



Vlaanderen
is omgeving



Leeft Vlaanderen binnen de grenzen van onze planeet?

▲ Een analyse van de indicatoren voor Vlaanderen in relatie tot de planetaire grenzen

LEEFT VLAANDEREN BINNEN DE GRENZEN VAN ONZE PLANEEET?

Deze studie betreft een verkennende analyse van de verschillende concepten die gedefinieerd zijn voor de planetaire grenzen en mogelijke manieren en rekenmethoden om deze planetaire grenzen te verdelen over verschillende regio's en landen en dus ook voor de bepaling van het Vlaamse aandeel. Naast de informatie die in de literatuur beschikbaar is, werden ook belangrijke inzichten verkregen door de manier van aanpak in andere Europese landen te analyseren. Door toepassing van deze principes voor Vlaanderen (waar mogelijk) laat deze opdracht toe om inzicht te krijgen in de meest relevante aanpak voor Vlaanderen en werden aanbevelingen geformuleerd voor een meer uitgebreide en gedetailleerde analyse in de toekomst.

Dit rapport bevat de mening van externe auteur(s) en niet noodzakelijk die van de Vlaamse overheid.

COLOFON

Verantwoordelijke uitgever

Peter Cabus
Departement Omgeving
Koning Albert II-laan 20 bus 8, 1000 Brussel
www.omgevingvlaanderen.be

Een uitgave van het Departement Omgeving, Vlaams Planbureau voor Omgeving
vpo.omgeving@vlaanderen.be

Auteurs

An Vercalsteren – VITO
Maarten Christis – VITO
Karolien Peeters – VITO
Annick Gommers – KENTER
Katelijne Verhaegen – KENTER
Koen Couderé – KENTER

Publicatiedatum

Januari 2024

Depotnummer

D/2023/3241/457

Wijze van citeren

Vercalsteren, A., Christis, C., Peeters, K., Gommers, A., Verhaegen, K., Couderé, K. (2024). Leeft Vlaanderen binnen de grenzen van onze planeet? Een analyse van de indicatoren voor Vlaanderen in relatie tot de planetaire grenzen. Departement Omgeving, Vlaams Planbureau voor Omgeving.

PARTNERS



INHOUDSTAFEL

Summary	4
Samenvatting	13
1 Inleiding	23
2 Het concept planetaire grenzen en het gebruik op regionaal niveau	24
3 Vlaams beleid gestoeld op de planetaire grenzen?	29
4 Veilige en rechtvaardige gebruiksruijme voor Vlaanderen	32
4.1 Vertaling van planetaire grenzen naar landen / regio's	32
4.2 Berekenen van de veilige en rechtvaardige gebruiksruijme voor Vlaanderen	39
5 Selectie van proxy indicatoren en aanbevelingen voor gebruik en verdere ontwikkeling van indicatoren	46
5.1 Aanpak in andere landen / regio's	46
5.2 Overzicht van beschikbare proxy-indicatoren en controlevariabelen in Vlaanderen	51
5.2.1 Klimaatverandering	53
5.2.2 Verandering in integriteit van de biosfeer	54
5.2.3 Aantasting ozonlaag	57
5.2.4 Verzuring van de oceanen	58
5.2.5 Verstoring biogeochemische kringlopen	58
5.2.6 Landgebruiksverandering	62
5.2.7 Zoetwatergebruik	64
5.2.8 Luchtvervuiling	65
5.2.9 Nieuwe entiteiten	67
5.3 Keuze en aanbevelingen voor gebruik indicatoren	68
5.3.1 Territoriale of voetafdrukindicatoren	68
5.3.2 Welke planetaire grenzen bekijken we op Vlaams niveau	68
5.3.3 Keuze voor indicatoren per planetaire grens	69
6 Leeft Vlaanderen binnen de planetaire grenzen	73
7 Conclusies	79
8 Referenties	83
Annex 1: Landenfiches	85



SUMMARY

The concept that there are limits to human impact on our planet has been developing for decades and is now widely accepted. This principle was the impetus for setting global climate and biodiversity targets and is also used to underpin environmental legislation. It is clear that we face many challenges worldwide, and thus also in Flanders, if we want to preserve the quality of our environment while respecting the carrying capacity of our planet.

The planetary boundaries approach, developed by Rockström et al. (2009) and Steffen et al. (2015), defines nine processes that regulate the stability and resilience of our earth and within which humanity must operate in order to continue to make sustainable use of the planet's resources. These boundaries are shown in Figure 0.1.

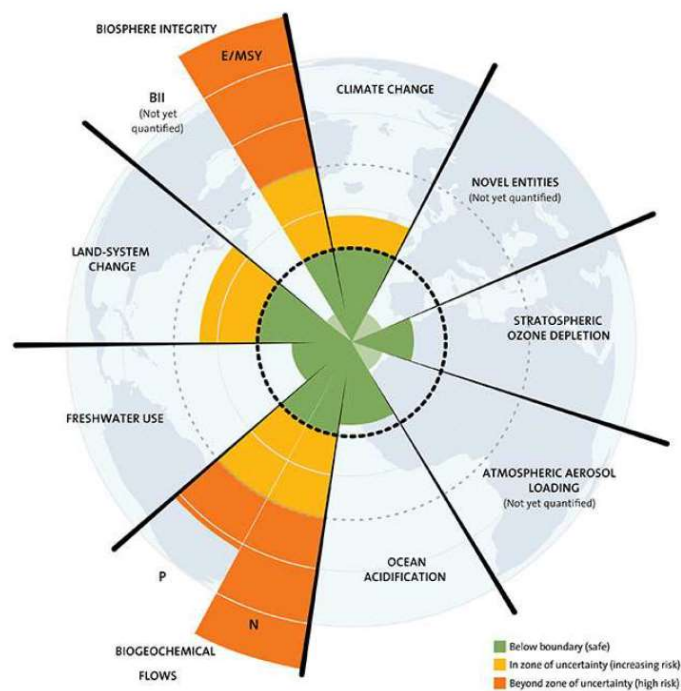


Figure 0.1: Planetary boundaries (Steffen et al., 2015)

Several studies applying this approach show that the Earth is already in the risk zone for a number of planetary boundaries, e.g. climate change, land system change, biogeochemical flows and biosphere integrity.

This study concerns an exploratory analysis that attempts to translate the planetary boundaries approach to Flanders and thus aims to answer the question "Is Flanders living within its share of planetary boundaries?". This exploratory study constitutes a first step towards a more complete and substantiated definition of the 'safe operating space' for Flanders, a more detailed analysis of whether or not Flanders exceeds this safe operating space and its evolution. The recommendations we formulate in this study can lead to a more comprehensive and detailed analysis in the future as well as to the development of additional indicators.

More specific, this study answers the following questions:

- What is the safe operating space available for Flanders?
- Which existing indicators are most appropriate and relevant as proxies for determining whether Flanders is living within its share of planetary boundaries?
- Is Flanders living within its share of planetary boundaries? If not, which boundaries are being exceeded and to what extent?
- What additional data and new indicators would be most relevant to better answer the above question?

