



Wageningen Economic Research | Beleidsamenvatting

Het verkleinen van de biodiversiteitsvoetafdruk

Beleidsamenvatting exploratief onderzoek

Chloë de Vries, Veerle Siegerink, Nico Polman, Hatem Chouchane, Allard Jellema, Peter Roebeling en Willem-Jan van Zeist

November 2023

Inhoud

Samenvatting	2	3. Resultaten	7
1. Inleiding	3	3.1 Beperkte maatschappelijke effecten op nationaal en globaal niveau	7
1.1 Halvering ecologische voetafdruk 2050	3	3.2 Biodiversiteitsvoetafdruk neemt af	7
1.2 Van ecologische voetafdruk naar biodiversiteitsvoetafdruk.....	3	4. Reflecties aanpak en vooruitblik onderzoek	11
1.3 Berekenen voetafdruk en identificeren van beleidsmaatregelen.....	4	4.1 Co-creatie om samen inzicht te ontwikkelen en te verdiepen.....	11
2. Methode	5	4.2 Ontwikkeling wetenschappelijk onderbouwd en beleidsrelevant scenario	12
2.1 Voetafdrukfamilie voor meten impact biodiversiteit.....	5	5. Bronnen en literatuur	13
2.2 Analyse beleidsscenario's	5		
2.3 Stappen onderzoek: modelleren sociaaleconomische verandering, berekenen voetafdruk, bepalen impact biodiversiteit	6		

Samenvatting

Aanleiding onderzoek

- Naar aanleiding van het in 2019 verschenen rapport van het VN-panel voor biodiversiteit (IPBES) heeft de Nederlandse overheid de ambitie opgesteld om de ecologische voetafdruk van de Nederlandse consumptie te halveren voor 2050 om zo een bijdrage te leveren aan het herstel en behoud van biodiversiteit.
- Om tot een halvering te komen, zijn de huidige inspanningen niet toereikend genoeg. In dit kader onderzoekt Wageningen Economic Research in het project 'KOSTEN-EFFECTIEF VERBETEREN GROOTTE EN DIEPTE VOETAFDruk' (KOEVOET) welke beleidsmaatregelen potentieel kunnen worden ingezet om de biodiversiteitsvoetafdruk te halveren.

Methodiek

- Om de effecten van beleidsmaatregelen op biodiversiteit in beeld te brengen maken we in KOEVOET gebruik van de 'voetafdrukfamilie'. In deze familie worden de voetafdrukindicatoren die de ecologische voetafdruk opmaken (land en water) gecombineerd met de broeikasgas- en nutriëntenvoetafdruk.
- In KOEVOET wordt een methodologie ontwikkeld om deze voetafdrukfamilie te berekenen. Met deze methodologie wordt beoogd de effecten van beleidsmaatregelen op de wereldeconomie te modelleren, om vervolgens deze effecten te vertalen naar een potentiële reductie van de biodiversiteitsvoetafdruk.
- In dit onderzoek wordt de consumptie afgebakend tot de voedselconsumptie.
- Deze methodologie wordt getest aan de hand van een exploratief beleidsscenario (Beleidsscenario EU), bestaand uit vier maatregelen: (1) in de EU wordt in 2050 50% minder dierlijke producten geproduceerd; (2) in de EU is de consumentenvoorkeur voor vlees in 2050 met 30% verminderd; (3) in de EU is consumentenvoorkeur voor goederen uit de EU met 20% toegenomen; en (4) in de EU is het oppervlakte beschermd gebied in 2050 toegenomen met 4%.
- Om de methodologie goed te testen wordt het Beleidsscenario EU vergeleken met een referentiescenario, wat in dit onderzoek het 'Business As Usual' (B2050) wordt genoemd. In het B2050-scenario zijn der verwachte veranderingen (zoals bevolkingsgroei) in de wereld van 2014 tot 2050 (conform de beleidsambitie van de Rijksoverheid) gemodelleerd, zonder extra beleidsmaatregelen.
- Beide scenario's zijn gemodelleerd in het macro-economische evenwichtsmodel MAGNET (Modular Applied GeNeral Equilibrium Tool). MAGNET wordt op grote schaal gebruikt om de impact van beleid op onder meer het gebied van landbouw op de wereldeconomie te simuleren.

Eerste resultaten

- De modellering met MAGNET laat zien dat in het B2050-scenario de vraag naar dierlijke producten aanzienlijk stijgt, en daarmee ook de productie van dierlijke producten in de EU. In het Beleidsscenario EU neemt de vraag naar dierlijke producten in de EU af. De vraag naar vis, peulvruchten, oliezaden en noten neemt toe. Dit is deels het gevolg van veranderingen in dieetpatronen en voorkeuren voor goederen uit de EU.
- Als we buiten de EU-grenzen kijken, lijkt het erop dat de wereldproductie en wereldconsumptie in beide scenario's niet aanzienlijk veranderen. Dit suggereert dat de effecten van het beleid op productie en consumptie beperkt zijn tot de EU en geen grotere wereldwijde veranderingen teweegbrengen.
- Kijkend naar effecten van beide scenario's op de biodiversiteitsvoetafdruk zien we dat de uitstoot van broeikasgassen en het gebruik van land het grootste deel van de berekende voetafdruk vormen (zowel in 2014 als in 2050). Het gebruik van water is op wereldschaal een relatief kleine drukfactor. Verminderde productie van dierlijke producten is in deze analyse de grootste oorzaak voor de voetafdrukverkleining in het Beleidsscenario EU. De land-, water-, fosfaat- en nutriëntenvoetafdruk (fosfaat en stikstof) nemen in de EU toe terwijl die van broeikasgas daalt.

Interactie onderzoekers en beleidsmakers

- Het onderwerp 'voetafdrukken' leeft, zowel in de wetenschappelijke wereld als bij beleidsmakers. Tegelijkertijd is het een onderwerp in ontwikkeling, waarbij definities gaandeweg worden aangescherpt en methodes worden bijgewerkt. Het is de uitdaging van onderzoekers om de complexe concepten goed over te brengen aan de beleidsmakers.
- In 2022 en 2023 is er daarom actief contact geweest tussen onderzoekers en beleidsmakers van LNV, om een continue uitwisseling van kennis en ervaringen met betrekking tot voetafdrukken te faciliteren. De vragen die gesteld zijn in deze interacties legden informatiebehoefte bloot die beleidsmakers hebben in hun werk, waarin voetafdrukken van nut kunnen zijn.
- Deze interactie laat zien dat er veel interesse is voor voetafdrukken en dat er nog veel aanvullende onderzoeksvragen zijn. Zo is er naast aanvullingen op de methode, behoefte aan verdieping van het begrip voetafdruk.
- In 2024 zal een tweede beleidsscenario worden opgesteld. Parallel hieraan wordt de methodiek gebruikt om voetafdrukken te meten verder ontwikkeld, met onder andere de toevoeging van de chemische voetafdruk.
- Gedurende het verdere verloop van KOEVOET zal het nauwe contact met beleidsmakers worden voortgezet.



