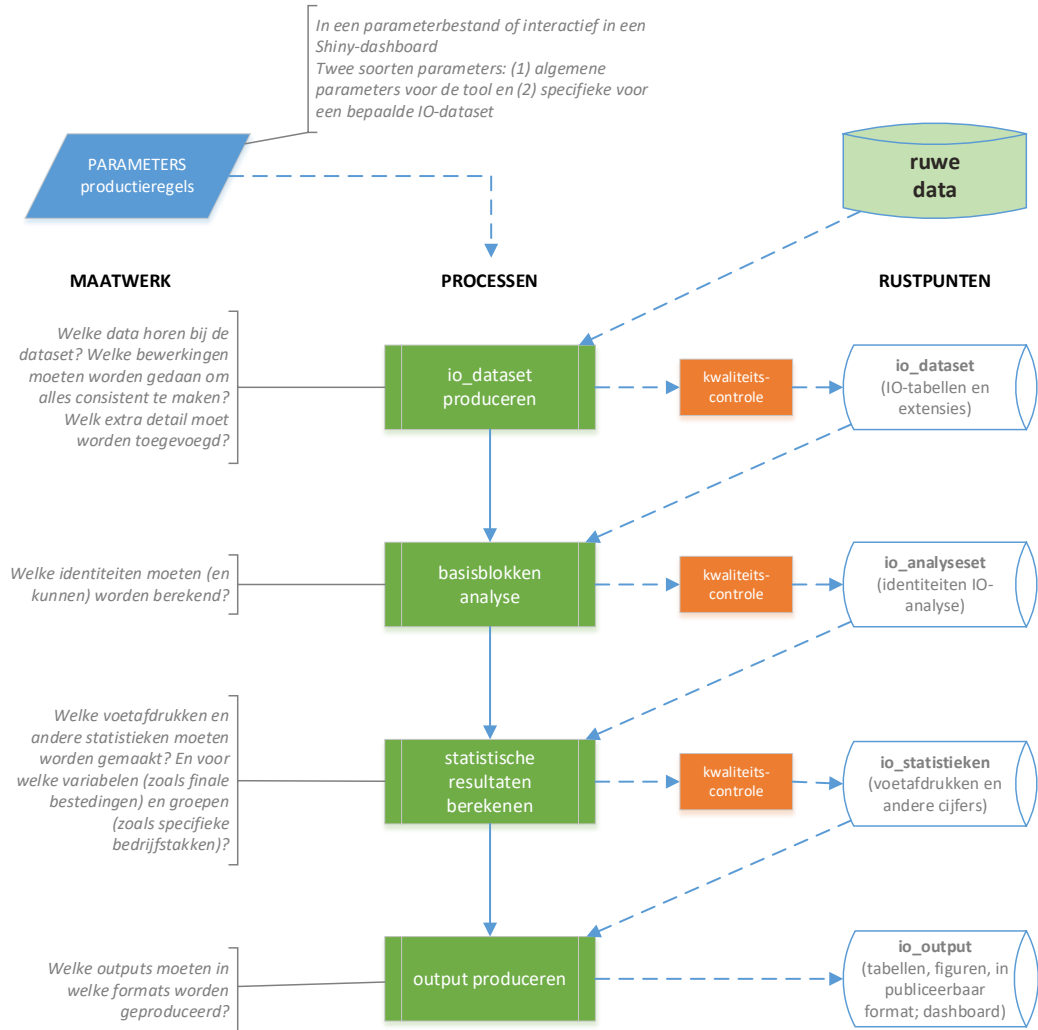
De workflow met rustpunten van de SAMCA-tool is weergegeven in schema 1. Terugwerkend vanaf de output die met een bepaalde dataset gemaakt kan worden gaat het om vier modules met vier rustpunten:

- om de output te produceren zijn statistische resultaten nodig;
- om statistische resultaten te produceren zijn basisblokken nodig (de identiteiten uit paragraaf 2.2);
- om basisblokken te kunnen berekenen zijn data nodig in een vorm waarmee de tool kan werken;
- om de data in een vorm te zetten waarmee de tool kan werken, moeten de ruwe data worden voorbereid (uit verschillende bronnen verzameld; consistent gemaakt in afbakening, tijd en detailniveau; aparte bewerkingen voor invoer en uitvoer, voor verschillende extensies, enzovoorts).

