



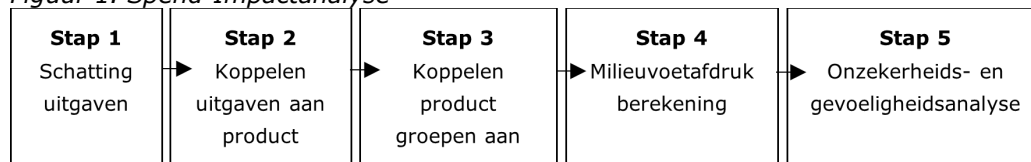
Kennisnotitie

Stand van zaken doorontwikkeling Spend-Impactanalyse

Doel

In 2021 heeft het RIVM de spend-impactanalyse (SIA) geïntroduceerd (Steenmeijer et al., 2021). Deze methode laat zien wat de milieuvoetafdruk is van uitgaven aan diverse productgroepen door overheidsorganisaties (Figuur 1). Het betreft verschillende typen overheidsorganisaties zoals universiteiten, academische ziekenhuizen, het Rijk (ministeries en rijksdiensten), gemeenten, en waterschappen.

Figuur 1. Spend-Impactanalyse



De resultaten van een SIA kunnen voor uiteenlopende doeleinden worden ingezet: het verhogen van het bewustzijn over de milieuvoetafdruk, het verfijnen van duurzaamheidsdoelen, en het vaststellen van prioriteiten voor maatschappelijk verantwoord opdrachtgeven en inkopen (MVOI). Een SIA is niet geschikt voor het evalueren van duurzame alternatieven en kan derhalve niet dienen om het effect van MVOI-beleid op de praktijk te monitoren. De focus van de SIA ligt momenteel op de MVOI-thema's 'klimaat', 'circulaire economie', en 'milieu en biodiversiteit' (Steenmeijer et al., 2021). Thema's zoals 'diversiteit en inclusie' en 'ketenverantwoordelijkheid' zijn echter ook van groot belang binnen MVOI. Bovendien hebben Steenmeijer et al., (2021) voorgesteld om de SIA door te ontwikkelen door gebruik te maken van andere databronnen en databases.

Het doel van deze opdracht is het verwerven van specifieke inzichten met betrekking tot de mogelijkheden voor de doorontwikkeling van de SIA. De onderliggende vraag die we beantwoorden is tweeledig: (i) Welke onderdelen van de SIA kunnen verder ontwikkeld worden, en; (ii) in welke mate kan de doorontwikkeling van SIA bijdragen aan de monitoring van MVOI?

Deze kennisnotitie start met een literatuurscan om inzichten te vergaren over de toepassing van SIA in andere studies, waarna een diepgaandere analyse volgt van de verschillende literatuurinzichten. Naast de literatuurinzichten wordt ook aandacht besteed aan mogelijkheden voor samenwerking en procesverbeteringen van de SIA. Tot slot wordt een conclusie gepresenteerd met antwoord op de twee onderzoeksvragen, evenals een vooruitblik op de verdere ontwikkeling van de SIA.

A. Literatuurscan

Om inzicht te verkrijgen in mogelijkheden voor de verdere ontwikkeling van de SIA, hebben we zowel nationale als internationale literatuur over vergelijkbare SIA's verkend. Hierbij hebben we zowel wetenschappelijke als toegepaste studies in overweging genomen.

RIVM

A. van Leeuwenhoeklaan 9
3721 MA Bilthoven
Postbus 1
3720 BA Bilthoven
www.rivm.nl

T 088 689 89 89

Auteurs :

Jannie Coenen, Mila Garcia
Valicente, Lowik Pieters

Centrum:

DMG

Contact:

lowik.pieters@rivm.nl

Kenmerk:

KN-2024-0065

DOI:

10.21945/RIVM-KN-2024-0065

Datum:

5 december 2024

Tabel 1 toont diverse zoekreeksen die zijn toegepast in de volgende databases: Google (Scholar), Web of Science, en ScienceDirect. Daarnaast hebben we andere databases, zoals IEEE en Scopus, doorzocht, maar dit heeft geen resultaten opgeleverd. Om te waarborgen dat de gevonden artikelen voornamelijk betrekking hebben op SIA, hebben we de databases beperkt tot zoekreeksen in de samenvattingen van artikelen. Deze exercitie heeft geresulteerd in een selectie van negen artikelen die verder zijn geanalyseerd.

Tabel 1. Toegepaste zoekreeksen en aantal artikelen uit databases

Toegepaste zoekreeksen	Jaar van publicatie	Aantal artikelen na verwijderen duplicaten
Spend impact analyse EN Impact analyse MVI	2018 t/m 2023	5
Environmental spend analysis report	2021	1
Government expenditure AND environmental impact AND input output analysis	2015	1
Government expenditure AND EEIOA*	2021	1
Environmental footprint impact AND public procurement AND input output	2019	1
Totaal		9

*Environmentally extended input-output analysis. Trefwoord is gebruikt omdat de methode is toegepast in SIA.

Resultaten literatuurscan

MVOI-thema's. In Nederland zijn zes MVOI-thema's vastgesteld (Rijksoverheid, 2021). De literatuurscan toont aan dat de thema's 'Klimaat' en 'Circulair' het vaakst worden toegepast. Het thema 'milieu en biodiversiteit' wordt vrijwel niet toegepast. Sociale thema's worden (bijna) niet meegenomen in de SIA, en wanneer dit wel gebeurt, betreft het voornamelijk de thema's 'Social Return' en 'Ketenverantwoordelijkheid' (de Graaff et al., 2018b; Bruinsma et al., 2023a). Zo hebben Bruinsma et al., (2023a) berekend welk percentage van de uitgaven van een gemeente wordt besteed aan Social Return, wat inhoudt dat werkgelegenheid wordt gecreëerd voor mensen met een afstand tot de arbeidsmarkt. Het thema 'Diversiteit en Inclusie' is sterk onderbelicht, evenals de kwantitatieve meting van 'Ketenverantwoordelijkheid'. In onderdeel B wordt dieper ingegaan op de mogelijkheden om deze sociale thema's te integreren in de SIA.

Productgroepindeling. In de studie van Steenmeijer et al., (2021) worden common procurement vocabulary (CPV) codes gebruikt om diverse overheidsuitgaven, waaronder exploitatiekosten, te relateren aan verschillende productgroepen. Van de onderzochte studies vermeldt The National Agency for Public Procurement (2021) ook alternatieve indelingen van productgroepen, zoals Combined Nomenclature (CN) en United Nations Standard Products and Services Code (UNSPSC). Daarnaast worden grootboekrekeningnummers toegepast voor de indeling van productgroepen (de Graaff et al., 2018), evenals inventarislijsten (Martinez et al., 2019). Verdere details over de toepassing van CN en UNSPSC in het kader van de doorontwikkeling van SIA volgt in onderdeel C.