1. Inleiding

1.1 Halvering ecologische voetafdruk 2050

Het in 2019 verschenen rapport van het VN-panel voor biodiversiteit (IPBES) maakt duidelijk dat de achteruitgang van de biodiversiteit wereldwijd sneller gaat dan verwacht en leidt tot risico's voor het menselijk welzijn. Volgens het IPBES-rapport vraagt het realiseren van biodiversiteitsherstel om een omslag in denken en doen, waarbij duurzame productie en consumptie voorop staan. Naar aanleiding van het IPBES-rapport heeft het kabinet in oktober 2019 een kamerbrief opgesteld met daarin de ambitie om de ecologische voetafdruk van de Nederlandse consumptie te halveren voor 2050 om zo een bijdrage te leveren aan het herstel en behoud van biodiversiteit (LNV, 2019).

Het halveren van de ecologische voetafdruk is een aanzienlijke uitdaging. Om tot een halvering te komen zijn de huidige inspanningen niet toereikend genoeg. Dit roept de noodzaak op om tot aanvullende maatregelen te komen (Van Oorschot et al., 2021). In dit kader onderzoekt Wageningen Economic Research in het meerjarige project 'KOsten-Effectief verbeteren grootte en diepte VOETafdruk' (KOEVOET) het effect van en de samenhang tussen diverse beleidsmaatregelen die potentieel kunnen worden ingezet om de ecologische voetafdruk van de Nederlandse consumptie te reduceren. Denk aan bijvoorbeeld maatregelen gericht op het beschermen van natuurlijke ecosystemen of het duurzaam beheren van natuurlijke hulpbronnen.

1.2 Van ecologische voetafdruk naar biodiversiteitsvoetafdruk

In het project KOEVOET worden voetafdrukindicatoren gebruikt om de effecten van beleidsmaatregelen op

milieu en natuur in kaart te brengen. Deze indicatoren bieden inzicht in welke beleidsmaatregelen grote druk veroorzaken op milieu en natuur, waar in de keten deze druk plaatsvindt en op welke locatie deze druk tot uiting komt, zowel nationaal als internationaal.

Een voetafdrukindicator die veel wordt gebruikt is de ecologische voetafdruk. Deze voetafdrukindicator is nuttig gebleken om wereldwijd de directe en indirecte effecten te laten zien van het consumptiepatroon van de mens (Van Oorschot et al., 2021). De ecologische voetafdruk kijkt naar hoeveel landoppervlak en water er direct en indirect nodig zijn om bijvoorbeeld voedsel te produceren. Daarbij wordt de gehele waardeketen (van primaire productie, verwerking tot consumptie) meegenomen. De ecologische voetafdruk wordt uitgedrukt in 'global hectares'. Dit is de hoeveelheid ruimte die mondiaal gemiddeld nodig is om grondstoffen voor onze consumptie te produceren. Daarbij worden ook CO₂-emissies van de consumptie meegenomen, door deze weer te geven in het oppervlakte bos dat nodig is om deze uitstoot te compenseren (Van Oorschot et al., 2021). Het gebruik van onder meer grijze stroom (stroom opgewekt uit niet-hernieuwbare bronnen zoals kolen en olie), benzine en gas wordt op deze manier ook meegenomen in de ecologische voetafdruk.

Ondanks dat de ecologische voetafdruk nuttig is om de effecten van ons consumptiegedrag in beeld te brengen, geeft deze geen zicht op de gevolgen van ons consumptiegedrag op biodiversiteit, terwijl de wereldwijde afname van biodiversiteit juist de aanleiding vormt voor het streefdoel van de overheid om de ecologische voetafdruk van de Nederlandse consumptie te halveren (Van Oorschot et al., 2021). Om de effecten van beleidsmaatregelen op biodiversiteit in beeld te brengen,

maken we in het project KOEVOET daarom gebruik van de 'voetafdrukfamilie', ook wel bekend als de Biodiversity Footprint Family Framework (BFFF). In deze familie worden meerdere voetafdrukindicatoren gecombineerd (waaronder de ecologische voetafdrukindicatoren land en water). Hierdoor biedt de voetafdrukfamilie naast de ecologische voetafdruk aanvullende informatie over de effecten van beleidsmaatregelen op biodiversiteit. In hoofdstuk 2 wordt de voetafdrukfamilie nader toegelicht.

1.3 Berekenen voetafdruk en identificeren van beleidsmaatregelen

In kader van het project KOEVOET is in de periode 2021-2022 een methodologie ontwikkeld om de voetafdrukfamilie te berekenen. Met deze methodologie wordt beoogd de effecten van beleidsmaatregelen op de wereldeconomie te modelleren, om vervolgens deze effecten te vertalen naar een potentiële reductie van de biodiversiteitsvoetafdruk (voor een uitgebreide beschrijving van de methodologie verwijzen we naar het rapport van Roebeling et al., 2023). Daarnaast is een eerste beleidsscenario, bestaand uit een aantal potentiële beleidsmaatregelen (zoals een reductie in de consumptie van dierlijke eiwitten en een toename in het oppervlakte beschermd gebied in de EU) doorgerekend.

Dit beleidsscenario is louter exploratief van aard en moet niet worden beschouwd als een beleidsaanbeveling, maar eerder als een beleidsoptie die is ontwikkeld om de methodologie te testen en te valideren.

Dit rapport, gericht op beleidsmakers, biedt een beknopte samenvatting van het onderzoek dat in de afgelopen periode is uitgevoerd. De hoofdvragen van dit rapport zijn:

- Hoe bereken je de biodiversiteitseffecten van de verschillende voetafdrukken binnen de voetafdrukfamilie?
- Welke beleidsmaatregelen zijn effectief om negatieve biodiversiteitseffecten te verminderen?