Our approach for this study is presented in Figure 0.2.

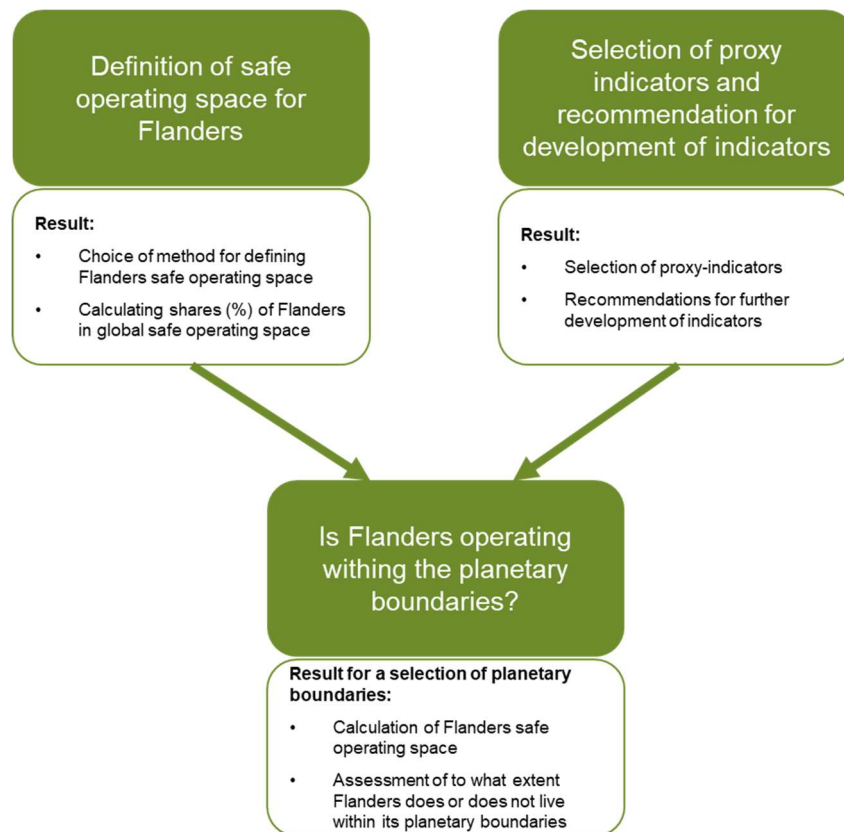


Figure 0.2: Study approach

Defining a safe operating space for Flanders

Applying the concept of planetary boundaries on a subglobal scale, includes the challenge of assigning globally defined limits to a country or region. This is necessary to define the Flemish share of the global safe operating space. Such downscaling of planetary boundaries is inevitably associated with normative choices regarding aspects of fairness, equity, international burden sharing and the right to economic development. As a first step of this exercise, this study examines how other countries and regions allocate planetary boundaries, and then the Flemish share of the global safe operating space is calculated. The approaches taken by Europe (EEA/FOEN, 2020), Sweden (Eriksson, 2022), the Netherlands (Lucas & Wilting, 2018), France (CGDD, 2019) and Germany - North Rhine-Westphalia (Lucht et al., 2021) were examined. This exploratory study chose to apply the allocation principles used by the EMA/FOEN to Flanders. These allocation principles are:

- **Equality:** an equal per capita share of access to resources.
- **Needs:** differentiated needs based on location, family composition and age, among others.

extent of overconsumption in a given region. In turn, the territorial approach is more consistent with current policy and provides more direct opportunities for policy actions. For this study, in consultation with the client, it was decided to look at both perspectives where possible.

Based on data availability (and by analogy with the other regions and countries studied), it was decided not to further include three planetary boundaries in this exploratory study. These are ozone depletion, ocean acidification, and novel entities. A detailed motivation for this is given in section 5.3.2.

Table 0.2 shows for each planetary boundary which control variables or proxy indicators were selected for Flanders in the context of this exploratory study. In addition, the table also shows the source for the Flanders value as well as the source for the planetary boundary value.

Table 0.2: Overview of selected indicators and data sources

Control variabele (C) /Proxy-indicator (P)	Type of indicator	Flemish data source	Reference voor planetary boundary
Climate change			
Carbon Footprint (P)	Footprint	Study for VMM (Vercalsteren et al. 2012 & 2017) Carbon footprint of Flemish consumption (Christis et al., 2024, in preparation)	Sala et al. (2020), defines a boundary to stay below 2°C global warming
Greenhouse gas emissions (P)	Territorial	Statistiek Vlaanderen ¹	
Biosphere integrity			
Biodiversity intactness index (BII) (C)	Territorial	Dataset Newbold et al. (2016)	Steffen et al. (2015)
Biodiversity footprint in potentially disappeared fraction (P)	Footprint / Territorial	Based on study for INBO (Alaerts et al., 2023) (updated value)	EMA/FOEN (2020)
Biogeochemical flows			
Application of P on agricultural land (C)	Territorial	Departement Landbouw en Visserij ²	Steffen et al. (2015)
Loss of P from agriculture (P)	Footprint	Flemish input-output model and Exiobase 3.8.2*	EMA/FOEN (2020)
Application of N on agricultural land (C)	Territorial	Departement Landbouw en Visserij ³	Steffen et al. (2015)
Loss of N from agriculture (P)	Footprint	Flemish input-output model and Exiobase 3.8.2*	EMA/FOEN (2020)
Land system change			
% forest area to potential forest area (C)	Territorial	Landgebruikskaat ⁴ ; Boswijzer ⁵ ; INBO ⁶	Steffen et al. (2015)
Anthropogenic land use area	Footprint	Flemish input-output model and Exiobase 3.8.2*	EMA/FOEN (2020)
Freshwater use			
Maximum use of freshwater (blue) (C)	Territorial	Statistiek Vlaanderen ⁷ , Willems et al. (2021)	Steffen et al. (2015)

¹ <https://www.vlaanderen.be/statistiek-vlaanderen/milieu-en-natuur/broeikasgasemissies>

² <https://landbouwcijfers.vlaanderen.be/landbouw/totale-landbouw/kunstmestgebruik-fosfor>

³ <https://landbouwcijfers.vlaanderen.be/landbouw/totale-landbouw/kunstmestgebruik-stikstof>

⁴ <https://www.vlaanderen.be/datavindplaats/catalogus/landgebruik-vlaanderen-toestand-2019>

⁵ <https://www.vlaanderen.be/datavindplaats/catalogus/digitale-boswijzer-vlaanderen-2021>

⁶ <https://www.vlaanderen.be/inbo/indicatoren/oppervlakte-bos-in-vlaanderen>

⁷ <https://www.vlaanderen.be/statistiek-vlaanderen/milieu-en-natuur/waterverbruik>

Figure 0.6: Flemish proxy-indicators for the planetary boundary **Biogeochemical flows**.