Raamwerk voor het berekenen van milieueffecten. Voor de conversie van milieuextensies (o.a., CO₂, CH₄) naar milieueffecten (o.a., CO₂-equivalenten) kunnen diverse milieueffectbeoordelingsmethodes worden ingezet, waaronder IMPACT World+ (IW+) en

ReCiPe. Steenmeijer et al., (2021) hebben IW+ toegepast zonder aanvullende onderbouwing. Verschillende onderzochte studies hebben daarentegen ReCiPe toegepast (o.a., Martinez et al., 2019; Rama et al., 2019; de Graaff et al., 2018a), eveneens zonder verdere onderbouwing. In onderdeel D wordt dieper ingegaan op de verschillen en overeenkomsten tussen IW+ en ReCiPe. In onderdeel E volgen de mogelijkheden tot het uitbreiden naar andere milieueffectcategorieën naast bijvoorbeeld lange termijn klimaatverandering (MVOI-thema 'Klimaat') en landgebruik (MVOI-thema 'Milieu en Biodiversiteit').

Midpoints en endpoints. De meeste onderzochte studies richten zich op het karakteriseren en meten van milieueffecten op midpoint-niveau, vergelijkbaar met het onderzoek van Steenmeijer et al., (2021). Bij midpoints worden milieueffectcategorieën gehanteerd die zich in het midden van de oorzaak-gevolgketen bevinden, zoals de stijging van concentratie van broeikasgassen in de atmosfeer, uitgedrukt in CO₂-equivalenten (Huijbregts et al., 2017). Slechts één van de studies uit de literatuurscan heeft effecten op endpoint-niveau gekarakteriseerd en gemeten, waarbij de techniek voor de midpoint-endpoint relatie onduidelijk blijft (de Graaff et al., 2018a). Endpoints concentreren zich op milieueffectcategorieën aan het einde van het oorzaak-gevolgmodel en geven de uiteindelijke impact weer op menselijke gezondheid, ecosystemen en de beschikbaarheid van grondstoffen (Huijbregts et al., 2017). Het voordeel van midpoints ten opzichte van endpoints ligt in de diepgang en nauwkeurigheid van de resultaten (Bare et al., 2000). Endpoints bieden daarentegen een directer inzicht in de uiteindelijke gevolgen voor gezondheid, ecosystemen en grondstoffen, maar zijn ook gevoeliger voor variabiliteit en uitschieters, wat kan leiden tot vertekend beeld in vergelijking met midpoints. De resultaten van endpoint metingen zijn doorgaans wel eenvoudiger te interpreteren en te communiceren naar stakeholders (Bare et al., 2000). Door de focus op endpoints kunnen organisaties beter geïnformeerde beslissingen nemen die gericht zijn op het verminderen van milieuschade in plaats van enkel het beheersen van risico's. De combinatie van focus op endpoints en midpoints biedt een kans om de SIA op door te ontwikkelen. In onderdeel F wordt verder ingegaan op de mogelijkheid om endpoints aan de SIA toe te voegen.

Geraadpleegde milieueffect databases. Steenmeijer et al., (2021) hebben Exiobase als database gebruikt voor de analyse van milieueffecten. De literatuurscan toont aan dat naast Exiobase ook andere databases zijn geraadpleegd, waaronder Ecoinvent en Agri-footprint. Exiobase richt zich op multiregionale milieu-uitbreide input-output en supply-use tabellen, en biedt een uitgebreid overzicht van milieueffecten die voortkomen uit internationale handel en economische activiteiten (Stadler et al., 2018). Ecoinvent levert gedetailleerde levenscyclusinventarisatiegegevens voor een breed scala aan producten en processen, en wordt vaak gebruikt voor specifieke analyses van de producten en processen, en als fysieke gegevens (o.a., in volume of massa) voorhanden zijn (Frischknecht et al., 2005). Agri-footprint richt zich voornamelijk op wereldwijde landbouwproducten, inclusief voer, voedsel en biomassa, en biedt uitgebreide gegevens over impactcategorieën zoals landgebruik, watergebruik en het gebruik van meststoffen en pesticiden (Durlinger et al., 2017). In onderdeel G wordt verder ingegaan op de mogelijkheden van alternatieve milieueffect databases naast Exiobase voor de verdere ontwikkeling van SIA.

Toepassing analytische methode. Steenmeijer et al., (2021) hebben een milieu-uitgebreide input-output analyse (Engelse afkorting is 'EEIOA') en een levenscyclusanalyse (LCA) afzonderlijk toegepast om de milieuvoetafdruk van overheidsuitgaven te berekenen. De geselecteerde studies maken ook gebruik van een

LCA (o.a., de Graaff et al., 2018b) of EEIOA (o.a., Yang et al., 2015). Samenvattend: geen van de studies past een hybride methode toe, terwijl een dergelijke benadering de problemen met aggregatie – die inherent zijn aan EEIOA – en truncatiefouten (inherent aan LCA) kan verminderen (o.a., Lenzen, 2000; Suh et al., 2005). In onderdeel H wordt dieper ingegaan op de voor- en nadelen van een hybride aanpak als onderdeel van de doorontwikkeling van SIA.

Bovendien hebben een tweetal geselecteerde studies naast een EEIOA ook een structural path analyse uitgevoerd om de directe en indirecte milieueffecten die samenhangen met diverse sectoren of productgroepen en uitgaven, zoals die van de overheid, beter te identificeren (Martinez et al., 2019; Yang et al., 2015). Daarmee maakt de structural path analyse het mogelijk om specifieke sectoren of productgroepen te identificeren die prioriteit moeten krijgen om negatieve milieueffecten te reduceren. Terwijl EEIOA een algemeen overzicht van milieueffecten biedt, stelt de structural path analyse in staat om dieper in te gaan op locatie van de milieueffecten, wat bijdraagt bij aan een beter begrip van de milieuvoetafdruk van overheidsuitgaven (Yang et al., 2015). Het toevoegen van structural path analyse aan de SIA is dan ook waardevol.

De literatuurscan toont aan dat nauwelijks aandacht is voor onzekerheids- en gevoeligheidsanalyse. Dit is opmerkelijk, aangezien bij een SIA sprake is van onzekerheid, zoals het ontbreken van gegevens over overheidsuitgaven aan bepaalde productgroepen (de CPV-codes) (Steenmeijer et al., 2021). De auteurs benadrukken terecht dat deze onzekerheid het meest effectief kan worden gereduceerd wanneer overheidsorganisaties de CPV-codes nauwkeuriger toewijzen aan aanbestedingen dan momenteel het geval is.