De laatste drie modules (basisblokken, statistische resultaten en output) moeten functioneren ongeacht de onderliggende ruwe data. Het moet mogelijk zijn om berekeningen te doen op basis van de Nederlandse IO-tabel, een MRIO als FIGARO, Exiobase of WIOD, combinaties van Nederlandse IO-tabellen en MRIOs, of testdata. Als gebruiker kun je opties aan- of uitzetten. Bij iedere optie hoort een functie. Het gaat hier niet om maatwerk maar om functies die op alle (voorbewerkte) data moeten werken.

Bij ieder rustpunt hoort kwaliteitscontrole op basis van generieke functies. In die functies worden testcriteria algoritmisch getoetst, zoveel mogelijk met criteria uit parameters.

Schema 1. Workflow van de SAMCA-tool



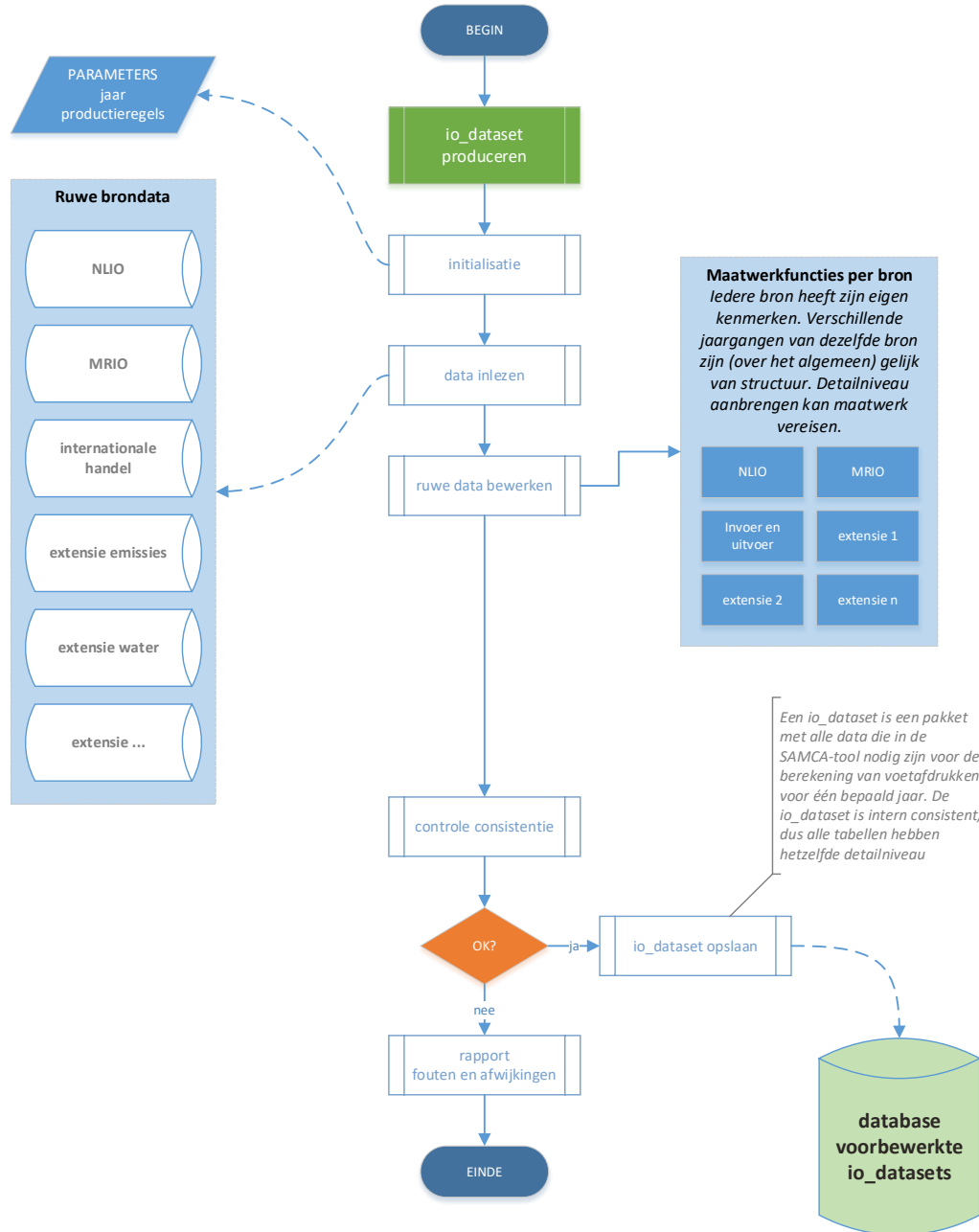
Het meeste maatwerk zit in de eerste module: “IO-dataset produceren”. Een IO-dataset is een pakket met alle data die in de SAMCA-tool nodig zijn voor de berekening van voetafdrukken voor één bepaald jaar. Alle tabellen in de dataset zullen hetzelfde detailniveau hebben.