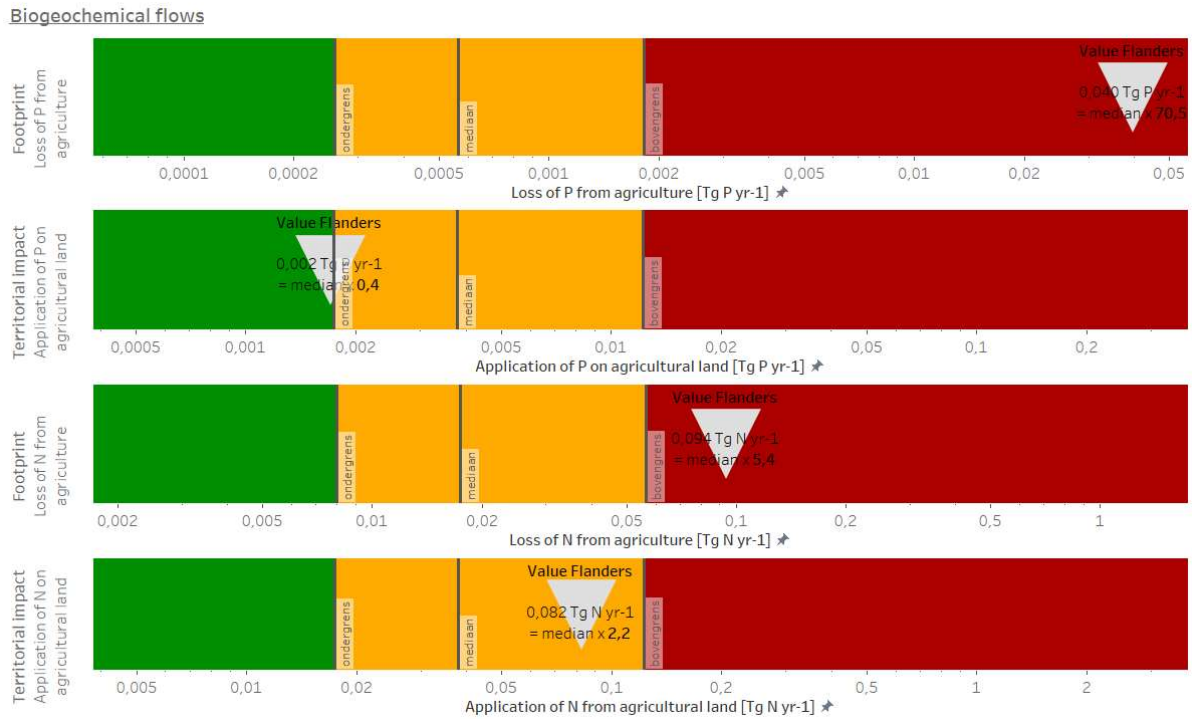


Figure 0.7 shows the results for the planetary boundary **freshwater use**. The Flemish value for this coincides for both indicators according to the footprint perspective (consumption) with the limit value based on the allocation principle equality. However, the territorial impact (production) is in the safe operating space.

Figure 0.7: Flemish proxy-indicators for the planetary boundary **Freshwater use**.

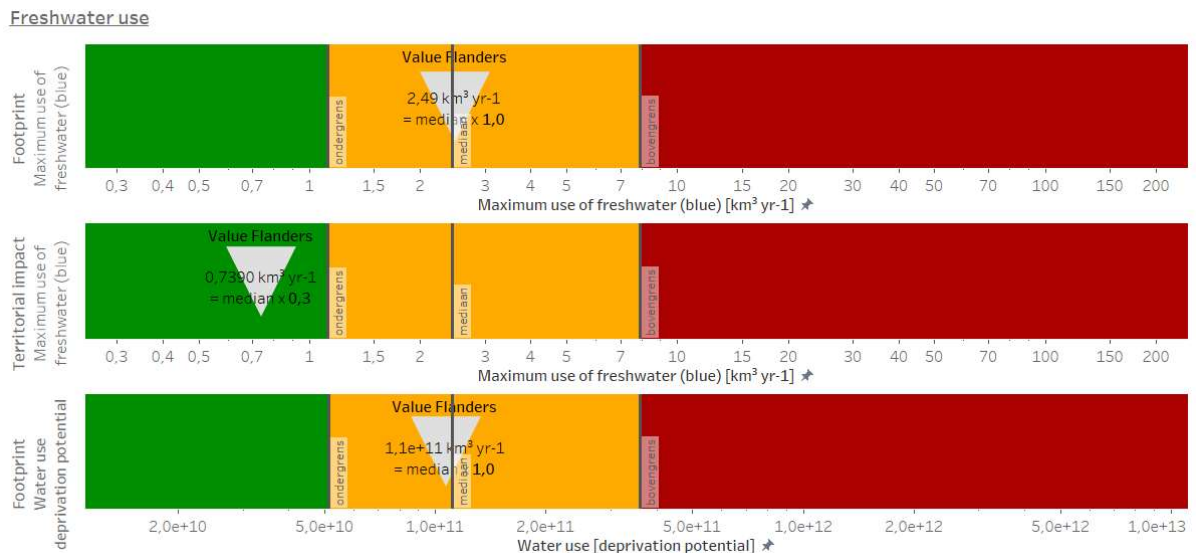


Figure 0.8 shows the results for **air pollution**. The two indicators calculated from the footprint perspective (consumption) for this planetary boundary fall outside the Flemish safe operating space. Both indicators (PM 2,5 only or both PM 2,5, NH₃, SO_x and NO_x) have a Flemish footprint larger than

evolutie hiervan. De aanbevelingen die we in deze studie formuleren, kunnen de basis vormen voor een meer uitgebreide en gedetailleerde analyse in de toekomst alsook voor de eventuele ontwikkeling van bijkomende indicatoren.

Meer concreet beantwoordt deze studie volgende vragen:

- Wat is de veilige gebruikruimte waarover Vlaanderen beschikt?
- Welke bestaande indicatoren zijn het meest geschikt en relevant als proxy om na te gaan of Vlaanderen binnen haar aandeel van de planetaire grenzen leeft?
- Leeft Vlaanderen binnen haar aandeel van de planetaire grenzen? Zo nee, welke grenzen worden overschreden en in welke mate?
- Welke bijkomende data en nieuwe indicatoren zouden meest relevant zijn om bovenstaande vraag beter te kunnen beantwoorden?

Het plan van aanpak voor deze studie wordt in Figuur 0.2 weergegeven.