Bovendien komen de productgroepen die door verschillende typen overheidsorganisatie worden ingekocht vaak niet overeen met de productgroepen in milieueffectdatabases. Dit leidt tot een typisch aggregatieprobleem, wat kan resulteren in onzekerheid door inconsistenties in de gegevens en variabiliteit in milieueffecten. Steenmeijer et al., (2021) hebben een gevoeligheidsanalyse uitgevoerd waarbij diverse productgroepen zijn voorzien van gevoeligheidsscores. De scores zijn meegenomen in de milieuvoetafdrukberekening door het vaststellen van een verwachte waarde, een onder- en bovengrens als scenario's (midden, laag en hoog). Deze techniek is een gestructureerde manier om het effect van onzekerheid op de resultaten te kwantificeren en op een transparante wijze te communiceren. Verbeteringsvoorstellen en alternatieven voor onzekerheids- en gevoeligheidsanalyse worden verder besproken in onderdeel H.

Effectiviteit van MVOI-maatregelen. Opvallend is dat diverse geselecteerde studies de uitkomsten van een SIA gebruiken om handelingsperspectieven voor MVOI te formuleren (o.a., Yang et al., 2015; de Graaff et al., 2019), zonder dat een gedegen methode wordt toegepast om de effectiviteit van de perspectieven in de tijd te analyseren. Het analyseren van de effectiviteit van handelingsperspectieven kan niet als onderdeel van de huidige SIA worden beschouwd, maar vormt eerder een volgende analysestap, los van SIA. Voor zo'n analyse kunnen verschillende methoden worden ingezet die rekeninghouden met de factor 'tijd', zoals agent-based modellering (o.a., Aber et al., 2017; Giabbanelli et al., 2017), system dynamics modellering (o.a., Coyle, 1997; Macmillan et al., 2014), of statistische benaderingen zoals segmented regression of interrupted time series (Li et al., 2021).

B. Uitbreiden MVOI-thema's

Naast de ecologisch gerichte MVOI-thema's is het essentieel om te verkennen of sociale thema's kunnen worden geïntegreerd in een SIA. De motivatie om sociale thema's op te nemen is tweeledig. Ten eerste bestaat de vraag vanuit het Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat om de sociale thema's explicieter te verwerken in de meting en monitoring van MVOI. Ten tweede is er de invoering van de Europese richtlijn inzake duurzaamheidsverslaglegging (CSRD¹). Dit betekent dat organisaties waarbij de overheid inkoopt, jaarlijks niet alleen moet rapporteren over financiële boekhouding, maar ook over hun ecologische en sociale impact (Gilbert-d'Halluin, 2024). Hoewel de CSRD wettelijk gezien (nog) niet verplicht is voor overheden, biedt het wel een richtlijn voor de overheid voor eigen jaarrapportages en kan uit CSRD-rapportages informatie worden opgehaald om effectiever te sturen op MVOI.

In deze kennisnotitie concentreren we ons op de mogelijkheden om de sociale thema's 'ketenverantwoordelijkheid' en 'diversiteit en inclusie' aan de SIA toe te voegen, aangezien deze thema's momenteel de minste aandacht krijgen in impactanalyses, zoals ook blijkt uit de literatuurscan.

Ketenverantwoordelijkheid verwijst naar de verplichting van alle partijen binnen een toeleveringsketen² om zorg te dragen voor de omstandigheden van mensen, natuur en milieu (PIANOo, g.d.). Dit betekent dat inzicht verkregen moet worden in de risico's van misstanden, zoals kinderarbeid, dwangarbeid en onveilige werkomstandigheden. Bruinsma et al., (2023a) tonen aan dat de risico's op misstanden in de toeleveringsketen kunnen worden gelinkt aan gemeentelijke uitgaven. De studie laat zien dat de grootste risico's zich bevinden in de productgroepen 'afval', 'ICT' en 'Grond-, Weg- en Waterbouw'. Dit suggereert dat een aanzienlijk deel van de uitgaven van de betreffende gemeente aan deze productgroepen een risico vormt voor misstanden in de keten. De analyse van Bruinsma et al., (2023a) biedt echter geen duidelijkheid over welke databases zijn gebruikt om de uitgaven aan specifieke productgroepen te koppelen aan de verschillende sociale extensies van ketenverantwoordelijkheid. Een eerste verkenning van Exiobase en Social Hotspots Database (o.a., gebaseerd op databases GTAP en Eora) wijst uit dat ketenverantwoordelijk zowel kwalitatief als kwantitatief kan worden gemeten (zie Tabel 2). Opvallend is dat de Social Hotspots Database alleen gegevens op sectorniveau lijkt te bevatten, terwijl Exiobase gegevens op zowel sector- als productgroep niveau bevat. De keuze van database voor het meten van ketenverantwoordelijkheid hangt af van het perspectief van de SIA, dus of deze vanuit productgroep of sector perspectief wordt uitgevoerd. Een hybride benadering is ook mogelijk.

Tabel 2. Enkele sociale extensies voor het meten van Ketenverantwoordelijkheid

Database	Sociale extensie*	In CSRD	Product-groep of sector	Kwalitatief, kwantitatief
Exiobase v3	Werkgelegenheid	✓	Product-groep en sector	Kwantitatief
	Werktijden	✓		
	Kwetsbaar werk	✓		
	Inkomensongelijkheid	✓		
	Kinderarbeid	✓	Sector	Kwantitatief

¹ Corporate sustainability reporting directive

² We hanteren toeleveringsketen in plaats van waardeketen, omdat waardeketen zich richt op waarde die een enkele organisatie toevoegt (Porter, 2001), terwijl onze focus ligt op de keten van meerdere organisaties

Social	Lonen en werktijden	✓	
Hotspots Database	Ongevallen op werkplek	✓	
	Vakbondsvrijheid	✓	Kwalitatief
	Discriminatie op werkplek	✓	
	Gemeenschapsimpact	✓	

* Lijst sociale extensies is niet volledig, zie daarvoor Social Hotspot (g.d.)

Diversiteit en inclusie. De Rijksoverheid registreert in de Jaarrapportage Bedrijfsvoering Rijk statistieken over de diversiteit van het eigen personeel. Dit gebeurt aan de hand van vier categorieën: gender en sekse, leeftijd, etnisch-culturele achtergrond en arbeidsvermogen. Behalve voor leeftijd zijn doelen geformuleerd om een diverse organisatie te realiseren (Rijksoverheid, 2023). De SER (2021) voegt seksuele oriëntatie toe als vijfde categorie, waarover de Rijksoverheid echter geen gegevens bijhoudt. Het lijkt erop dat deze vijf categorieën niet kunnen worden gekoppeld aan uitgaven, aangezien er geen databases op sector- of productgroep niveau zijn waarin deze categorieën zijn opgenomen. Het is mogelijk dat in de nabije toekomst gegevens op dit niveau beschikbaar komen, aangezien de CSRD het verplicht stelt om een aantal van deze categorieën te meten.

Verder valt over het algemeen op dat verschillende extensies van het thema 'Ketenverantwoordelijkheid' overlappen of verband houden met extensies van het thema 'Diversiteit & Inclusie', en vice versa. Een voorbeeld hiervan is de extensie 'inkomensgelijkheid'; een vermindering van inkomensongelijkheid draagt bij aan een inclusievere werkomgeving. Daarom is het van belang om de verschillen en overeenkomsten tussen de sociale thema's te onderzoeken.