De IO-dataset voor SAMCA 2020 bestaat bijvoorbeeld uit de Nederlandse IO-tabel van 2020, FIGARO van 2020, invoer- en uitvoerdata met extra detail, en extensies voor verschillende fenomenen (zoals broeikasgasemissies, watergebruik, landgebruik enzovoorts). Het moet mogelijk zijn om nieuwe extensies toe te voegen, waarbij dan eerst wordt gecontroleerd of de nieuwe extensie consistent is met de bestaande data van een IO-dataset.

We kunnen voortbouwen op bestaande kennis. Voor de Monitor Brede Welvaart (MBW) en de Monitor Verduurzaming Industrie (MVI) zijn al oplossingen ontwikkeld om parameters (definitiebestanden) en maatwerkfuncties uit te voeren in een generieke workflow. Bijvoorbeeld, in de MVI kan een gebruiker in een definitiebestand definiëren welke bronbestanden moeten worden geladen, welke functies moeten worden gebruikt om maatwerk te verrichten en welke metadata bij de bronnen en resultaten horen.

In de SAMCA-tool zijn functies nodig om vanuit de ruwe data de Nederlandse IO-data, de MRIO-data, de invoer- en uitvoerdata en de extensies in een gestandaardiseerde vorm klaar te zetten voor gebruik in de rest van de tool. Na deze stap hebben alle data hetzelfde detailniveau.

Schema 2. Productie IO-dataset: van ruwe data naar voorbereekte data



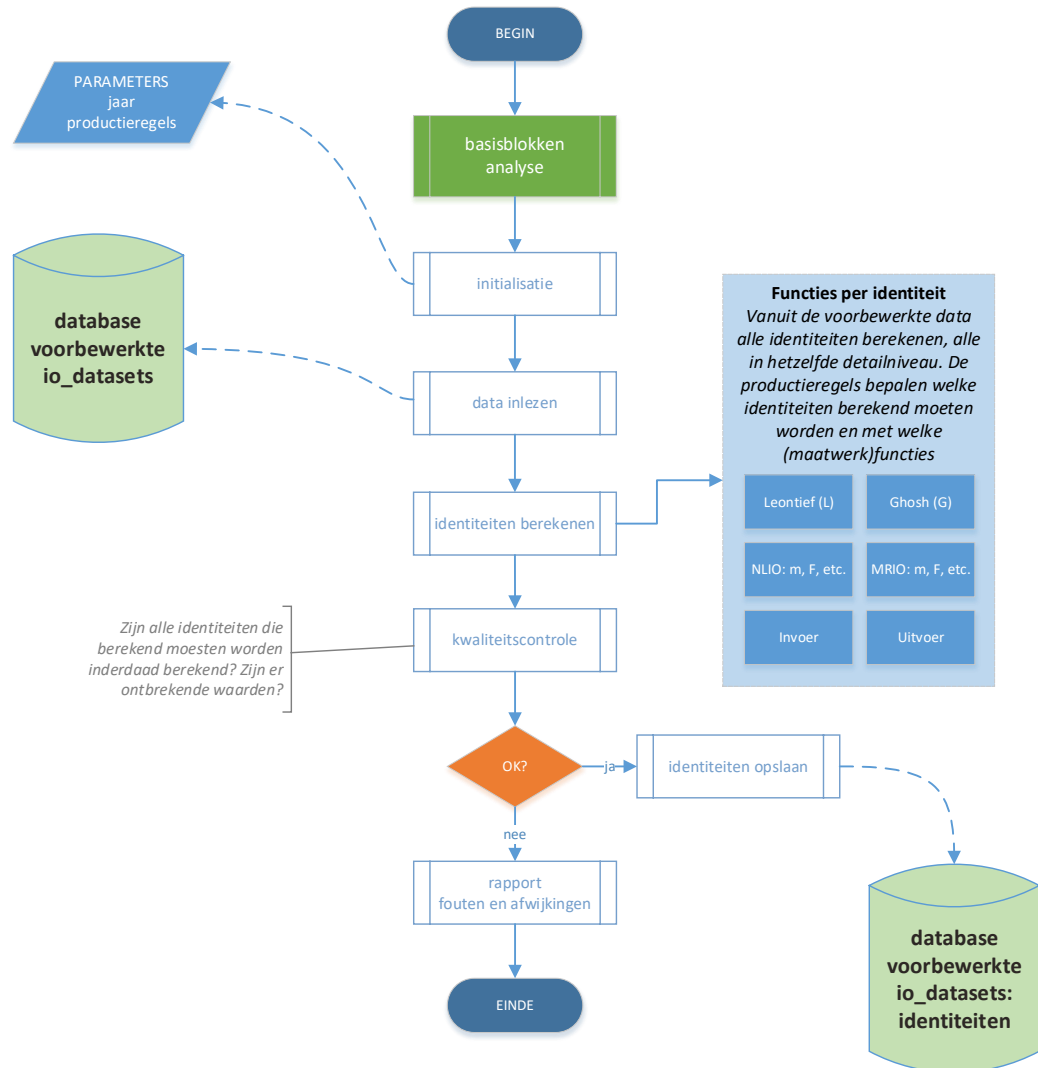
De identiteiten uit paragraaf 2.2 zijn de basis voor de statistische resultaten. Ze worden berekend in de module “basisblokkenanalyse” (schema 3). Op basis van voorbereekte data met een consistent detailniveau kunnen de identiteiten in generieke functies berekend worden. Met parameters kan worden bepaald welke identiteiten berekend moeten worden om de gewenste outputs te produceren.