Figuur 0.2: Plan van aanpak van deze studie

Bepalen van een veilige en rechtvaardige gebruikruimte voor Vlaanderen

Het toepassen van het concept van de planetaire grenzen op een subglobale schaal, omvat de uitdaging van het toewijzen van wereldwijd gedefinieerde limieten aan een regio. Dit is nodig om het Vlaamse aandeel van de globale ‘veilige ruimte’ (*safe operating space*) te definiëren. Een schaal aanpassing van de planetaire grenzen is onvermijdelijk geassocieerd met normatieve keuzes ten aanzien van aspecten van eerlijkheid, billijkheid, internationale lastenverdeling en het recht op economische ontwikkeling. In eerste instantie gaat deze studie na hoe andere landen en regio's de planetaire grenzen alloceren, en vervolgens wordt het Vlaamse aandeel van de globale veilige ruimte berekend. Er werd nagegaan welke aanpak Europa (EMA/FOEN, 2020), Zweden (Eriksson, 2022), Nederland (Lucas & Wilting, 2018), Frankrijk (CGDD, 2019) en Duitsland - Noordrijn-Westfalen (Lucht

Tabel 0.2 vervolg: Overzicht van geselecteerde indicatoren en databronnen

Controlevariabele (C) / Proxy-indicator (P)	Type indicator	Vlaamse databron	Gehanteerde referentie voor planetaire grens
Landgebruiksverandering			
% bosareaal tov potentieel bosareaal (C)	Territoriaal	Landgebruikskaart ¹² ; Boswijzer ¹³ ; INBO ¹⁴	Steffen et al. (2015)
Areaal antropogeen landgebruik	Voetafdruk	Vlaams input-output model en Exiobase 3.8.2*	EMA/FOEN (2020)
Zoetwater gebruik			
Maximum gebruik van zoet (blauw) water (C)	Territoriaal	Statistiek Vlaanderen ¹⁵ , Willems et al. (2021)	Steffen et al. (2015)
	Voetafdruk	Vlaams input-output model en Exiobase 3.8.2*	
Watergebruik (deprivation potential)	Voetafdruk	Vlaams input-output model en Exiobase 3.8.2*	Sala et al. (2020)
Luchtvervuiling			
Fijnstof	Voetafdruk	Vlaams input-output model en Exiobase 3.8.2*	Sala et al. (2020)

*In het kader van deze studie werden enkele extra berekeningen gedaan met behulp van het Vlaams input-output model en Exiobase 3.8.2. Multiregionale milieu input-output modellen (MR EE IO) worden vaak gebruikt voor het berekenen van voetafdrukindicatoren. Meer informatie is te vinden in sectie 2 van deze studie en in Vercauteren A. et al. (2017).

Leeft Vlaanderen binnen de planetaire grenzen?

De combinatie van het berekende Vlaamse aandeel in de veilige ruimte en de geselecteerde proxy-indicatoren laat toe om te bepalen welke planetaire grenzen door Vlaanderen overschreden worden. Binnen deze verkennende opdracht werd deze analyse enkel gedaan voor die planetaire grenzen waarbij data voor het invullen van de proxy-indicatoren voor Vlaanderen al beschikbaar zijn of eenvoudig konden berekend worden.

Gezien het verkennend karakter van deze studie, moeten de resultaten met de nodige omzichtigheid bekeken worden. Zowel de keuze van de allocatieprincipes als de geselecteerde proxy-indicatoren en berekening hiervan kunnen een bepaalde onzekerheid bevatten.

De resultaten worden weergegeven in relatie tot onzekere grenzen van het Vlaamse aandeel van de veilige ruimte. Een vork wordt gehanteerd die deze onzekerheid moet weerspiegelen. De **laagste waarde** van deze vork komt overeen met het allocatieprincipe 'vermogen'. De **hoogste waarde** in de vork komt overeen met het allocatieprincipe 'sovereiniteit'. Bijkomend duiden we een **mediaanwaarde** aan die overeenkomt het allocatieprincipe 'gelijkheid' (i.e. per capita).

Op basis van de waarden voor deze vork, bakenen we drie zones visueel af:

- Een **groene zone** bevindt zich in het gebied onder de laagste waarde (vermogen) en duidt op de veilige gebruiksruimte;
- Een **rode zone** bevindt zich in het gebied boven de hoogste waarde (sovereiniteit) een duidt op een zone buiten de veilige gebruiksruimte;
- Een **gele zone** bevindt zich tussen de laagste en de hoogste waarde van de vork. Het is afhankelijk van het gekozen allocatieprincipe of een waarde al dan niet in de veilige gebruiksruimte zit. Deze zone geeft de onzekerheid van de afbakening van de veilige Vlaamse gebruiksruimte weer.

¹² <https://www.vlaanderen.be/datavindplaats/catalogus/landgebruik-vlaanderen-toestand-2019>

¹³ <https://www.vlaanderen.be/datavindplaats/catalogus/digitale-boswijzer-vlaanderen-2021>

¹⁴ <https://www.vlaanderen.be/inbo/indicatoren/oppervlakte-bos-in-vlaanderen>

¹⁵ <https://www.vlaanderen.be/statistiek-vlaanderen/milieu-en-natuur/waterverbruik>

de uitvoering van deze studie. De studie werkt echter wel verder met de versie van Steffen et al. (2015) zoals overeengekomen met de opdrachtgever bij aanvang. In mei 2023 publiceerde Rockström et al. ook een nieuwe versie van de planetaire grenzen. Zij definiëren in deze publicatie acht 'Safe and Just Earth system boundaries (ESB)'. Waar de eerder gedefinieerde planetaire grenzen de 'veilige' ('safe') biofysische grenzen voor een stabiel ecosysteem afbakenen, wordt er door Rockström et al. (2023) nu ook gekeken naar 'rechtvaardige' grenzen (grenzen voor een rechtvaardige transitie ('just transition')) waarbij blootstelling van mensen aan significante schade als gevolg van planetaire veranderingen geminimaliseerd wordt. Deze 'rechtvaardige' grenzen zijn soms strenger dan de 'veilige' grenzen. Het gebruik van het vernieuwde ESB-concept is momenteel nog beperkt. Voor deze opdracht werd dan ook bij aanvang van de studie besloten om gebruik te maken van de planetaire grenzen zoals gedefinieerd door Steffen et al. (2015).

Steffen et al. (2015) definiëren voor elk van de negen planetaire grenzen één of meerdere **controlevariabelen**. Voor elk van de controlevariabelen werd de planetaire grens en het onzekerheidsinterval vastgelegd, alsook de huidige (2015) waarde van de controlevariabele. Een controlevariabele kan globaal van aard zijn of regionaal. Een regionale variabele houdt rekening met heterogeniteit op regionaal niveau. Tabel 1 geeft bij wijze van voorbeeld de planetaire grenzen 'klimaatverandering' en 'biogeochemische fosfor kringloop' weer. Voor deze laatste bestaat er zowel een globale als regionale controlevariabele.

Tabel 1: Voorbeeld van planetaire grenzen 'klimaatverandering' en 'biogeochemische fosfor kringloop' (Steffen et al., 2015)

Planetaire grenzen	Controlevariabele	Planetaire grens (onzekerheidsinterval)	Huidige waarde van de controlevariabele
Klimaatverandering	CO ₂ concentratie in atmosfeer (ppm CO ₂)	350 ppm CO ₂ (350-450 ppm)	398.5 ppm CO ₂
	Onbalans in energie in top van de atmosfeer (W/m ²)	+1,0 W/m ² (+1.0-1.5 W/m ²)	2,3 W/m ² (1,1-3,3 W/m ²)
Biogeochemische kringlopen – fosfor	P flow van zoetwatersystemen in de oceaan	11 Tg P yr ⁻¹	~22 Tg P yr ⁻¹
	P flow van meststoffen naar erodeerbare bodems (regionale variabele)	6,2 Tg P yr ⁻¹ ontgonnen en toegepast op erodeerbare (landbouw) bodems	~14 Tg P yr ⁻¹

Deze planetaire grenzen zijn globale grenzen of limieten. Ze werden voorgesteld door de wetenschap en zijn geen globaal overeengekomen politieke doelstellingen. Om de vraag 'Leeft Vlaanderen binnen de grenzen van onze planeet' te beantwoorden moeten verschillende stappen worden gezet. In een eerste stap moet bekeken worden welk aandeel van de planetaire grenzen aan Vlaanderen toegekend moet/kan worden. Er zijn verschillende **verdeelsleutels** mogelijk. Deze worden besproken in hoofdstuk 4.