C. Koppeling met andere productgroepindelingen

Steenmeijer et al., (2021) hebben de uitgaven verbonden aan CPV-codes. Deze codes, die ongeveer 9.500 termen omvatten, vormen een gestandaardiseerd classificatiesysteem voor (openbare) aanbestedingen binnen de EU. De auteurs hebben gekozen voor CPV-codes vanwege de brede dekking van alle producten en diensten die door de overheid worden ingekocht, het hoge detailniveau en de praktische toepasbaarheid in Tenders Electronic Daily (TED). Dat is een EU-brede database met aankondigingen van aanbestedingen die basisinformatie levert voor een SIA. Zoals eerder aangegeven, tonen de resultaten van de literatuurscan aan dat naast CPV ook CN³ en UNSPSC⁴ worden gebruikt als alternatieven voor de indeling van productgroepen. Bovendien hebben Steenmeijer et al., (2021) PIANOo-inkooppakketten voorgesteld als een alternatief voor CPV.

Het is een uitdaging om een productgroepindeling met CN voor SIA van overheidsuitgaven te realiseren, aangezien CN uitsluitend betrekking heeft op producten, terwijl CPV-codes zowel producten als diensten dekken. Omdat een aanzienlijk deel van de gerealiseerde impacts in de SIA van Steenmeijer et al., (2021) diensten betreft, is het niet zinvol om CN te gebruiken voor de verdere ontwikkeling van SIA.

³ Combined Nomenclature. CN is een Europees systeem voor de classificatie van producten die worden gebruikt in handelsstatistieken binnen de Europese Unie. Het CN-systeem bevat gegevens over de samenstelling van grondstoffen in producten en vormt een aanvulling op de geharmoniseerde nomenclatuur van de Wereld Douane Organisatie (Europese Commissie, g.d.).

⁴ United Nations Standard Products and Services Code

UNSPSC, met ongeveer 150.000 termen, biedt een veel gedetailleerder classificatiesysteem dan CPV en wordt wereldwijd door zowel publieke als private organisaties toegepast. Echter, UNSPSC wordt niet in TED gebruikt. Aangezien CPV het officiële systeem is in deze context, is een extra stap nodig om UNSPSC te integreren, wat niet zal resulteren in een hoger detailniveau.

PIANOO-inkoopkassetten worden niet op uniforme manier toegepast in databases zoals TED, waar de aanbestedingsgegevens vandaan komen. Bovendien zijn PIANOO-inkoopkassetten te geaggregeerd om een effectieve koppeling tussen uitgaven en productgroepen mogelijk te maken. Met andere woorden: één inkoopkasset kan meerdere CPV-codes bevatten (PIANOO, 2018). Door de aggregatie van PIANOO-inkoopkassetten, is het niet mogelijk om deze gegevens aan milieueffecten te koppelen zonder detailniveau te verliezen.

Samenvattend lijkt CPV momenteel het meest geschikte classificatiesysteem voor een SIA van diverse typen overheidsorganisaties. Het is cruciaal voor een SIA dat aanbestedende organisaties de CPV-codes consistent en op het juiste detailniveau aan producten en diensten in TED koppelen.

D. Verschillen en overeenkomsten tussen IMPACT World+ en ReCiPe

Zowel IW+ als ReCiPe kunnen dienen als raamwerk voor het operationaliseren van milieueffecten. Beide raamwerken omvatten 18 impactcategorieën op midpoint niveau. Een belangrijk verschil is dat IW+ een directe koppeling heeft met Exiobase, wat zorgt voor een efficiënte integratie en een nauwkeurige berekening van de milieuoetadruk. De beschikbaarheid van een karakterisatietabel maakt IW+ bijzonder geschikt voor gedetailleerde berekeningen van milieueffecten. ReCiPe daarentegen heeft geen volledige koppeling met Exiobase, hoewel het RIVM stappen onderneemt om een karakterisatietabel te ontwikkelen die vergelijkbaar is met die van IW+. Deze ontwikkeling zou ReCiPe in de toekomst geschikter maken voor SIA.

Bovendien bieden zowel IW+ als ReCiPe regionale (land specifieke) karakterisatiefactoren voor diverse midpointcategorieën, zoals terrestrische verzuring, zoetwaterutrofiëring en fijnstofvorming. Het opnemen van regionale karakterisatiefactoren voor verschillende midpoints is een waardevol verbeterpunt voor de SIA. Het verhoogt de nauwkeurigheid van de milieuoetadruk, omdat lokale milieumomstandigheden en regionale variaties explicieter worden meegenomen in de berekening. Het is belangrijk op te merken dat, in tegenstelling tot de mondiale midpoint-categorieën, de regionale midpoint-categorieën van IW+ en ReCiPe niet gekoppeld zijn aan milieueffectdatabases zoals Exiobase. Het integreren van regionale factoren in SIA zal dan ook extra inspanning vereisen.

Daarnaast hanteren zowel IW+ als ReCiPe geen vaste tijdlijn voor update. Omdat ReCiPe echter door o.a., het RIVM wordt ontwikkeld, hebben we meer controle over het updateproces, wat flexibiliteit biedt om in te spelen op specifieke wensen en verbeteringen.

E. Uitbreiding naar andere milieueffectcategorieën

Steenmeijer et al., (2021) hebben zich gericht op de milieueffectcategorieën 'lang termijn klimaatverandering', '(agrarische) landbezetting' en 'minerale grondstoffenverbruik' bij het berekenen van de milieuoetadruk van verschillende typen overheidsorganisaties. Om te verkennen op welke milieueffectcategorieën SIA kan worden uitgebreid, hebben wij de categorieën en eenheden van IW+ en ReCiPe geëvalueerd in relatie tot de CSRD

(Tabel A in de bijlage). Dit heeft als doel SIA te aligneren met de toekomstige rapportageverplichtingen voor organisaties die onder CSRD vallen.

De resultaten van de vergelijking in Tabel A tonen aan dat SIA kan worden uitgebreid met de volgende milieueffectcategorieën: 1) Fotochemische oxidantvorming; 2) Bodem-, lucht en watervervuiling; 3) Aantasting ozonlaag; 4) Korte termijn klimaatverandering; 5) Waterconsumptie. Tabel A in de bijlage toont gebruikte meeteenheden voor deze effectcategorieën per impactmethode. Punt 4 wordt hieronder nog extra toegelicht.