In 2024 worden deze vragen verder uitgediept. Zo zal verder onderzoek worden uitgevoerd om de biodiversiteitseffecten van verschillende voetafdrukken te berekenen en effectieve beleidsmaatregelen te identificeren gericht op het verminderen van negatieve biodiversiteitseffecten. Het project KOEVOET concentreert zich daarbij alleen op de voetafdruk van Nederlandse voedselconsumptie. Deze bevindingen zullen als basis dienen voor het identificeren van beleidsmaatregelen die de grootste bijdrage kunnen leveren aan het verminderen van de biodiversiteitsvoetafdruk.

Het volgende hoofdstuk geeft achtergrond over de ontwikkelde methodologie en het exploratief beleidsscenario dat is opgesteld op de methodologie te testen. Daarna volgen de resultaten van dit geteste beleidsscenario. Dit rapport wordt afgesloten met een reflectie op de aanpak van dit onderzoek. Daarnaast kijken we alvast vooruit naar de volgende stappen van dit onderzoek.

2. Methode

2.1 Voetafdrukfamilie voor meten impact biodiversiteit

Zoals benoemd in het vorige hoofdstuk wordt in KOEVOET voor het berekenen van het effect van beleidsmaatregelen op biodiversiteit gebruikgemaakt van de voetafdrukfamilie, ook wel bekend als de Biodiversity Footprint Family Framework (BFFF). In deze familie zijn verschillende voetafdrukken gecombineerd en bestaat als zodanig uit de volgende voetafdrukken (in een later stadium van dit onderzoek wordt ook de chemische voetafdruk toegevoegd aan de voetafdrukfamilie):

- Landvoetafdruk: het landbouwareaal nodig voor de productie van consumptiegoederen (zoals voedsel), uitgedrukt in hectares.
- Watervoetafdruk: het totale watergebruik (oppervlakte-, grond- en regenwater) nodig voor de productie van consumptiegoederen, uitgedrukt in m³.
- Broeikasvoetafdruk: de uitstoot van alle broeikasgassen (CO₂, methaan, lachgas), uitgedrukt in CO₂-equivalenten.
- Nutriëntenvoetafdruk: de toepassing van stikstof- en fosforhoudende nutriënten, uitgedrukt in kg N.

Deze vier voetafdrukken worden samengevoegd tot een biodiversiteitsvoetafdruk die het mondiale verlies aan biodiversiteit weergeeft. In KOEVOET wordt de impact van menselijk handelen op de wereldwijde biodiversiteit uitgedrukt in de eenheid Potentially Disappeared Fraction of Species (PDF). De PDF, gebaseerd op de methodiek volgens Verones et al. (2020), is een eenheid die aangeeft welke fractie van de wereldwijde soortenrijkdom zou kunnen verdwijnen wanneer deze milieudruk voortduurt. Omdat het uitsterven van soorten geleidelijk gebeurt, en afhankelijk is van de tijdsduur van meerdere factoren, moet de PDF gezien worden als een indicator voor uitstervingsrisico van soorten, niet als een ogenblikkelijke uitsterving (Verones et al., 2020).

2.2 Analyse beleidsscenario's

De methodologie die in KOEVOET wordt ontwikkeld om de zoals boven beschreven voetafdrukfamilie te berekenen, wordt in eerste instantie getest in een exploratief beleidsscenario. Voor het opstellen van het beleidsscenario golden twee criteria: beleidsrelevantie en inpasbaarheid in de ontwikkelde methodiek. Aan de hand van interviews en een workshop met beleidsmakers van het ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit (LNV) is een lijst geïdentificeerd met maatregelen die door hen als relevant werden gezien voor het verkleinen van de Nederlandse voetafdruk binnen het voedseldomein. Op basis van deze lijst is het volgende beleidsscenario opgesteld (Beleidsscenario EU):

- In de EU worden in 2050 50% minder dierlijke producten geproduceerd.
- In de EU is de consumentenvoorkeur voor vlees in 2050 met 30% verminderd (overeenkomstig met dierlijk-plantaardig ratio van 60/40 naar 40/60).
- In de EU is de consumentenvoorkeur voor goederen uit de EU in 2050 met 20% toegenomen.
- In de EU is het oppervlakte beschermd gebied in 2050 toegenomen met 4%.

Deze maatregelen zijn doorgevoerd in de methodologie voor alle EU-lidstaten. Dit is gedaan omdat veel nationale beleidsdossiers sterkt verweven zijn met die van de EU, denk bijvoorbeeld aan klimaat- en milieubeleid in de vorm van de Europese Green Deal en het Gemeenschappelijke Landbouwbeleid (GLB) van de EU. Daarnaast is de impact van de hierboven gepresenteerde maatregelen groter op EU-niveau dan op nationaal niveau. De uiteindelijke voetafdrukresultaten worden wel alleen voor de Nederlandse consumptie weergegeven.

Om de methodologie goed te testen wordt het beleidsscenario (Beleidsscenario EU) vergeleken met een referentiescenario, wat in dit onderzoek het 'Business As Usual' (B2050) wordt genoemd. In het B2050-scenario zijn de verwachte veranderingen in de wereld tussen 2014 en 2050 gemodelleerd, zonder extra beleidsmaatregelen. In dit project is daarvoor de meest gangbare vooruitblik van de Verenigde Naties gevolgd, met voorspellingen over populatie, bruto nationaal product (BNP), productiviteit van sectoren etc. Door de voetafdrukken van deze twee scenario's met elkaar te vergelijken, verkrijgt men inzicht in het effect van beleidsmaatregelen op de voetafdruk.

Beide scenario's (Beleidsscenario EU en het B2050-scenario) zijn gemodelleerd in het macro-economisch evenwichtsmodel MAGNET (Modular Applied GeNeral Equilibrium Tool) van Wageningen Economic Research. MAGNET wordt op grote schaal gebruikt om de impact van beleid op het gebied van landbouw-, handel, land- en bio-energie op de wereldeconomie te simuleren, met bijzondere aandacht voor de impact van dit beleid op landgebruik, landbouwprijzen, voedsel en voedselzekerheid. Het model staat vermeld in de MIDAS, een lijst van modellen die door de Europese Commissie gebruikt worden voor het beoordelen van de effecten van beleid.