Hetzelfde geldt voor de module “statistische uitkomsten berekenen” in schema 4 (stappen 1 tot en met 4 van SAMCA). Voor het toevoegen van nieuwe statistische methoden hoeft de code nauwelijks te worden veranderd. Het enige dat moet worden gedaan is het schrijven van een

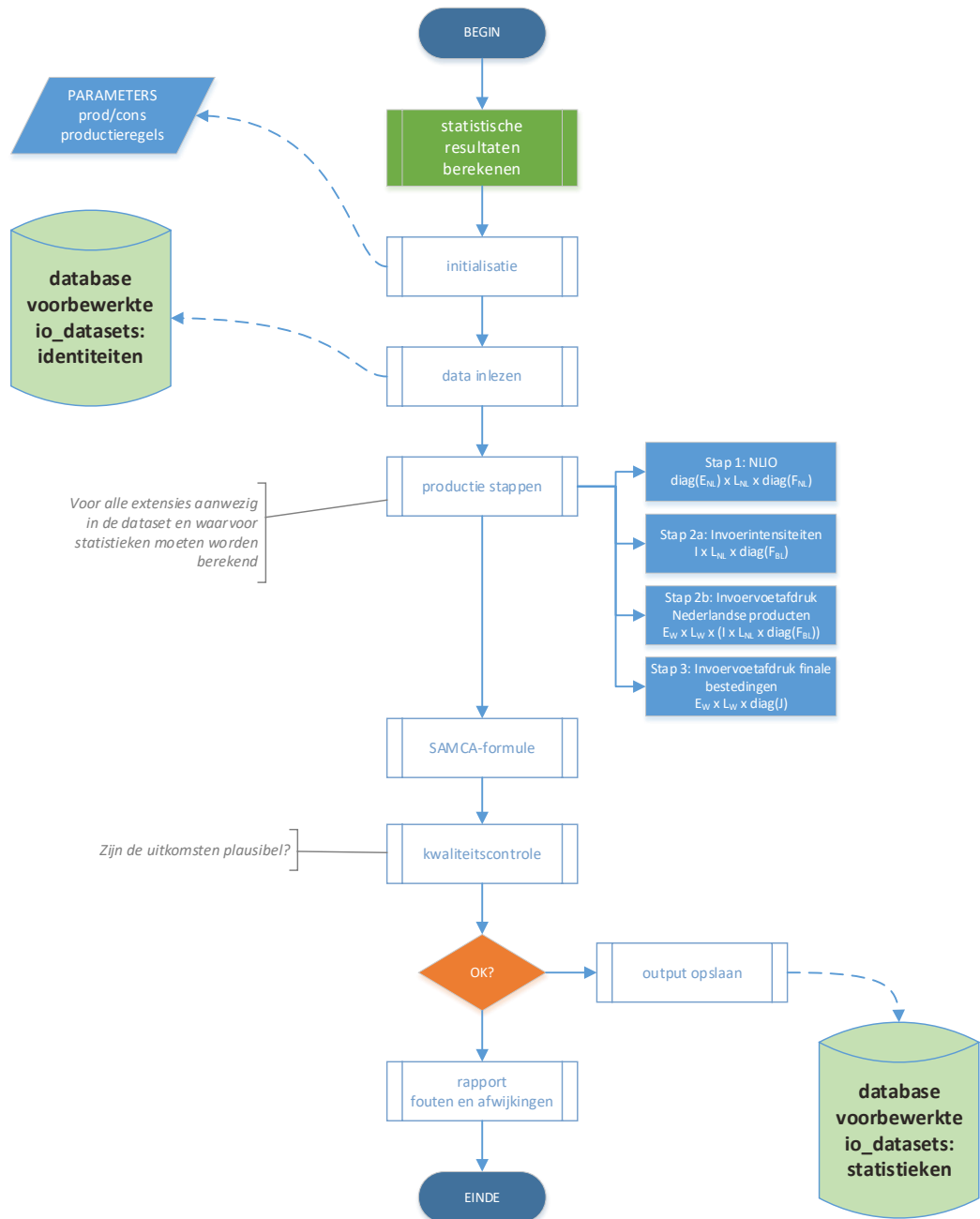
generieke functie die met voorbereekte data met een consistent detailniveau kan worden uitgevoerd.