Klimaatverandering: korte en lange termijn. IW+ maakt onderscheid tussen de effecten van klimaatverandering op korte (binnen 100 jaar) en lange termijn (na 100 jaar). Dit onderscheid is van belang om zowel directe als langdurige effecten van emissies te kunnen kwantificeren (Bulle et al., 2019). Bij korte termijneffecten kun je denken aan een toename in de frequentie van extreme weersomstandigheden en temperatuurschommelingen op korte termijn (Mansfield et al., 2020). Lange termijneffecten zijn onder andere blijvende stijging van de mondiale temperatuur, langdurige veranderingen in de zeespiegel en een aanhoudend verlies aan biodiversiteit. IW+ hanteert deze differentiatie om beleidsmakers te ondersteunen bij het begrijpen van zowel de onmiddellijke als de toekomstige gevolgen van hun industriële activiteiten en de genomen klimaatmaatregelen (Bulle et al., 2019). ReCiPe biedt een vergelijkbare benadering met de drie perspectieven: individualist, hiërarchisch en egalitair, die de keuze voor tijdshorizonten mogelijk maakt op basis van respectievelijk 20 jaar, 100 jaar en 1.000 jaar. CSRD daarentegen maakt geen onderscheid tussen korte en lange termijn, maar richt zich op een algemene beoordeling van klimaatverandering.

F. Toevoegen endpoints

In onderdeel E is aangegeven met welke milieueffectcategorieën SIA kan worden uitgebreid door CSRD als uitgangspunt te nemen. Een alternatieve benadering voor de selectie van milieueffectcategorieën is het starten met karakterisatie van effecten op endpoint-niveau. Door te analyseren welke midpoint-categorieën substantieel bijdragen aan deze endpoints, kunnen de meest relevante milieueffectcategorieën worden vastgesteld.

Bovendien kan het koppelen van midpoints en endpoints meer inzicht bieden in de causaliteit en feedbackmechanismen tussen milieueffecten en, onder andere, ecosysteemkwaliteit en menselijke gezondheid, wat uiteindelijk bijdraagt aan effectievere duurzaamheidsinterventies.

G. Alternatieve milieueffectdatabases en koppeling met uitgaven en fysieke gegevens

Steenmeijer et al., (2021) hebben Exiobase v3 (Stadler et al., 2021) toegepast voor het berekenen van de milieuvoetafdruk van verschillende productgroepen die door diverse typen overheidsorganisaties zijn aangeschaft. Naast Exiobase bestaan verschillende andere milieueffect databases, zoals PBL-FIGARO (in ontwikkeling).

Deze twee databases analyseren hoofdzakelijk de interacties tussen economische activiteiten en milieueffecten, waarbij gebruik wordt gemaakt van input-output tabellen en, in het geval van Exiobase ook van supply-use tabellen (Wood et al., 2015). Exiobase wordt vaak gebruikt voor academisch onderzoek en internationale vergelijkingen (Wood et al., 2025) en PBL-FIGARO wordt ontwikkeld voor beleidsanalyse in Nederland (Walker et al., 2023). Wat betreft de beschikbaarheid van real-time gegevens, wordt PBL-FIGARO

naar verwachting tweejaarlijks bijgewerkt, terwijl Exiobase voornamelijk gebruikmaakt van geëxtrapoleerde data vanaf 2011.

Naast financiële gegevens is het mogelijk om fysieke gegevens te koppelen aan milieueffecten via de twee databases. Exiobase bevat fysieke gegevens zoals energieverbruik en materiaalgebruik per product (200 producten) en industrie (163 industrieën ingedeeld volgens NACE⁵). Deze gegevens kunnen worden gebruikt om de milieueffecten per massa-eenheid te berekenen. PBL-FIGARO kan ook fysieke gegevens integreren.

H. Alternatieve analytische methode

In dit onderdeel wordt dieper ingegaan op twee analytische methoden als onderdeel van de verdere ontwikkeling van SIA. Dit betreft de voor- en nadelen, evenals de uitdaging van het toepassen van een hybride LCA-SIA methode. Tevens worden suggesties gedaan voor het verbeteren van de onzekerheids- en gevoeligheidsanalyse.

Hybride LCA-SIA methode. Het integreren van LCA met SIA, kan de volledigheid en nauwkeurigheid van de huidige SIA vergroten. Een bijkomend voordeel van het combineren van LCA en SIA is dat zowel de directe milieueffecten als de indirecte milieueffecten, die zich in de gehele toeleveringsketen voordoen, explicieter kunnen worden geïdentificeerd dan in de SIA van Steenmeijer et al., (2021). Een alternatieve methode die hierbij ook ondersteuning kan bieden, is de in onderdeel A benoemde structural path analyse. Een nadeel van een hybride LCA-SIA methode is dat de ontwikkeling en het onderhoud van zo'n methode gecompliceerd is en aanzienlijke expertise vereist op het gebied van LCA en IO-analyse, evenals voldoende rekencapaciteit (Nakamura, 2023). Verder vraagt een hybride LCA-SIA methode om het integreren van zowel fysieke gegevens (zoals kilogram materiaal, liters water) als financiële gegevens (in euro's), wat niet alleen tijdrovend is, maar ook kan resulteren in een dubbele telling van de milieueffecten. Het risico op dubbele telling kan onder andere worden verminderd door duidelijk te definiëren welke processen in de toeleveringsketen fysieke gegevens (LCA) omvatten en welke financiële gegevens (SIA) betreffen. Bovendien kan het gebruik van zogenaamde 'cut-off-matrices' bijdragen aan het beheer van de integratiepunten tussen LCA- en SIA-gegevens. Deze matrices zorgen ervoor dat milieueffecten niet herhaaldelijk worden geteld door de bijdragen van elke gegevensbron af te bakenen (Nakamura, 2023).

Onzekerheids- en gevoeligheidsanalyse. Zoals eerder vermeld, hebben Steenmeijer et al., (2021) een gevoeligheidsanalyse uitgevoerd van de berekening van de milieuvoetafdruk voor diverse productgroepen met drie scenario's. Het is echter ook mogelijk om vijf in plaats van drie scenario's te overwegen: zeer laag, laag, midden, hoog, zeer hoog. Het gebruik van een groter aantal scenario's kan namelijk leiden tot een gedetailleerder inzicht in de potentiële milieueffecten van een productgroep.

Daarnaast kunnen andere gevoeligheidsanalyses worden ingezet om dataonzekerheid te reduceren. Een Monte Carlo analyse of een Bayesiaanse analyse kan bijvoorbeeld worden toegepast. Een Monte Carlo analyse kan helpen bij het simuleren van een breder scala aan mogelijke uitkomsten door herhaaldelijk willekeurige waarden voor de gevoeligheidsscores in de SIA te genereren. De Bayesiaanse analyse lijkt echter de meest geschikte optie voor de doorontwikkeling van SIA, omdat deze techniek effectief

⁵ Nomenclature Générale des Activités économique. NACE is een officiële Europese lijst van codes met omschrijving van economische activiteiten.

omgaat met onvolledige gegevens door gebruik te maken van bekende gegevens om de waarschijnlijkheid van verschillende uitkomsten te schatten (o.a., Enders, 2022). Hierdoor kunnen, zelfs met beperkte of onvolledige gegevens, waardevolle conclusies worden getrokken. Monte Carlo analyse vereist vaak een aanzienlijke hoeveelheid gegevens voor nauwkeurige simulaties, wat een uitdaging kan zijn bij onvolledige gegevens.