MAGNET geeft verwachtingen voor marktontwikkelingen in de toekomst aan de hand van verwachte toekomstige scenario's in lijn met de 'Shared Socioeconomic Pathways' (SSP) van het IPCC (International Panel on Climate Change, zie O'Neill et al., 2017). Hierin is een

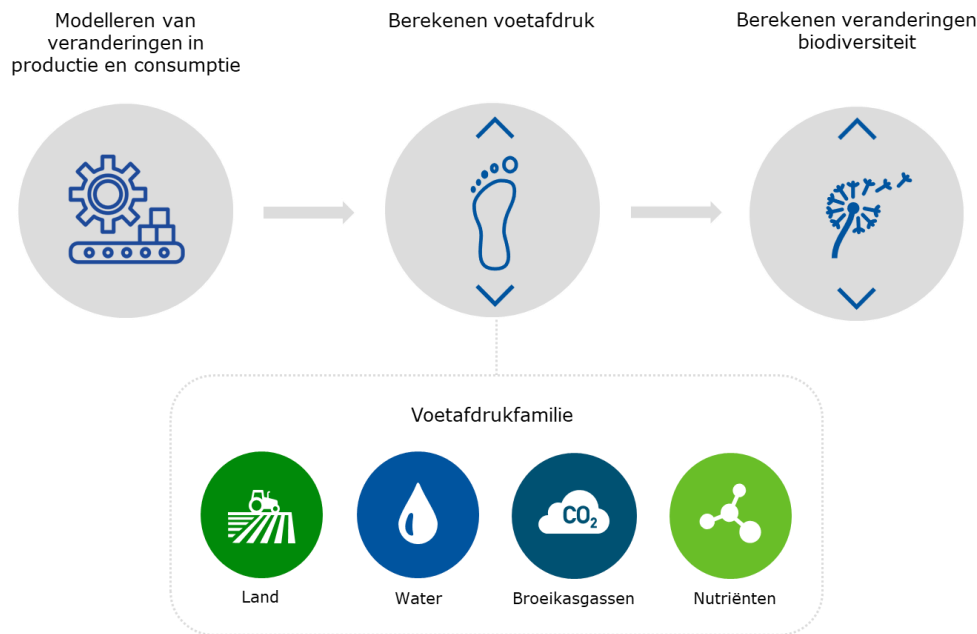
outlook voor mondiale veranderingen tot 2100 opgenomen. De verhaallijnen vanuit de SSP-scenario's zijn vertaald naar een database met GDP- en populatieprojecties voor de toekomst door het IIASA¹ (International Institute for Applied Systems Analysis), die geïntegreerd zijn in de MAGNET-doorrekeningen. De berekeningen in dit rapport zijn gebaseerd op het 'Middle of the Road'-scenario SSP2 (bevolkingsontwikkelingen en GDP), aangevuld met aannames omtrent onder andere productiviteit van de landbouw op basis van input van het IMAGE-model^{2, 3} (Integrated Model to Assess the Global Environment) van het Planbureau van de Leefomgeving (PBL).

Beide scenario's zijn gemodelleerd vanaf 2014 (standaard startjaar voor MAGNET) tot 2050 (conform de beleidsdoelstelling van de overheid om de ecologische voetafdruk van de Nederlandse consumptie te halveren voor 2050).

2.3 Stappen onderzoek: modelleren sociaaleconomische verandering, berekenen voetafdruk, bepalen impact biodiversiteit

Voor het berekenen van de biodiversiteitsvoetafdruk van het exploratieve beleidsscenario en het Business As Usual-scenario, is in drie stappen gewerkt (zie ook figuur 2.1):

1. *Modelleren van veranderingen in productie en consumptie*
Met het modelleren van veranderingen in wereldwijde productie en consumptie tussen 2014 en 2050 voor beide scenario's worden de effecten van de beleidsmaatregelen in beide scenario's op alle verschillende activiteiten in de economie van alle landen berekend. Dit gebeurt met het macro-economische model MAGNET (zie paragraaf 2.2 voor een beschrijving van MAGNET).
2. *Berekenen voetafdrukken*
Uit de modellering volgen gegevens over productie- en consumptiehoeveelheden, land van herkomst, grondstoffengebruik en emissies. Deze zijn de input voor het berekenen van de voetafdrukken voor land, water, broeikasgassen en nutriënten (in dit rapport opgedeeld in stikstof en fosfor). Dit gebeurt door de resultaten vanuit MAGNET te aggregeren tot voetafdrukken per productgroep en per land.
3. *Berekenen veranderingen biodiversiteit*
Met deze voetafdrukindicatoren wordt vervolgens de verandering in biodiversiteit wereldwijd in 2050 berekend als gevolg van de scenario's. Dit gebeurt op basis van zogenaamde 'characterisation factors' (vermenigvuldigingsfactoren) uit bestaande Life Cycle Assessment (LCA)-berekeningen. Voor alle voetafdrukken (behalve de broeikasgasvoetafdruk) heeft elk land een specifieke vermenigvuldigingsfactor.



Figuur 2.1 Doorgelopen stappen onderzoek

¹ Shared Socioeconomic Pathways Scenario Database (SSP) | IIASA

² Integrated Assessment of Global Environmental Change with IMAGE 3.0 - Model description and policy applications | PBL Netherlands Environmental Assessment Agency

³ The 2021 SSP scenarios of the IMAGE 3.2 model | PBL Netherlands Environmental Assessment Agency



3. Resultaten

Dit hoofdstuk bevat de resultaten van de berekeningen van de biodiversiteitsvoetafdruk van het exploratieve Beleidsscenario EU en het Business As Usual-scenario (B2050). Dit wordt gedaan door deze scenario's met elkaar te vergelijken. In paragraaf 3.1 kijken we eerst naar de effecten van beide scenario's op de verandering in productie en consumptie. Daarna, in paragraaf 3.2, naar wat deze verandering doet met de verschillende voetafdrukken uit de voetafdrukkenfamilie. Let wel: de resultaten in paragraaf 3.2 geven alleen de voetafdrukken van de Nederlandse consumptie weer.

3.1 Beperkte maatschappelijke effecten op nationaal en globaal niveau

Zoals benoemd in het vorige hoofdstuk zijn verschillende maatregelen opgenomen in het Beleidsscenario EU die bedoeld zijn om de voetafdruk van de Nederlandse voedselconsumptie te verminderen. Aan de hand van het macro-economisch evenwichtsmodel MAGNET (zie paragraaf 2.2 voor een beschrijving van MAGNET) is dit beleidsscenario vergeleken met een Business As Usual-scenario, waarin de verwachte veranderingen in de wereldmarkten tussen 2014 en 2050 zijn gemodelleerd, zonder aanvullende beleidsmaatregelen (wat wel het geval is in het Beleidsscenario EU).