Vanuit de resultaten die na de module “statistische resultaten berekenen” zijn opgeslagen, kan de output worden geproduceerd (schema 5).

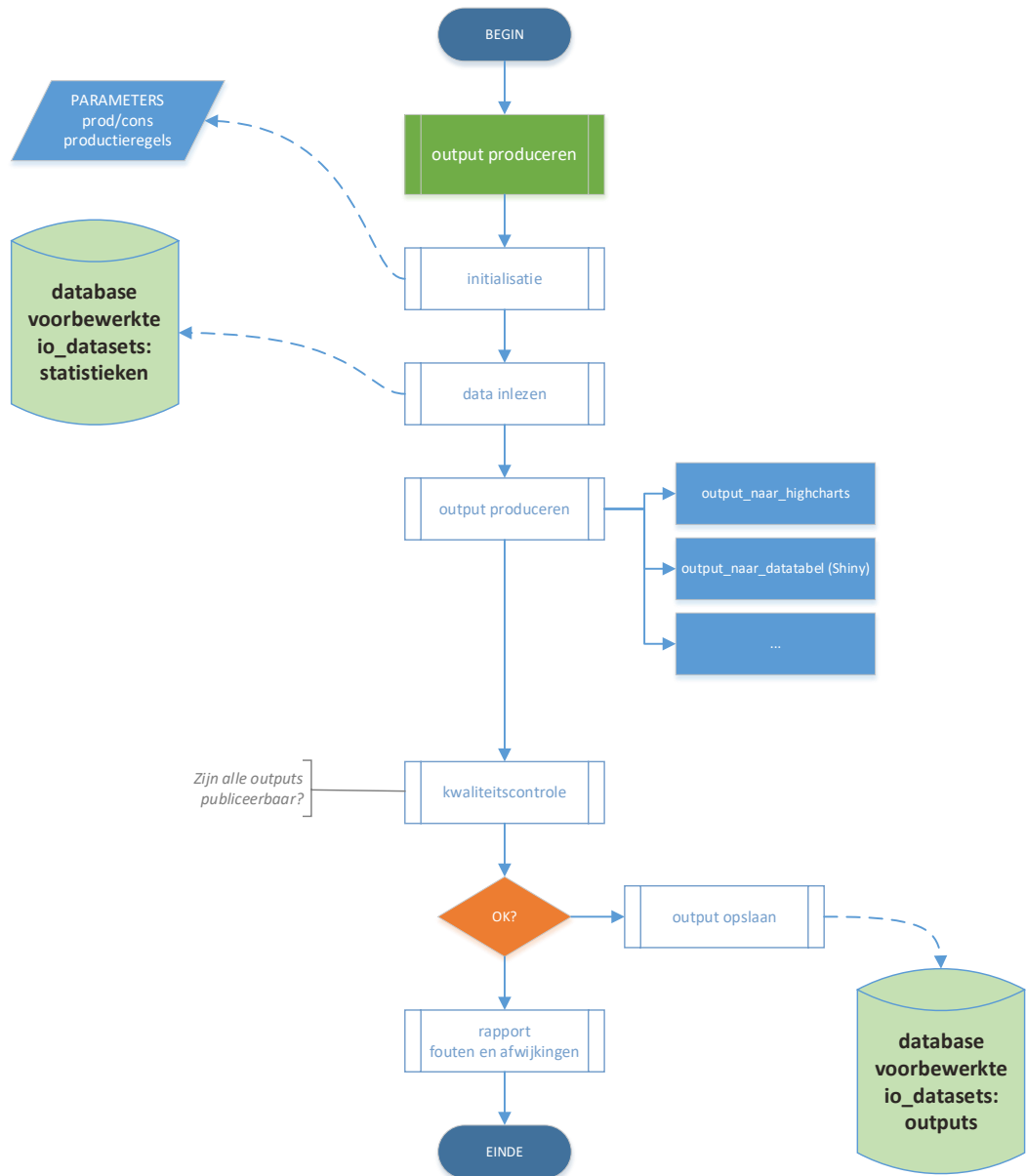
Schema 3. Berekening van de basisblokken voor de berekening van voetafdrukken (de identiteiten)