In een tweede stap moet ook de huidige waarde van de controlevariabelen voor Vlaanderen bepaald worden. Hiertoe wordt eerst en vooral bepaald welke controlevariabelen meegenomen kunnen worden voor Vlaanderen en of er planetaire grenzen hiervoor beschikbaar zijn (hoofdstuk 5). Dit hangt enerzijds af van de relevantie van de variabelen voor Vlaanderen, maar anderzijds ook van de beschikbaarheid van data. Enkele landen en regio's deden eerder al deze oefening en maken uiteindelijk gebruik van proxy-indicatoren.

De proxy-indicatoren kunnen berekend worden als 'voetafdruk' of als 'territoriale impact'. Er zijn grote verschillen tussen beide benaderingen. **Voetafdrukindicatoren** vertrekken vanuit een consumptieperspectief en de gebruikte modellen maken de connectie tussen deze consumptie en de impacts van de hieraan gelinkte globaal verspreide productienetwerken. Deze voetafdrukindicator

Ook hier moet gezegd worden dat beide benaderingen voor- en nadelen hebben:

- Onzekerheid over een grens kan aanleiding zijn om geen actie te ondernemen. Onzekerheid kan het nemen van beleidsbeslissingen vertragen.
- Ook wanneer scherpe doelen worden gesteld kan dit leiden tot vertraging. Het kan immers voorkomen dat dan zeer lang over deze doelen gediscussieerd zal worden en men het niet eens geraakt, zodat men ook niet toekomt aan het ondernemen van actie. Men wil immers niet 'afgerekend' worden op het niet behalen van een bepaald doel of norm.

De grenzen zouden met andere woorden vooral een richting moeten aangeven waarin we moeten evolveren. Dit is belangrijker dan te discussiëren over het al dan niet overschrijden van een bepaalde grens. Als er dan op regelmatige tijdstippen wordt gemonitord (*Waar staan we nu?*), en op basis daarvan beleid (en eventueel ook grenzen) bijgesteld kunnen worden, kan dit het draagvlak voor de grenzen vergroten.

Europa

EMA/FOEN hanteerde vijf verschillende allocatieprincipes voor het herleiden van de planetaire grenzen naar grenzen voor Europa. Deze allocatieprincipes zijn:

- **Gelijkheid:** een gelijk aandeel per capita in de toegang tot hulpbronnen.
- **Behoeften:** gedifferentieerde behoeften op basis van o.a. locatie, gezinssamenstelling en leeftijd.
- **Recht op ontwikkeling:** het uitgangspunt is een convergentie op lange termijn naar een vergelijkbare welvaart per capita.
- **Soevereiniteit:** landen worden bestuurd op basis van nationaal beleid en hebben wettelijk recht op het gebruik van hun eigen grondgebied naar eigen goeddunken.
- **Vermogen:** landen hebben verschillende niveaus van economische welvaart. Landen met hogere financiële middelen kunnen proportioneel meer bijdragen aan de mitigatie-inspanningen of minder gebruik maken van de middelen dan hun toegewezen is, aangezien hun vermogen om te betalen hoger is.

Voor elk van deze vijf allocatieprincipes zijn door het EMA/FOEN meerdere berekeningsmethoden opgesteld. Zo wordt een breed scala aan perspectieven meegenomen in de berekening van de verschillende aandelen en worden verschillende normatieve keuzes effectief weergegeven. De allocatieprincipes en rekenmethoden zijn één voor één beschouwd in de studie door EMA/FOEN. Na de analyse zijn op basis van de vijf allocatieprincipes in totaal 13 rekenmethoden geselecteerd, waarvan sommigen meerdere scenario's omvatten. Een overzicht van de allocatieprincipes, de rekenmethoden en de allocatiesleutels wordt weergegeven in Tabel 2.

landen reeds een groter aandeel van de gebruiksruimte innamen, dat deze landen in de toekomst ook een groot aandeel mogen claimen.

4.2 BEREKENEN VAN DE VEILIGE EN RECHTVAARDIGE GEBRUIKS- RUIMTE VOOR VLAANDEREN

Dit hoofdstuk beschrijft wat een veilige en rechtvaardige ‘ruimte’ voor Vlaanderen kan zijn, en hoe deze wordt gekwantificeerd. Hierbij werden de door EMA/FOEN gehanteerde allocatieprincipes en bijhorende rekenmethoden (*allocation principles*) toegepast op Vlaanderen.

We beslisten om geen van de allocatieprincipes weg te laten, maar zeker goed te communiceren wat het betekent als één van de principes en berekeningsmethoden wordt gekozen.

Rekenmethoden 1, 2, 3 en 8 (zie Tabel 3) kunnen rechtstreeks op Vlaanderen worden toegepast, mits mogelijks een aanpassing van de scenario’s. De gebruikte databronnen in de studie van het EMA/FOEN rapporteren enkel nationale cijfers. Bijvoorbeeld, rekenmethode 2 vereist data over de projectie van de populatie tot 2050 en 2100. Echter rapporteert Statbel bevolkingsvooruitzichten per gewest beperkt tot en met 2071. Belgische vooruitzichten zijn wel beschikbaar in de vermelde ‘*World population prospects*’ van de UN. De methode kan dus toegepast worden op België. Vervolgens dient op basis van een andere allocatiesleutel (bijv. aandeel in populatie) een Vlaams aandeel te worden bepaald. Echter kiezen we in rekenmethode 2 om de scenario’s aan te passen, en de projectie te beperken tot 2071. Dit laat toe om Vlaamse data te gebruiken.

De andere rekenmethoden worden berekend op basis van Belgische data en vervolgens doorvertaald naar Vlaanderen. Een Vlaams equivalent is niet voor elke allocatiesleutel voorhanden. De gehanteerde oplossing is hier om het Belgische aandeel te berekenen en vervolgens het Vlaamse aandeel te bepalen, op basis van het aandeel in populatie. De resultaten worden per rekenmethode, samen met de aannames en achtergronddata weergegeven in Tabel 7 tot en met Tabel 19. Tabel 20 bevat een samenvatting van de resultaten.