Uit deze modellering blijkt dat in het B2050-scenario de vraag naar dierlijke producten (vlees, eieren, zuivel) aanzienlijk toeneemt, wat vervolgens leidt tot een grotere productie in de EU van dierlijke producten en granen die dienen als veevoer. In het Beleidsscenario EU daarentegen neemt de vraag naar dierlijke producten in de EU af, terwijl de vraag naar vis, peulvruchten, oliezaden (zoals soja, zonnebloempitten, rapenzaad) en noten

toeneemt. Dit is deels het gevolg van veranderingen in dieetpatronen en voorkeuren voor goederen uit de EU.

Als we buiten de EU-grenzen kijken, lijkt het erop dat de wereldproductie en wereldconsumptie in zowel het Business as Usual- als het Beleidsscenario EU niet aanzienlijk veranderen. Dit suggereert dat de effecten van het beleid op een verandering in consumptie en productie voornamelijk beperkt zijn tot de EU en geen grotere wereldwijde verandering teweegbrengen.

3.2 Biodiversiteitsvoetafdruk neemt af

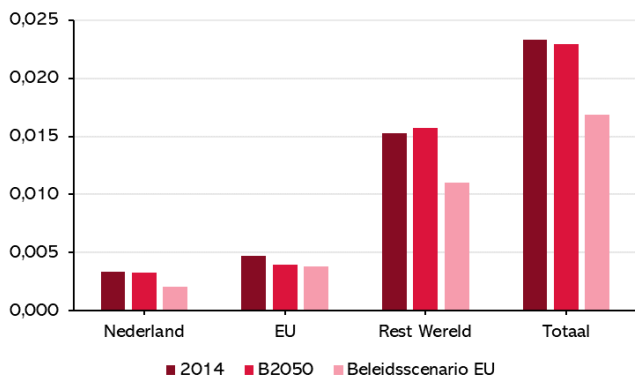
Dankzij implementatie van het Beleidsscenario EU zien we dat de biodiversiteitsvoetafdruk afneemt ten opzichte van het Business as Usual-scenario.

Naast bovengenoemde oorzaken voor verschillen tussen B2050- en het Beleidsscenario EU zijn de verschillen tussen 2014 en de 2050 scenario's met name te verklaren door verwachte technologische ontwikkelingen (op basis van SSP2-scenario, zie paragraaf 2.2) waardoor efficiëntie van grondstoffengebruik en transport toeneemt en daarmee resulteert in een algehele reductie in grondstoffengebruik en emissies voor de wereldvoedselproductie.

Biodiversiteitsvoetafdruk

- De biodiversiteitsvoetafdruk geeft het mondiale verlies aan biodiversiteit weer als gevolg van drukfactoren afkomstig uit de voetafdrukken land, water, broeikasgassen, stikstof en fosfor voor een specifieke locatie. Deze drukfactoren worden vertaald in de zogeheten Potentially Disappeared Fraction of species (PDF, zie paragraaf 2.1).

- In B2050 neemt totale biodiversiteitsvoetafdruk circa 2% af, in het Beleidsscenario EU neemt de totale biodiversiteitsvoetafdruk circa 28% af ten opzichte van 2014.
- We zien met name een afname van de biodiversiteitsvoetafdruk buiten de EU dankzij relatief groter effect van technologische ontwikkelingen die resulteren in efficiënter grondstoffengebruik buiten de EU dan binnen de EU (bijvoorbeeld omdat technologieën die in de EU al op grote schaal worden toegepast dan ook buiten de EU op grotere schaal worden toegepast) en de verplaatsing van consumentenvoorkeur naar producten afkomstig uit de EU.
- Het grootste aandeel in de totale biodiversiteitsvoetafdruk is afkomstig van broeikasgasemissies.

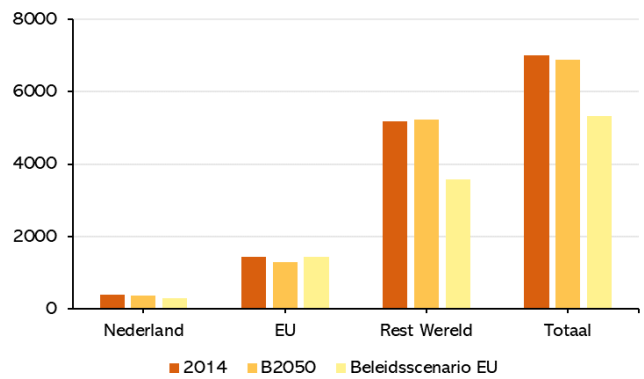


Figuur 3.1 Totale impact op biodiversiteit (PDF) door CO₂ eq., land-, water-, stikstof- en fosforgebruik van de Nederlandse voedselconsumptie

Hieronder zijn de diverse voetafdrukken weergegeven die samen de biodiversiteitsvoetafdruk vormen. Voor gedetailleerde informatie over hoe de voetafdruk precies berekend wordt, zie Roebeling et al. (2023).

Landvoetafdruk

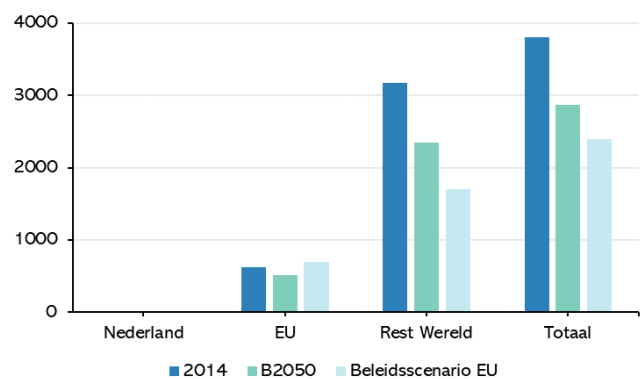
- De landvoetafdruk geeft de totale landoppervlak weer die in gebruik is voor de productie van voedsel bestemd voor de Nederlandse consumptie. De landvoetafdruk onderscheidt ook de locatie van landgebruik.
- In B2050 neemt de totale landvoetafdruk circa 2% af, in het Beleidsscenario EU neemt de totale landvoetafdruk circa 24% af ten opzichte van 2014, omdat de consumptie van dierlijke producten aanzienlijk afneemt waarvoor normaliter veel landoppervlak in gebruik is.
- We zien een kleine toename in het Beleidsscenario EU van de landvoetafdruk in de EU door de verschuiving dankzij een toegenomen voorkeur voor producten afkomstig uit de EU.
- Het grootste aandeel van de totale landvoetafdruk neemt zijn beslag met name buiten de EU.