Tot slot kan het raadplegen van experts die werkzaam zijn bij de verschillende typen overheidsorganisaties en die bekend zijn met de inkoopprocessen en productgroepen, bijdragen aan een nauwkeurige toewijzing van overheidsuitgaven aan verschillende productgroepen en het inschatten van onzekerheden.

I. Samenwerking en procesmatige verbetering SIA

In het RIVM-programma 'Duurzaamheid en Gezondheid' wordt in met Centraal Bureau voor de Statistiek (CBS) en Planbureau voor de Leefomgeving (PBL) verkend in hoeverre milieuoetafdrukberendingen verder geoptimaliseerd kunnen worden. We zijn betrokken bij dit proces om te verkennen op welke manieren SIA verder kan worden ontwikkeld en verbeterd, en om te voorkomen dat we het wiel opnieuw uitvinden.

Een mogelijke verbetering van SIA is het migreren van de huidige python code naar een Jupyter Notebook omgeving. Dit houdt in dat de bestaande code wordt overgezet naar Jupyter, een GitHub-repository wordt aangemaakt, en gebruiksvriendelijke documentatie wordt toegevoegd via 'ReadtheDocs'. Deze overgang maakt de methode en berekeningen toegankelijker en eenvoudiger aan te passen voor specifieke domeinen. Daarnaast biedt het hosten op GitHub kansen voor bredere samenwerking en een mogelijke openbare release, waardoor SIA praktisch en onderhoudsvriendelijk blijft voor gebruik.

J. Conclusie en vooruitblik

Met behulp van de literatuurscan en additionele analyses is inzicht verkregen in de onderdelen waarop de SIA verder ontwikkeld kan worden, en in welke mate de methode kan bijdragen aan de monitoring van MVOI.

SIA kan op de volgende onderdelen worden doorontwikkeld, met als doel om robuuster, vollediger en daarmee bruikbaar te worden in bredere context:

- Het toevoegen van een structural path analyse om de milieuoetafdruk specifiek te maken in termen van directe en indirecte milieueffecten per productgroep. Dit helpt bij de identificatie van productgroepen die prioriteit moeten krijgen om milieueffecten te beperken.
- De milieueffectdatabase PBL-FIGARO heeft het voordeel dat deze frequenter wordt bijgewerkt dan Exiobase. Echter, voordat een overstap naar PBL-FIGARO plaatsvindt, is het raadzaam om een grondige vergelijking tussen beide databases uit te voeren.
- Het verkennen van de operationalisering van de hybride LCA-SIA benadering, waardoor de SIA ook beter een PIA kan worden genoemd. De P staat voor purchase, een neutralere term die aansluit bij de hybride input, wat betekent dat zowel fysieke als financiële gegevens worden meegenomen.
- IMPACT World+ (IW+) is gebruiksvriendelijker door de integratie met Exiobase, dan ReCiPe. Desondanks zijn IW+ en ReCiPe waardevolle kaders voor het berekenen van milieueffecten, en beide raamwerken linken met CSRD.
- Om de betrouwbaarheid van de toewijzing van uitgaven aan verschillende productgroepen te verbeteren, dienen aanbestedende diensten uitgaven

consistent en op het juiste detailniveau te koppelen aan CPV-codes in TED. PIANOo kan hierin een mogelijke rol vervullen.

- Daarnaast kunnen in plaats van de huidige drie scenario's, meerdere scenario's of een Bayesiaanse methode, en expertconsultaties worden toegepast om de betrouwbaarheid tussen uitgaven en productgroepen te verhogen.
- Bij een volgende SIA kan worden gestart met het kwantitatief meten van het effect van overheidsuitgaven op de volgende onderwerpen van het thema ketenverantwoordelijkheid: werkgelegenheid, werktijden, kwetsbaarheid werk, inkomensgelijkheid, en ongevallen op de werkplek. Hiermee zal de SIA beter aansluiten bij de toekomstige rapportageverplichtingen voor organisaties die onder CSRD vallen.
- Verder onderzoek naar de operationalisering van de sociale thema's 'Diversiteit en Inclusie' en 'Ketenverantwoordelijkheid' is noodzakelijk om in de toekomst naast een ecologische voetafdruk, ook een sociale voetafdrukberekening te kunnen uitvoeren. Met operationalisering wordt bedoeld: het identificeren van sociale extensies, karakterisatiefactoren en meeteenheden.
- De berekening van de milieuvoetafdruk kan worden uitgebreid met de volgende midpoint-effectcategorieën: fotochemische oxidantvorming, bodem-, lucht en watervervuiling, aantasting ozonlaag, korte termijn klimaatverandering, en waterconsumptie. Op deze manier komt SIA meer overeen met CSRD.
- Daarnaast kunnen endpoint-effecten aan SIA worden toegevoegd om een directer inzicht te verkrijgen in de uiteindelijke gevolgen van overheidsuitgaven voor gezondheid, ecosystemen en grondstoffen. Tevens kunnen deze berekeningen dienen om de belangrijkste midpoints te identificeren.

Op dit moment kan de SIA een bijdrage leveren aan monitoring van MVOI. Een SIA kan bijvoorbeeld laten zien in welke productgroepen veel impact zit, waarmee een verbeterde selectie van meest impactvolle productgroepen voor de MVOI-monitor kan worden opgesteld. Vervolgens zou een ontwikkelmogelijkheid zijn om een analyse uit te voeren van zowel ecologische als sociale effecten van verschillende MVOI-maatregelen. De resultaten kunnen dan worden vergeleken met die van de SIA om de effectiviteit van de maatregelen te kunnen beoordelen. Methoden zoals system dynamics modellering en agent-based modellering kunnen worden toegepast om de effecten van MVOI-maatregelen op het milieu te berekenen, waarbij de dynamiek en complexiteit van het vraagstuk in overweging worden genomen. Daarnaast kunnen eerdergenoemde ontwikkelmogelijkheden bijdragen aan een SIA die kan helpen bij MVOI-monitoring. Deze stap kan overheidsorganisaties ondersteunen bij het implementeren van MVOI-maatregelen.

Het is van belang te benadrukken dat, ondanks de toevoeging van deze stap aan de SIA, de methode nog steeds niet geschikt is voor het monitoren van MVOI. Dit komt mede doordat productgroepindelingen zoals CPV en milieudatabases nog geen of slechts beperkte differentiatie maken tussen duurzame en niet-duurzame producten en diensten. Bovendien dient gemeten te worden welke typen overheidsorganisaties de MVOI-maatregelen hebben geïmplementeerd en in welke mate, en hoe deze gegevens kunnen worden geïntegreerd in de SIA. Met andere woorden, er zijn beperkingen aan de uitspraken die gedaan kunnen worden over de causaliteit tussen genomen MVOI-maatregel en de milieuvoetafdruk. Een system dynamics model of agent-based model kan wel bijdragen aan het beter kaart brengen van deze causaliteit. Niettemin is aanvullend onderzoek nodig om de exacte mogelijkheden voor het monitoren van MVOI te verkennen. Het is aan te raden om vervolgonderzoek in samenwerking te doen met

andere kennisinstellingen die werken aan methodiekontwikkeling van milieuvoetafdrukanalyses, zoals genoemd in onderdeel I van deze kennisnotitie.