Tabel 7: Rekenmethode 1: gelijk aandeel per capita

Allocatie principe A: gelijkheid – rekenmethode 1: gelijk aandeel per capita					
Allocatiesleutel	Alle inwoners op aarde worden verondersteld een gelijk aandeel in het gebruik van hulpbronnen in één specifiek jaar. De verdeelsleutel is op basis van de totale (wereld) populatie.				
Functie	Het Vlaams aandeel is gelijk aan het aandeel van de Vlaamse populatie in de wereldpopulatie.				
Eenheid	Personen				
Bron	Globale data: World population prospects 2022, UN Population Division, World Population Prospects - Population Division - United Nations ²⁰ , (geraadpleegd op 06/09/2023) Vlaamse data: StatBel, Structuur van de bevolking, Evolutie van de bevolking sinds 1831 – België en gewesten (geraadpleegd op 06/09/2023)				
Scenario’s	Berekeningen voor de jaren 1991, 2000, 2010, 2020 en 2023				
Resultaat	Aantal berekeningen	Minimum Vlaams aandeel	Gemiddelde Vlaams aandeel	Mediaan Vlaams aandeel	Maximum Vlaams aandeel
	5	0,084%	0,092%	0,089%	0,107%

²⁰ <https://population.un.org/wpp/>

Tabel 11: rekenmethode 5: voeding

Allocatie principe B: behoeften – rekenmethode 5: voeding					
Allocatiesleutel	Het berekenen van de indicator 'voeding' is gebaseerd op de multidimensionale maatstaf 'Food Nutrient Adequacy'. Deze is de gemiddelde score (genormaliseerde schaal 0-100) van zes voedingsindicatoren: Shannon Diversity of Food Supply, Non-Staple Food Energy, Modified Functional Attribute Diversity, Population Share with Adequate Nutrients, Nutrient Balance Score en Disqualifying Nutrient Score. Hoe hoger de indicator, hoe adequater de voeding is. De rekenmethode gebruikt de maatstaf 'afstand tot de theoretisch maximale score'. Dit wil zeggen dat landen met de minst adequate voeding, een hogere toekenning van middelen krijgen.				
Functie	Het aandeel van de wereldbevolking ten opzichte van de afstand tot de theoretisch maximale score van 100. (2011-data).				
Eenheid	Score van 0-100				
Bron	Globale data: Chaudhary, A., Gustafson, D. & Mathys, A. Multi-indicator sustainability assessment of global food systems. <i>Nat Commun</i> 9, 848 (2018). https://doi.org/10.1038/s41467-018-03308-7 Vlaamse data: Niet beschikbaar. Eigen berekening op basis van de dataset van Chaudhary et al. (2018) voor België. Vervolgens is het Vlaams aandeel berekend op basis van het inwonersaandeel van Vlaanderen binnen België.				
Scenario's	1 scenario				
Resultaat	Aantal berekeningen	Minimum Vlaams aandeel	Gemiddelde Vlaams aandeel	Mediaan Vlaams aandeel	Maximum Vlaams aandeel
	1		0,078%		

Tabel 12: rekenmethode 6: armoedegrens

Allocatie principe C: recht op ontwikkeling – rekenmethode 6: armoedegrens					
Allocatiesleutel	Het recht op ontwikkeling houdt het idee in dat mensen die minder verdienen dan het minimum daginkomen toch mogen blijven uitstoten in die mate dat hun verdere ontwikkeling mogelijk is. Personen boven de drempelwaarde moeten convergeren naar een evenwichtsniveau.				
Functie	De toewijzing aan landen is gebaseerd op het aandeel in de bevolking dat maximaal 6,85 dollar (2017 PPP) per dag verdient. De berekening in scenario 1 wijkt af van de EMA/FOEN berekeningsmethode, omdat hier geen correctie werd gedaan voor extreme waarde, noch werd een logaritmische schaal gebruikt. Scenario 2 komt wel overeen met de beschrijving van deze rekenmethode in bijlage van het EMA/FOEN rapport.				
Eenheid	Aandeel in de bevolking				
Bron	Globale data: World Bank, World Development Indicators. Opgevraagd via https://data.worldbank.org/indicator/SI.POV.UMIC op 12/09/2023. Vlaamse data: Niet beschikbaar. Eigen berekening op basis van de bovengenoemde globale dataset voor België. Vervolgens is het Vlaams aandeel berekend op basis van het inwonersaandeel van Vlaanderen binnen België.				
Scenario's	Scenario 1: ruwe data Scenario 2: logaritmische schaal				
Resultaat	Aantal berekeningen	Minimum Vlaams aandeel	Gemiddelde Vlaams aandeel	Mediaan Vlaams aandeel	Maximum Vlaams aandeel
	2	0,001%	0,043%	0,043%	0,086%

Tabel 13: rekenmethode 7: ontwikkelingsniveau

Allocatie principe C: recht op ontwikkeling – rekenmethode 7: ontwikkelingsniveau	
Allocatiesleutel	De Human Development Index (HDI) is een samengestelde indicator en houdt rekening met de levensverwachting, het onderwijs en het inkomen. Hoe hoger de index, hoe groter het ontwikkelingsniveau van het land. Daarom wordt in deze rekenmethode gewerkt met de inverse waarde van de index, omdat landen met een lager ontwikkelingsniveau verondersteld worden in grotere mate gebruik te mogen maken van middelen.
Functie	De inverse van de HDI-index wordt gebruikt op het aandeel in de wereldbevolking te wegen.
Eenheid	Geen dimensie
Bron	Globale data: United Nations Development Programme, Human Development Index. Opgevraagd via https://hdr.undp.org/data-center/human-development-index#/indicies/HDI op 13/09/2023. Vlaamse data: Niet beschikbaar. Eigen berekening op basis van de bovengenoemde globale dataset voor België. Vervolgens is het Vlaams aandeel berekend op basis van het inwonersaandeel van Vlaanderen binnen België.
Scenario's	Scenario 1: afstand tot het theoretisch maximum van de index (=1).

Tabel 19: rekenmethode 13: cumulatief inkomen

Allocatie principe E: vermogen – rekenmethode 13: cumulatief inkomen					
Allocatiesleutel	Identiek aan rekenmethode 12, maar nu over een tijdsperiode 1950-2021.				
Functie	Zie methode 12				
Eenheid	Zie methode 12				
Bron	Zie methode 12				
Scenario's	Enkel scenario 1 kon worden herbekeken voor België deze tijdsperiode.				
Resultaat	Aantal berekeningen	Minimum Vlaams aandeel	Gemiddelde Vlaams aandeel	Mediaan Vlaams aandeel	Maximum Vlaams aandeel
	1		0,064%		

Tabel 20: overzicht van de resultaten per allocatieprincipe

Overzicht van de resultaten per allocatieprincipe	
Gelijkheid	Mediaan van het Vlaamse aandeel: 0,061% (uit 15 berekeningen variërend tussen 0,030% en 0,107%)
Behoeften	Mediaan van het Vlaamse aandeel: 0,078% (uit 4 berekeningen variërend tussen 0,040% en 0,091%)
Recht op ontwikkeling	Mediaan van het Vlaamse aandeel: 0,038% (uit 4 berekeningen variërend tussen 0,001% en 0,086%)
Soevereiniteit	Mediaan van het Vlaamse aandeel: 0,197% (uit 18 berekeningen variërend tussen 0,010% en 0,330%)
Vermogen	Mediaan van het Vlaamse aandeel: 0,028% (uit 4 berekeningen variërend tussen 0,012% en 0,064%)