Figuur 3.2 Landvoetafdruk (1.000 ha)

Watervoetafdruk

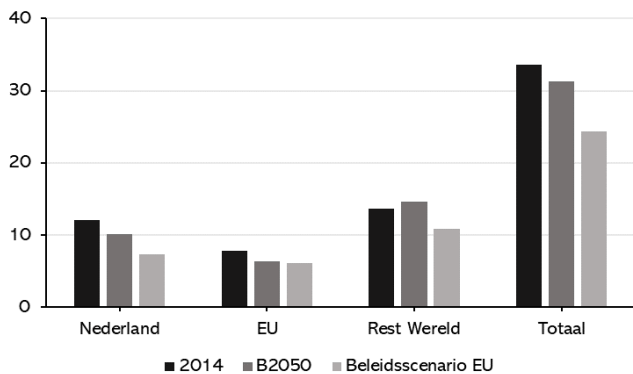
- De watervoetafdruk geeft het totale volume water gebruikt voor irrigatie voor de productie van voedsel in miljoen m³ voor de Nederlandse consumptie weer. De watervoetafdruk onderscheidt ook de locatie van watergebruik.
- In B2050 neemt de totale watervoetafdruk circa 25% af, in het Beleidsscenario 2050 neemt voetafdruk circa 37% af ten opzichte van 2014. Beide watervoetafdrukken nemen af dankzij technologische ontwikkelingen die resulteren in efficiëntere toepassing van irrigatiewater.
- We zien een kleine toename in het Beleidsscenario EU van de watervoetafdruk in de EU door de verschuiving dankzij een toegenomen voorkeur voor producten afkomstig uit de EU.
- Het grootste aandeel van de totale watervoetafdruk neemt zijn beslag met name buiten de EU.



Figuur 3.3 Watervoetafdruk (miljoen m³)

Broeikasgasvoetafdruk

- De broeikasgasvoetafdruk geeft de totale uitstoot van CO₂-equivalentenemissies in miljoen ton en locatie van emissies weer die uitgestoten worden voor de productie van voedsel bestemd voor de Nederlandse consumptie.
- In B2050 neemt voetafdruk circa 7% af, in het Beleidsscenario EU neemt voetafdruk circa 28% af ten opzichte van 2014 met name dankzij een reductie in consumptie van dierlijke producten die gepaard gaan met hoge broeikasgasuitstoot en technologische ontwikkelingen die zorgen voor vermindering van de uitstoot in transport.
- We zien een kleine toename in het Beleidsscenario EU van de broeikasgasvoetafdruk in de EU door de verschuiving dankzij een toegenomen voorkeur voor producten afkomstig uit de EU.
- De broeikasgasuitstoot in Nederland heeft een aanzienlijk aandeel in de totale broeikasgasvoetafdruk in vergelijking met het Nederlandse aandeel in andere voetafdrukken.

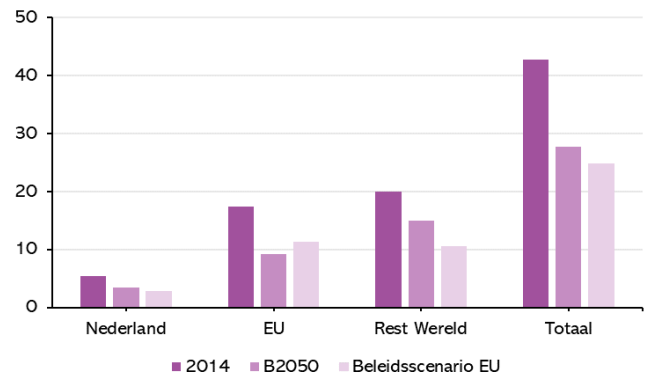


Figuur 3.4 Broeikasgasvoetafdruk (miljoen ton CO₂ eq.)

Stikstofvoetafdruk

- De stikstofvoetafdruk wordt gedefinieerd als de hoeveelheid stikstof (N) die als verlies door bemesting voor de productie van voedsel bestemd voor de Nederlandse consumptie in de bodem en waterlichamen terecht komt. Let wel: in deze voetafdruk is alléén kunstmest op gewassen meegenomen en bevat bijvoorbeeld geen effecten van bemesting op grasland.
- In B2050 neemt de voetafdruk circa 35% af, in het Beleidsscenario EU neemt de voetafdruk circa 42% af ten opzichte van 2014. Aangezien grasland niet mee wordt genomen in de berekening van de stikstofvoetafdruk, heeft de afname van de consumptie van dierlijke producten een beperkt effect in het reduceren van de Beleidsscenario EU voetafdruk ten opzichte van B2050-scenario. De afname in beide scenario's komt door toename in technologische ontwikkelingen.

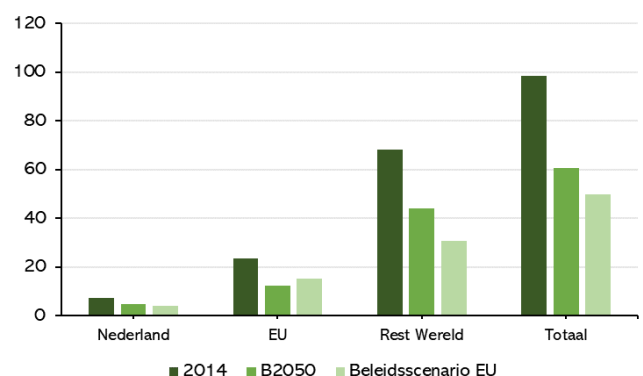
- Toename van de voetafdruk in EU door een grotere vraag naar producten afkomstig uit de EU.
- Grootste aandeel in de stikstofvoetafdruk buiten de EU.



Figuur 3.5 Stikstofvoetafdruk (ton)

Fosforvoetafdruk

- De fosforvoetafdruk wordt gedefinieerd als de hoeveelheid fosfor (P) die als verlies door bemesting (voor de productie van voedsel bestemd voor de Nederlandse consumptie) in de bodem en waterlichamen terecht komt (let wel: in deze voetafdruk is alléén kunstmest op gewassen meegenomen en bevat bijvoorbeeld geen effecten van bemesting op grasland).
- In B2050 neemt de voetafdruk circa 38% af, in het Beleidsscenario EU neemt de voetafdruk circa 49% af ten opzichte van 2014. Aangezien grasland niet mee wordt genomen in de berekening van de stikstofvoetafdruk heeft de afname van de consumptie van dierlijke producten een beperkt effect in het reduceren van de Beleidsscenario EU voetafdruk ten opzichte van de voetafdruk van het B2050 scenario. De afname in beide scenario's komt door toename in technologische ontwikkelingen.
- Toename van de voetafdruk in EU door een grotere vraag naar producten afkomstig uit de EU.
- Grootste aandeel in de fosforvoetafdruk buiten de EU.