Schema 4. Berekening statistieken SAMCA: van identiteiten naar voetafdrukken



Schema 5. Productie output: van statistieken naar tabellen, figuren, output in een dashboard



5. Andere issues

5.1 Hoe gaan we een reeks onderhouden en hoe ziet dat er uit?

Idealiter is er voor monitoring van de Nederlandse impact in het buitenland een reeks nodig. De Integrale Circulaire Economie Rapportage (ICER) is een voorbeeld van waar deze monitoring in gerapporteerd wordt, en idealiter is daarvoor een reeks nodig vanaf 2014 voor de even jaren. Vanwege veranderende internationale regelgeving rondom de nationale rekeningen en het beschikbaar komen van nieuwe bronnen ondergaan de nationale rekeningen om de paar jaar een revisie. Bij iedere revisie zal het dus nodig zijn om de dataset achter SAMCA aan te passen. Daar zijn diverse mogelijkheden voor; de een is ingrijpender dan de ander. Een aanpak is de IO-tabel te balanceren door de nieuwe randen neer te zetten en het bestaande binnenwerk zo te vervormen dat het aansluit op de nieuwe randen zonder al te veel te veranderen. Daarna gebeurt iets soortgelijks op productniveau. De eerste keer dat dit neergezet wordt voor 1 verslagjaar kost het veel werk; gelukkig kan het geautomatiseerd worden zodat volgende verslagjaren minder tijd kosten.

5.2 Uitvoer

In de SAMCA-methode wordt de uitvoer niet onderverdeeld naar landen. Dat levert tijdswinst op, zowel bij dataverzameling, aanpassing en koppeling. Dat gaat wel ten koste van een aantal analysemogelijkheden. De uitvoer is nodig voor als we Ghosh analyses willen maken van internationale ketens in plaats van Leontief analyses. Leontief analyses conceptualiseren ketens als toeleveranciersketens waar de vraag naar goederen diensten economische activiteit in de keten veroorzaakt in een “upstream” richting, oftewel richting de primaire industrie (de bron). Ghosh analyses conceptualiseren ketens als afnemersketens waar de aanbod van goederen en diensten economische activiteit in de keten veroorzaakt in een “downstream” richting, oftewel richting de consument. Door ketens in beide richtingen te kunnen modelleren, kan er een compleet beeld gekregen worden van de rol van specifieke bedrijfstakken in internationale waardeketens.

We kunnen uitvoer uitsplitsen naar de dimensies van de MRIO met een soortelijke aanpak als bij de invoer. Dat gebeurt door het verdelen van de uitvoer op bedrijfstak x product x land niveau zoals beschreven in Lemmers (2015)¹⁶. Dit kan verder verbeterd worden door ook de microdata van de internationale handel in goederen diensten in te zetten, zodat er rekening gehouden kan worden met heterogeniteit. Bedrijfstak A exporteert product 1 misschien vooral naar Duitsland en bedrijfstak B exporteert product 1 misschien vooral naar Frankrijk.

¹⁶ Lemmers, O. (2015). Who needs MRIOs anyway? An alternative assignment of value added of trade. Paper prepared for the 17th Annual conference of the European Trade Study Group (ETGS), 10-12 September 2015, Paris.