Het allocatieprincipe **gelijkheid** gaat ervan uit dat iedere persoon gelijke rechten heeft op het gebruik van middelen en hulpbronnen. Het principe kan worden geïnterpreteerd op basis van een specifiek jaar of over een bepaalde tijdsperiode. Op basis van de cijfers van Statistiek Vlaanderen had Vlaanderen 6.774.807 inwoners op 1 januari 2023. Op dezelfde datum rapporteert Eurostat²² een populatie van 448.387.872 inwoners voor de EU27. De wereldwijde populatie bedraagt dan 8.045.311.448²³. Het aandeel van Vlaanderen in de EU27-populatie bedraagt 1,511%; het aandeel van Vlaanderen in de wereldpopulatie bedraagt 0,084 %. Deze berekening sluit aan bij één van de scenario's uit rekenmethode 1 (allocatieprincipe A: gelijkheid). De andere scenario's binnen rekenmethode 1 gaan uit van oudere data (1991, 2000, 2010 en 2020). Op deze jaartallen zien we een daling in het Vlaamse aandeel in de wereldbevolking, dalend van 0,107% in 1991 tot 0,084 % in 2023. Hoewel de Vlaamse bevolkingsaantallen toenemen, is de toename kleiner dan de toename in de wereldbevolking. Indien hierbij ook bevolkingsprojecties worden opgenomen (rekenmethode 2) zien we een variërend (verschillende scenario's) Vlaams aandeel tussen 0,030 % en 0,086 %. De mediaanwaarde volgend uit de vijftien rekenmethoden is **0,061 %**.

Het allocatieprincipe **behoeften** wordt bepaald aan de hand van drie rekenmethoden. Een eerste sluit aan bij de rekenmethode op basis van een gelijk aandeel per capita, maar met het verschil dat kinderen een wegingsfactor van 0,3 krijgen toegepast. Dit omdat kinderen minder financiële middelen hebben. Een tweede rekenmethode houdt rekening met de huidige mogelijkheden tot interacties en tot het invullen van behoeften. Als proxy-indicator wordt hier de afstand tot een stad gebruikt. De redenering houdt in dat hoe verder je van een stad woont, hoe groter jouw aandeel mag zijn in het gebruik van hulpbronnen. Als laatste wordt gekeken naar de toegang tot adequate voeding, via de Food Nutrition Adequacy indicator. Hoe lager jouw toegang, hoe groter jouw aandeel mag zijn in het gebruik van hulpbronnen. De mediaanwaarde voor de vier berekeningen komt uit op **0,078 %**.

Het allocatieprincipe **recht op ontwikkeling** hanteert als uitgangspunt een convergentie op lange termijn naar een vergelijkbare welvaart voor iedereen. In de onderliggende rekenmethode wordt gekeken naar de armoedegrens en naar de Human Development Indicator. Landen/regio's met een

²² Eurostat, Population on 1 January, TPS0001, last update 13/07/2023.

²³ UN Population Division, World Population Prospects 2022.

grenzen (klimaatverandering, verandering in integriteit van de biosfeer, verstoring biogeochemische kringlopen, landgebruiksverandering, zoetwatergebruik) omwille van databeschikbaarheid.

Voor Noordrijn-Westfalen werd (voor de regio) ingezoomd op de grenzen die op het globale niveau reeds werden overschreden. Als voor NRW een nieuw onderzoek zou worden opgezet, zou men ervoor kiezen om alle grenzen mee te nemen in het onderzoek.

Daarnaast wordt ook aangegeven dat sommige problematieken die gevat worden door de planetaire grenzen eigenlijk eerder lokale (en minder globale) problematieken zijn: bv. biodiversiteit, zoetwatergebruik. In de voetafdrukmethode probeert men wel rekening te houden met de ernst van de gevolgen afhankelijk van waar de impact zich voordoet.

Tabel 21: Overzicht grenzen waarvoor proxy-indicatoren werden geselecteerd en berekend in de EU en de verschillende bestudeerde landen regio's

	EU	Zweden	Nederland	Frankrijk	Noordrhein-Westfalen
Klimaatverandering			X	X	X
Verandering in integriteit van de biosfeer	X (case studie Zwitserland)		X	X	X
Aantasting ozonlaag				X	
Verzuring van de oceanen				X	
Verstoring biogeochemische kringlopen	X	X	X	X	X (enkel N)
Landgebruiksverandering	X	X	X	X	X
Zoetwatergebruik	X	X		X	
Luchtvervuiling				X	
Nieuwe entiteiten				X	

In Tabel 22 geven we een overzicht van de proxy-indicatoren die gehanteerd werden in de bestudeerde landen/regio's voor elk van de grenzen.

Tabel 22: Gehanteerde proxy-indicatoren in elk van de bestudeerde landen / regio's

	EU	Zweden	Nederland	Frankrijk	Noordrijn-Westfalen
Klimaatverandering			CO ₂ -emissies (ton CO ₂)	CO ₂ -emissies (ton CO ₂)	Broeikasgas-emissies (ton CO ₂ -eq.) Aandeel hernieuwbare energie in bruto elektriciteitsverbruik (%)
Verandering in integriteit van de biosfeer	Potentieel voor soortenverlies als gevolg van specifieke landgebruiksvormen		Mean Species Abundance (MSA), i.e. gemiddelde populatie omvang van inheemse soorten ten opzichte van hun populatieomvang in een ongestoorde situatie (%)	Aandeel soorten van Rode Lijst die uitgestorven zijn of met uitsterven bedreigd (%)	Aandeel waterlopen dat zich in een goede toestand bevindt (%) BII (%)
Aantasting ozonlaag				Productie en gebruik ozonafbrekende stoffen (ton)	

5.2.1 Klimaatverandering

Voor 'Klimaatverandering' definieert Steffen et al. (2015) de volgende controlevariabelen: 'atmospheric CO₂ concentration' en 'energy imbalance at top-of-atmosphere'. Verschillende landen en bronnen gebruiken (andere) proxy-indicatoren. Deze worden weergegeven in Tabel 23.