Figuur 3.6 Fosforvoetafdruk (ton).

Samenvattend

- De lagere productie in EU van dierlijke producten zal tot minder importen van buiten de EU leiden en daarmee de voetafdruk verlagen. Door het gekozen beleidsscenario zal daarbij de vraag naar plantaardig voedsel toenemen en dan in het bijzonder voor producten uit de EU.
- Door verwachting van technologische ontwikkelingen in de toekomst zal efficiënter grondstoffengebruik leiden tot een reductie in grondstoffengebruik.
- De effecten van het uitgekozen Beleidsscenario EU leiden tot een afname in de totale impact op biodiversiteit door de Nederlandse voedselconsumptie met circa 28% ten opzichte van 2014 zoals berekend met de huidige resultaten voor de diverse voetafdrukken.
- De broeikasgasemissie heeft het grootste aandeel in het verlies aan biodiversiteit.
- De voetafdrukken in de EU door land, water, stikstof en fosfor nemen toe terwijl die van broeikasgas afneemt.



4. Reflecties aanpak en vooruitblik onderzoek

4.1 Co-creatie om samen inzicht te ontwikkelen en te verdiepen

Het onderwerp 'voetafdrukken' leeft, zowel in de wetenschappelijke wereld als bij beleidsmakers. Dit is bijvoorbeeld te zien aan de steeds verdere ontwikkeling van het aanbod voetafdrukindicatoren (Vanham et al., 2019), de Kamerbrief met de ambitie om de ecologische voetafdruk te halveren (LNV, 2019) en het benoemen van het reduceren van de voetafdruk als doelstelling in het Kunming-Montreal Global Biodiversity Framework (CBD, 2023), een internationaal raamwerk gericht op het herstellen en behouden van biodiversiteit.

Tegelijkertijd is het een onderwerp in ontwikkeling, waarbij definities gaandeweg worden aangescherpt, methodes worden bijgewerkt en het begrip moet groeien. Complexe systemen zoals het voedselsysteem vereisen over het algemeen het gebruik van vele voetafdrukken (zie Vanham et al., 2019) die de menselijke druk op de planeet vanuit verschillende invalshoeken in samenhang weergeven. De keuze voor de verschillende leden van de voetafdrukfamilie zal afhankelijk zijn van de focus en de context van het onderzoek. Deze leggen zowel synergieën als trade-offs van veranderingen in het gebruik van hulpbronnen vast. Het is de uitdaging van onderzoekers om de complexe concepten goed over te brengen aan de beleidsmakers. Vice versa kunnen beleidsmakers de onderzoekers specifieke vragen stellen waarbij zij voetafdrukinformatie nodig hebben, en ervaringen uit de praktijk delen.

In 2022 en 2023 is daarom actief contact gezocht tussen de onderzoekers van Wageningen Economic Research en beleidsmakers van LNV, om een continue uitwisseling van

kennis en ervaring met betrekking tot de voetafdruk van het voedselsysteem te faciliteren. Door deelname aan en organisatie van deze interacties hopen zowel LNV als WUR ook een breder gedragen begrip te stimuleren. Voorbeelden van beleid-onderzoekinteracties waren interactieve presentatiesessies in verschillende samenstellingen van LNV-medewerkers, deelname aan een seminar over de voetafdruk georganiseerd door het Planbureau voor de Leefomgeving (PBL) en aanwezigheid bij het werkbezoek van de minister voor Natuur en Stikstof, Christianne van der Wal, over voetafdrukken.

De vragen die gesteld zijn in deze interacties legden informatiebehoefte bloot die beleidsmakers hebben in hun werk, waarin voetafdrukonderzoeken van nut kunnen zijn. Niet al deze behoeftes zijn in deze studie opgenomen. Dit heeft onder meer te maken dat deze beleidsamenvatting is opgesteld in de exploratieve fase van dit onderzoek. Wij hebben deze vragen verzameld en geclusterd om zo een beeld te krijgen van de richtingen die volgende of aanvullende onderzoeken op zouden kunnen.

Er zijn twee typen vragen, voor welke we beide een eigen aanpak hebben. Ten eerste waren er verhelderende vragen bijvoorbeeld over het onderzoeksproces, gebruikte methodes en resultaten. Deze vragen konden wij relatief eenvoudig beantwoorden of uitzoeken. Deze zijn direct of kort na stelling beantwoord. Deze vragen maakten voor ons duidelijk hoe onze informatie geïnterpreteerd werd en waar eventueel meer toelichting nodig is. Zo waren er bijvoorbeeld veel vragen over de precieze inhoud van het Business As Usual-scenario, de totstandkoming van het Beleidsscenario EU en de verdeling van impacts over specifieke landen.

Ten tweede waren er verdiepende vragen, waarvoor aanvullend onderzoek of methodeontwikkeling nodig is om ze te kunnen beantwoorden. Er waren ook vragen die meerdere keren terugkwamen. Dit betreft de volgende vragen:

- Hoe weet ik welke voetafdruk uit de voetafdrukfamilie ik moet gebruiken per situatie?
- Hoe ziet het Nederlandse dieet en de landbouw eruit als we in lijn met de draagkracht van de aarde (de planetaire grenzen) willen consumeren en produceren?
- Als halvering een arbitrair gesteld doel is, wat is dan een zinvol streefdoel voor de (biodiversiteits)voetafdruk?
- Wat betekent een bepaalde voetafdruk in de praktijk: wat gebeurt er in de loop van tijd en is herstel ook uit te drukken?
- Wat zijn de meest effectieve maatregelen om de voetafdruk van het voedselsysteem te verkleinen?

4.2 Ontwikkeling wetenschappelijk onderbouwd en beleidsrelevant scenario

Het beleidsscenario dat is doorgerekend en hier is beschreven was exploratief en had als hoofddoel het testen van de voetafdrukmethode. De doorgerekende maatregelen zorgen voor een verkleining van de biodiversiteitsvoetafdruk van Nederlandse voedselconsumptie met ongeveer 28% in 2050 ten opzichte van 2014. De verkenning laat zien dat voor een beleidsanalyse van de totale impact op biodiversiteit inzicht in de onderliggende voetafdrukken belangrijk is en handelingsperspectief biedt. Meer onderzoek is nodig om te verkennen wat een scenario zou kunnen zijn dat effectiever is voor het reduceren van onze biodiversiteitsvoetafdruk.