6. Conclusies en vervolgstappen

In dit rapport hebben we de SAMCA-methode geïntroduceerd. Vanuit de literatuur en de validatietests is het helder dat deze methode technisch gezien een goede vervanger is voor de SNAC-methode. We hebben vervolgens laten zien hoe SAMCA geoperationaliseerd kan worden in een geautomatiseerd systeem. Hiermee zullen we een reeks van voetafdrukken kunnen onderhouden tegen lagere kosten dan de SAMCA methode.

Dit rapport is bedoeld als onderdeel van fase 1 van een verzamelproject wat bestaat uit 3 fasen. Fase 3 levert voetafdrukkenresultaten. Fase 2 gaat een “proof-of-concept” leveren betreft de SAMCA-methode. Dit betekent dat we de SAMCA methode gaan operationaliseren door alle benodigde programmatuur en brondata samen te stellen om een beperkte set voetafdrukken te berekenen, bijvoorbeeld alleen een CO₂ voetafdruk voor 1 of 2 jaren. Tijdens het maken van het proof-of-concept zullen de operationaliseringschema's in (hoofdstuk 4) worden herzien aan de hand van verbeterpunten die tijdens het proces geïdentificeerd zijn. Tijdens het operationaliseren zullen veel inhoudelijke / methodologische keuzes gemaakt moeten worden. Bijvoorbeeld, in hoofdstuk 4.2 hebben we de verschillende mogelijkheden besproken om de invoer toe te delen aan buitenlandse bedrijfstukken. Het CBS zal dus in gesprek gaan met MRIO-makers om van hun aanpak op dit gebied (en andere gebieden) te leren. Op deze manier zorgen we voor hoge kwaliteit van de voetafdrukresultaten.

In dit rapport hebben we geen aandacht besteed aan een belangrijke vraag, namelijk welke MRIO er gebruikt moet worden voor SAMCA. Het CBS en het PBL hebben gezamenlijk een voorkeur voor het gebruik van PBL-FIGARO als MRIO voor SAMCA. PBL-FIGARO gebruikt de Eurostat MRIO FIGARO als basis. FIGARO vormt een betrouwbare basis maar het ontbreekt aan detail. PBL-FIGARO wordt gemaakt door data van diverse bronnen in te zetten om het detailniveau in FIGARO te verhogen. Door PBL-FIGARO te gebruiken wordt de consistentie tussen analyses en resultaten van de kennisinstellingen verhoogd. PBL-FIGARO heeft een ander belangrijk voordeel, namelijk dat de intermediaire blokken van landen consistent zijn met de IO-tabellen van die landen. Dit betekent dat het bestaan van feedback-loops minder problematisch is. Een feedback-loop is alleen problematisch als de beschrijving van Nederland en haar internationale handelsrelaties in MRIO inconsistent is met CBS data. In FIGARO is alleen de internationale handelsdata inconsistent. Dit betekent dat het negatieve effect van de feedback-loops op de kwaliteit van het eindresultaat minder zal zijn dan bij andere MRIO's.

Bijlage 1: voorbeeld MRIO-tabel voor validatie

		NL	NL	NL	DE	DE	DE	RoW	RoW	RoW	Finale besteding			Output
		Landbouw	Industrie	Diensten	Landbouw	Industrie	Diensten	Landbouw	Industrie	Diensten	NL	DE	RoW	
NL	Landbouw	1	1	1	3	0	0	0	1	0	1	2	3	13
NL	Industrie	2	7	5	2	2	2	0	4	1	4	1	0	30
NL	Diensten	2	2	3	2	2	2	0	0	0	4	1	3	21
DE	Landbouw	2	0	0	2	2	2	2	0	0	4	4	0	18
DE	Industrie	0	0	2	0	5	0	0	0	9	0	2	2	20
DE	Diensten	0	6	3	0	0	4	0	0	4	2	1	2	22
RoW	Landbouw	0	5	0	0	0	2	2	0	0	0	2	2	13
RoW	Industrie	0	2	0	4	0	0	0	5	4	0	0	2	17
RoW	Diensten	2	5	5	2	2	5	2	5	0	0	0	2	30
Toegevoegde waarde		4	2	2	3	7	5	7	2	12				
Input		13	30	21	18	20	22	13	17	30				
GHG Uitstoot		10	28	1	12	20	4	1	20	2				