Dankwoord

De auteurs bedanken Tinia de Bruycker en Martijn van Bodegraven voor hun constructieve reflecties op de kennisnotitie. Ook gaat dank uit naar Daan in 't Veld (PBL) voor zijn kritische reflectie op de tekst over PBL-FIGARO.

Referenties

- Abar, S., ... & O'Hare, G. M. (2017). [Agent Based Modelling and Simulation tools: A review of the state-of-art software.](#)
- Bare, J. C., Hofstetter, P., Pennington, D. W., & De Haes, H. A. U. (2000). [Midpoints versus endpoints: The sacrifices and benefits.](#)
- Bruinsma, M., & de Graaff, L. (2023a). [Impactanalyse MVI Rotterdam](#)
- Bulle, C., Margni, M., Patouillard, L., ... & Jolliet, O. (2019). [IMPACT World+: a globally regionalized life cycle impact assessment method.](#)
- Coyle, R. G. (1997). [System dynamics modelling: a practical approach.](#)
- de Graaff, L., & Broeren, M. (2018a). [Impactanalyse MVI UMC Utrecht.](#)
- de Graaff, L., & Broeren, M. (2018b). [Quickscan MVI Analyse van de maatschappelijke effecten van de inkoop van het ministerie van Justitie en Veiligheid.](#)
- de Graaff, L., Bergsma, G., Broeren, M., Nieuwenhuijse, I., Snijder, L. &
- Wielders, L. (2019). [Footprint duurzame bedrijfsvoering Rijk.](#)
- Durlinger, B., Koukouna, E., Broekema, R., van Paassen, M., & Scholten, J. (2017). [Agri-footprint 3.0.](#)
- EFRAG. (2024). [ANNEX I to Commission Delegated Regulation \(EU\) 2023/2772 supplementing Directive 2013/34/EU of the European Parliament and of the Council as regards sustainability reporting standards](#)
- Enders, C. K. (2022). *Applied missing data analysis*. New York: Guilford Publications.
- Europese Commissie. (g.d.). [Combined Nomenclature.](#)
- Europese Commissie. (2006). [Bijlage II in Verordening \(EG\) nr. 166/2006.](#)
- Frischknecht, R., Jungbluth, N., Althaus, H. J., Doka, G., Dones, R., Heck, T., ... & Spielmann, M. (2005). [The ecoinvent database: overview and methodological framework.](#)
- Giabbanelli, P. J., & Crutzen, R. (2017). [Using agent-based models to develop public policy about food behaviours: future directions and recommendations.](#)
- Huijbregts, M. A., Steinmann, Z. J., Elshout, P. M., Stam, G., Verones, F., Vieira, M., ... & Van Zelm, R. (2017). [ReCiPe2016: a harmonised life cycle impact assessment method at midpoint and endpoint level.](#)
- IW+. (2023). [IMPACT World+ Version 2.0.1.](#)
- Lenzen, M. (2000). [Errors in conventional and Input-Output-based Life-Cycle inventories.](#)
- Li, L., Cuerden, M. S., Liu, B., Shariff, S., Jain, A. K., & Mazumdar, M. (2021). [Three statistical approaches for assessment of intervention effects: a primer for practitioners.](#)
- Macmillan, A., Connor, J., Witten, K., Kearns, R., Rees, D., & Woodward, A. (2014). [The societal costs and benefits of commuter bicycling: simulating the effects of specific policies using system dynamics modeling.](#)
- Mansfield, L. A., Nowack, P. J., Kasoar, M., Everitt, R. G., Collins, W. J., & Voulgarakis, A. (2020). [Predicting global patterns of long-term climate change from short-term simulations using machine learning.](#)

- Martinez, S., Delgado, M. D. M., Martinez Marin, R., & Alvarez, S. (2019). [Organization environmental footprint through input-output analysis: A case study in the construction sector.](#)
- Nakamura, S. (2023). *Environmentally Extended Input-Output Analysis (EEIO) and Hybrid LCA. In A Practical Guide to Industrial Ecology by Input-Output Analysis: Matrix-Based Calculus of Sustainability* (pp. 145-232). Cham: Springer International Publishing.
- PIANOo. (g.d.) [Over ketenverantwoordelijkheid & Internationale sociale voorwaarden.](#)
- PIANOo (2018). [Inkoopkettenlijst PIANOo juli 2018.](#)
- Porter, M. E. (2001). The value chain and competitive advantage. In D., Barnes (Ed.), *Understanding Business: Processes* (pp. 50-66). Routledge: Londen en New York.
- Rama, M., Entrena-Barbero, E., Dias, A. C., Moreira, M. T., Feijoo, G., & Gonzalez-Garcia, S. (2021). [Evaluating the carbon footprint of a Spanish city through environmentally extended input output analysis and comparison with life cycle assessment.](#)
- Rijksoverheid. (2021). [Opdrachtgeven met ambitie, inkopen met impact: Nationaal plan Maatschappelijk Verantwoord Inkopen 2021 – 2025.](#)
- Rijksoverheid (2023). [Jaarrapportage Bedrijfsvoering Rijk 2023.](#)
- SER. (2021). [Meten is weten. Zicht op effecten diversiteits- en inclusiebeleid: Charterdocument.](#)
- Social Hotspot. (g.d.) [Themes and data, Resources.](#)
- Steenmeijer, M.A., van der Zaag, J.D., ... & Zipp, M.C. (2021). [De milieu-impact van de jaarlijkse 85 miljard euro aan inkoop door alle Nederlandse overheden. Een studie die helpt bij het prioriteren voor maatschappelijk verantwoord inkopen \(MVI\).](#)
- Stadler, K., Wood, R., Bulavskaya, T., Södersten, C. J., Simas, M., Schmidt, S., ... & Tukker, A. (2018). [EXIOBASE 3: Developing a time series of detailed environmentally extended multi-regional input-output tables.](#)
- Stadler, K., ... (2021). EXIOBASE 3 (3.8.2) [Data set]. [Zenodo.](#)
- Suh, S., & Huppes, G. (2005). [Methods for life cycle inventory of a product.](#)
- The National Agency for Public Procurement. (2021). [Environmental Spend Analysis - Description of a method for integrating environmental and climate impact into generic purchasing analyses.](#)
- Walker A.N., Lemmers, O., ...& Hooijmaaijers, S. (2023). [Plan van aanpak voor een vervanger van een SNAC-proces.](#)
- Wood, R., Stadler, K., ... & Tukker, A. (2014). [Global sustainability accounting— Developing EXIOBASE for multi-regional footprint analysis.](#)
- Yang, Z., Dong, W., Xiu, J., Dai, R., & Chou, J. (2015). [Structural path analysis of fossil fuel based CO2 emissions: a case study for China.](#)