De interacties tussen onderzoek en beleid van 2022-2023 laten zien dat er veel interesse is voor voetafdrukken en

dat er nog veel aanvullende onderzoeksvragen zijn. Naast aanvullingen op de methode en de doorgerekende maatregelen, is er behoefte aan verdieping van het begrip voetafdrukken. Hierin is vooral vraag naar wetenschappelijk onderbouwde informatie om beleidsdoelen te kunnen stellen die overeenkomen met de draagkracht van de aarde.

In de tweede helft van 2023 is toegewerkt naar een volgend beleidsscenario, waarbij meer focus ligt op het zoveel mogelijk reduceren van de biodiversiteitsimpact. Hiervoor is onder andere een systematische review van beleidsdocumenten en veelvuldig geciteerde wetenschappelijke artikelen uitgevoerd, om de meest veelbelovende acties voor het reduceren van biodiversiteitsimpact in het voedselsysteem te achterhalen. Deze review vormt de input voor een tweede beleidsscenario, dat in 2024 kan worden doorgerekend. Daarnaast zal deze review in een apart rapport beschreven worden, om beleidsmakers een overzicht te geven van zowel veelbelovende als ook minder veelbelovende beleidsopties.

Parallel aan het opstellen van het volgende beleidsscenario zal de voetafdrukmethodiek verder worden ontwikkeld, met onder andere de toevoeging van een chemische voetafdruk (de voetafdruk die ontstaat als gevolg van bijvoorbeeld het gebruik van chemische gewasbeschermingsmiddelen), het verder uitsplitsen van biodiversiteitsimpacts binnen landen en het berekenen van ecosysteemdiensten. Hiermee wordt het onder meer mogelijk om te bepalen hoe en in welke mate menselijke activiteiten gebruikmaken van ecosysteemdiensten, welke ecosysteemdiensten met name belangrijk zijn en wie de gebruikers zijn van ecosysteemdiensten. Gedurende het verdere verloop van het onderzoek zal het nauwe contact met beleidsmakers voortgezet worden.

Dankbetuiging

Deze beleidssamenvatting is tot stand gekomen met bijdragen van Michiel van Eupen, Walter Rossi Cervi, Teun van der Werf, Stan Los, Charlotte van Haren, David Cui, Diti Oudendag, Wil Hennen, Pieter van Oel, Maria Christoforidou en Stijn Reinhard. We bedanken jullie voor jullie inzet. Daarnaast bedanken we Vincent Linderhof, Senior Scientist bij Wageningen Economic Research, voor de grondige review.

5. Bronnen en literatuur

- CBD, 2023. Decision adopted by the conference of the parties to the convention on biological diversity. Convention on Biological Diversity.
- IPBES, 2019. Summary for policymakers of the global assessment report on biodiversity and ecosystem services of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services. Bonn, Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services.
- LNV, 2019. Appreciatie IPBES-rapport en aankondiging interdepartementaal programma Versterken Biodiversiteit, DGNVLG/19223509. Den Haag, Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit.
- Oorschot, M.V., H. Wilting, D. Nijdam, H. Bredenoord en A. Bregman, 2021. Halveren van de Nederlandse voetafdruk: reflectie op een nieuwe ambitie voor het Nederlandse nationale en internationale natuurbeleid. Den Haag, Planbureau voor de Leefomgeving. <https://www.pbl.nl/sites/default/files/downloads/pbl-2021-halveren-van-de-nederlandse-voetafdruk-4270.pdf>
- O'Neill, B.C., E. Kriegler, K.L. Ebi, E. Kemp-Benedict, K. Riahi, D.S. Rothman, B.J. van Ruijven, D.P. van Vuuren, J. Birkman, K. Kok, M. Levy en W. Solecki, 2017. The roads ahead: Narratives for shared socioeconomic pathways describing world futures in the 21st century. *Global environmental change*, 42, 169-180.
- Roebeling, P.C., N. Polman, S. Reinhard, H. Chouchane, W. Rossi-Cervi, D. Oudendag, W. Hennen, W.J. van Zeist, M. van Eupen, S. Los, P. van Oel, M. Christoforidou and T. van der Werf, 2023. Cost-effectively reducing the size and depth of the Dutch consumption footprint: Developing the KOEVOET approach with an application to the case of the sugar sector. Wageningen, Wageningen Economic Research
- Vanham, D., A. Leip, A. Galli, T. Kastner, M. Bruckner, A. Uwizeye, K. van Dijk, E. Ercin, C. Dalin, M. Brandão, S. Bastianoni, K. Fang, A. Leach, A. Chapagain, M. Van der Velde, S. Sala, R. Pant, L. Mancini, F. Monforti-Ferrario, G. Carmona-Garcia en A.Y. Hoekstra, 2019. Environmental footprint family to address local to planetary sustainability and deliver on the SDGs. *Science of the Total Environment*, 693.
- Veronesi, F., S. Hellweg, A. Antón, L.B. Azevedo, A. Chaudhary, N. Cosme, S. Cucurachi., L. de Baan, Y. Dong, P. Fantke, L. Golsteijn, M. Hauschild, R. Heijungs, O. Jolliet, R. Juraske, H. Larsen, A. Laurent, C.L. Mutel, M. Margni, M. Núñez, M. Owsianiak, S. Pfister, T. Ponsioen, P. Preiss, R.K. Rosenbaum, P.O. Roy, S. Sala, Z. Steinmann, R. van Zelm, R. Van Dingenen, M. Viera en M.A.J. Huijbregts, 2020. LC-IMPACT: A regionalized life cycle damage assessment method. *Journal of Industrial Ecology*, 24(6), 1201-1219.

Foto credits: Shutterstock

Contact & informatie

2023-128

Chloë de Vries
chloe.devries@wur.nl
www.wur.nl/economic-research

De missie van Wageningen University & Research is 'To explore the potential of nature to improve the quality of life'. Binnen Wageningen University & Research bundelen Wageningen University en gespecialiseerde onderzoeksinstituten van Stichting Wageningen Research hun krachten om bij te dragen aan de oplossing van belangrijke vragen in het domein van gezonde voeding en leefomgeving. Met ongeveer 30 vestigingen, 7.600 medewerkers (6.700 fte) en 13.100 studenten en ruim 150.000 Leven Lang Leren-deelnemers behoort Wageningen University & Research wereldwijd tot de aansprekende kennisinstellingen binnen haar domein. De integrale benadering van de vraagstukken en de samenwerking tussen verschillende disciplines vormen het hart van de unieke Wageningen aanpak.