Bijlage

Tabel A. Vergelijking milieueffectcategorieën en eenheden Steenmeijer et al., (2021), IW+, ReCiPe en CSRD

Schadeposten (ReCiPe)	Milieueffectcategorieën op midpoint niveau	Eenheden			
		Steenmeijer et al., (2021)	IW+ (2023) versie 2.0.1	ReCiPe 2016 (Huibregts et al., 2017)	CRSD (EFRA, 2022a-e, EFRA, 2024)
Toename van ademhalings-aandoeningen	1. Fotochemische oxidantvorming (smog)	X	kg NMVOC-eq	kg NOx-eq	t/kg SO ₂ , t/kg NO _x , t/kg NMVOC, t/kg PM _{2.5} , t/kg NH ₃ , t/kg heavy metals en verontreinigende stoffen vermeld in Europese Commissie (2006)
	2. Luchtvervuiling (CSRD), fijnstofvorming (IW+, ReCiPe)	X	kg PM _{2,5} -eq	kg PM _{2,5} -eq	
Toename in verschillende typen kanker	3. Menselijke toxiciteit: kanker	X	CTUh	kg 1,4-DCB-eq	X
	4. Aantasting van de ozonlaag	X	kg CFC-11-eq	kg CFC-11-eq	t/kg HCFCs, t/kg CFCs, t/kg halonen
Toename in overige ziekten/ziekte-verwekkers	5. Menselijke toxiciteit niet-kanker	X	CTUh	kg 1,4-DCB-eq	X
	6. Lange termijn klimaatverandering (IW+, RIVM), broeikasgassen (CSRD)		kg CO ₂ -eq	kg CO ₂ -eq	tCO ₂ -eq scope 1,2,3 (maakt geen onderscheid tussen kort en lange termijn)
	7. Korte termijn klimaatverandering (IW+), broeikasgassen (CSRD)	X	kg CO ₂ -eq		
	Zie punt 4.				
Toename in ondervoeding	8. Water consumptie/verbruik (CSRD, ReCiPe), waterschaarste (IW+)	X	m ³ wereld-eq	m ³	m ³
	9. Wateropslag en veranderingen in opslag	X	X	X	m ³
	10. Hergebruik en recycling van water	X	X	X	m ³
	Zie punt 6 & 7.				
Schade aan het zoetwaterleven	11. Verzuring van zoetwater	X	kg SO ₂ -eq	X	X
	12. Vervuiling van water (CSRD), vermist van zoetwater (IW+)	X	kg PO ₄ P-lim eq	kg P-eq	t/kg nitraten (NO ₃), t/kg fosfaten (PO ₄ ³⁻), t/kg pesticiden, (micro)plastics en verontreinigende stoffen vermeld in Europese Commissie (2006)

Schadeposten (ReCiPe)	Milieueffectcategorieën op midpoint niveau	Eenheden			
		<i>Steenmeijer et al., (2021)</i>	<i>IW+ (2023) versie 2.0.1</i>	<i>ReCiPe 2016 (Huijbregts et al, 2017)</i>	<i>CRSD (EFRAG, 2022a-e, EFRAG, 2024)</i>
	13. Microplastics	X	X	X	µg/L; mg/kg; particles/kg; particles/L
	14. Ecotoxiciteit van zoetwater Zie punt 6 t/m 10.	X	CTUe	kg 1,4-DCB-Eq	X
Schade aan leven op het land	15. Fotochemische oxidantvorming (smog)	X	X	kg Nox-eq	X
	16. Terrestrische ecotoxiciteit	X	X	kg 1,4-DCB-eq	X
	17. Terrestrische verzuring (IW+), bodempvervuiling (CSRD)	X	kg SO ₂ -eq	kg SO ₂ -eq	Anorganische vervuiling (zware metalen, nitraten, fosfaten, sulfaten, fluoride, chloride, cyanide), POPs, pesticiden, fosfor (P) en verontreinigende stoffen vermeld in Europese Commissie (2006)
	18. Landgebruik*	X	X	m ² *annual cropland-eq	X
	19. Landbezetting	m ² bouwland eq.jaar	m ² bouwland eq.jaar	X	X
	20. Land transformatie (IW+), verandering in landgebruik (CSRD)	X	m ² bouwland eq	X	m ² of ha
	21. Land degradatie (CSRD)	X	X	X	m ² of ha
	22. Bodemafdeling (CSRD) Zie punt 6 t/m 10.	X	X	X	m ² of ha
Schade aan zoutwaterleven	23. Vervuiling van water (CSRD), vermesting van zeewater/mariene (IW+)	X	kg N N-lim eq	kg N-eq	t/kg nitraten (NO ₃), t/kg fosfaten (PO ₄ ³⁻), t/kg pesticiden, (micro)plastics en verontreinigende stoffen vermeld in Europese Commissie (2006)
	24. Mariene ecotoxiciteit Zie punt 6, 7, en 13.	X	X	kg 1,4-DCB-eq	X
Toename in kosten winning	25. Primair (minerale (RIVM)) grondstoffengebruik	kg	kg	kg Cu-eq	t of kg

Schadeposten (ReCiPe)	Milieueffectcategorieën op midpoint niveau	Eenheden			
		Steenmeijer et al., (2021)	IW+ (2023) versie 2.0.1	ReCiPe 2016 (Huijbregts et al, 2017)	CRSD (EFRAG, 2022a-e, EFRAG, 2024)
grondstoffen (IW+), betaalbaarheid circulaire economie (CSRD)	26. Afvalverbranding	X	X	X	t of kg
	27. Recycling	X	X	X	t of kg
	28. Hergebruik	X	X	X	t of kg
	29. Circulair materiaalgebruik	X	X	X	t of kg en % substitutie vergelijkbaar primair materiaal
Toename kosten fossiele energiedragers	30. Afvalproductie (gevaarlijk en niet gevaarlijk)	X	X	X	t of kg
	31. Schaarste van fossiele grondstoffen	X	X	kg olie-eq	X
	32. GHG verwijdering en opslag	X	X	X	tCO ₂ eq
	33. Carbon credits	X	X	X	tCO ₂ eq
	34. Energieverbruik en energiemix, consumptie en productie	X	MJ	X	MWh

* Landgebruik verwijst naar de complete antropogene gebruikscyclus van land transformatie, bezetting en rust (Huijbregts et al., 2017)

Dit document is op 1 september 2025 technisch aangepast ter verbetering van de digitale toegankelijkheid.
De inhoud en vormgeving zijn ongewijzigd.