Tabel 23: Overzicht van controlevariabelen en proxy-indicatoren uit de literatuur voor klimaatverandering met hun planetaire grens

Controlevariabele/Proxy-indicator	Planetaire grens	Referentie of methode voor berekening planetaire grens	Opmerking
Atmosferische CO₂ concentratie	350 ppm CO ₂	Steffen et al. 2015	Deze waarde komt overeen met een doelstelling om onder de 1°C te blijven (Hansen et al. (2013), geciteerd door Dao et al. (2015)).
Energie onbalans aan de top van de atmosfeer	+1,0 W m ⁻²	Steffen et al. 2015	"
Cumulatieve CO₂ emissies (budget over time)	400 Gt CO ₂ (2015 budget)	Nederland (Lucas & Wilting, 2018)	Proxy-indicator gebruikt door Nederland gebaseerd op het koolstof budget, zijnde de maximale hoeveelheid CO ₂ emissies die nog uitgestoten kunnen worden wereldwijd om onder de grens van 1,5°C opwarming te blijven (vanaf 2015).
Cumulatieve CO₂-emissies ('budget over time')	840 Gt CO ₂ (2015 budget)	Nederland (Lucas & Wilting, 2018)	Voor < 2°C opwarming is de globale grens 840 Gton CO ₂ (590 – 1240) (vanaf 2015)
CO₂ emissie budget	294 Gt CO ₂ (2021 budget)	NRW (Duitsland) (Lucht et al., 2021)	Budget beschikbaar in 2021 om onder 1,5°C limiet te blijven
CO₂ emissie budget	1.300-2.300 Gt CO ₂ (periode 2017-2100)	Frankrijk (CGDD, 2019)	Bron is IPCC: De Franse emissiecijfers worden vergeleken met de van IPCC (2018) afgeleide waarde van 1,6 à 2,8 ton CO ₂ per inwoner en per jaar (uitgaande van wereldbevolking van 11 miljard in 2100 en gelijke verdeling). Er wordt vastgesteld dat die waarde overschreden wordt. Budget om onder 2°C te blijven
Jaarlijkse broeikasgas emissies	15,5 Gt CO ₂ eq jaarlijkse emissies totdat het budget is opgebruikt in 2100, dus over 85 jaar.	Zwitserland (Dao et al., 2015)	1.315,6 Gt CO ₂ eq (2015 budget, 2°C limiet), of 15,5 Gt CO ₂ eq/jaar bij gelijke verdeling over de jaren 2015 – 2100.
Klimaatverandering	6,81 Gt CO ₂ eq. per jaar (waarde voor 2010)	Sala et al. (2020) overgenomen van Bjorn and Hauschild (2015)	Waarde om onder de 2°C limiet te blijven. Berekend met behulp van IPCC 2013 karakterisatiefactoren
Hernieuwbare energie, aandeel van het bruto elektriciteitsverbruik	Geen planetaire grens, wel een doelstelling	NRW (Duitsland) (Lucht et al., 2021)	Doelstelling om een bepaald aandeel van de elektriciteitsproductie uit hernieuwbare energie te halen.

De koolstofvoetafdruk van Vlaamse consumptie is berekend in opdracht van de Vlaamse Milieumaatschappij (VMM) voor de datajaren 2003, 2007, 2010 en de periode 2010-2016 (Vercalsteren et al., 2012 en 2017). In opdracht van Departement Omgeving voert VITO momenteel een update van deze indicator uit voor de periode 2015-2019. De indicator meet de hoeveelheid broeikasgassen (globale broeikasgasuitstoot) die veroorzaakt wordt door de verschillende binnenlandse consumptieactiviteiten. Deze voetafdrukindicator wijkt sterk af van de territoriale emissies. Veel van de geconsumeerde goederen en diensten hebben namelijk lange productieketens die minstens gedeeltelijk buiten Vlaanderen gesitueerd zijn, en zorgen bijgevolg ook voor broeikasgasemissies buiten onze grenzen. Andersom zijn een deel van de territoriale emissies gekoppeld aan de productie van goederen en diensten die geëxporteerd worden. Op de website van Statistiek Vlaanderen³⁵ zijn data ter beschikking voor territoriale emissies voor de jaartallen 1990, 1995 en jaarlijks vanaf 2000 tot en met 2021. Tabel 24 geeft een overzicht van de verschillende databronnen die in Vlaanderen beschikbaar zijn met een link naar klimaatverandering.

Tabel 24: Overzicht van de verschillende databronnen beschikbaar in Vlaanderen met een link naar klimaatverandering

Controlevariabele/Proxy-indicator	Type indicator	Vlaamse databron	Vlaamse waarde	Planetaire grens beschikbaar?	Opmerkingen
Koolstof voetafdruk	Voetafdruk	Studie voor VMM (Vercalsteren et al. 2012 & 2017) Koolstofvoetafdruk van Vlaamse consumptie (Christis et al., 2024, in voorbereiding)	96,7 Mton CO ₂ eq. in 2019	Ja, in meerdere bronnen	Planetaire grens beschikbaar in Zwitserse studie (Dao et al., 2015) en Sala et al. (2020)
Broeikasgasemissies	Territorial	Statistiek Vlaanderen ³⁵	77,1 Mton CO ₂ eq in 2019	Ja, in meerdere bronnen	idem

5.2.2 Verandering in integriteit van de biosfeer

Voor ‘Verlies van biodiversiteit’ definieert Steffen et al. (2015) de volgende controlevariabelen: ‘*extinction rate*’ en ‘*Biodiversity Intactness Index*’. In de publicatie wordt vermeld dat het gaat om tussentijdse controlevariabelen, in afwachting van de ontwikkeling van meer geschikte controlevariabelen³⁶. BII dient ingeschat te worden per bioom, groot marien ecosysteem of grote functionale groep. Het is een regionale controlevariabele. Verschillende landen gebruiken andere proxy-indicatoren. Deze worden weergegeven in Tabel 25.

³⁵ <https://www.vlaanderen.be/statistiek-vlaanderen/milieu-en-natuur/broeikasgasemissies>

³⁶ In de meest recente publicatie van september 2023 wordt ‘biodiversity intactness ratio’ vervangen door ‘functional integrity: measured as energy available to ecosystems (NPP) (% HANPP)

Zwitserland. Deze indicator wordt omwille van het onzekere karakter in de EMA/FOEN studie niet op dezelfde manier behandeld als de vier andere indicatoren, die wel telkens voor Europa berekend worden.

Frankrijk (CGDD, 2019) definieert een proxy-indicator aan de hand van de Rode Lijst soorten, deze informatie is ook voor Vlaanderen ter beschikking.

In NRW Duitsland berekende men de waarde van de controlevariabele '*Biodiversity Intactness Index (BII)*' voor NRW op basis van een dataset van Newbold et al. (2016). Deze dataset bevat ook een waarde voor Vlaanderen.

Verder gebruikt INBO verschillende indicatoren om te rapporteren over de status van natuur en biodiversiteit in Vlaanderen (Schneiders, 2021): '*endangered species in Flanders*', '*changes in Flora*', '*habitats directive habitats and species*', '*share with nature protection status*', '*nature management*', '*land use change*', '*fragmentation*', '*pollution*', '*eutrophication and acidification*', '*dessication*', '*invasive alien species*', '*climate change*'. De tabel hieronder bevat de indicator 'uitstervingsnelheid rode lijst soorten', een deelaspect van '*endangered species in Flanders*'. Hiervoor zijn ook data ter beschikking op de website van Statistiek Vlaanderen. Bovendien zouden ook nog enkele van de door INBO gerapporteerde indicatoren (vermesting en verzuring, klimaatverandering) berekend kunnen worden als voetafdrukindicatoren met behulp van de methode van Sala et al. (2020). Een overzicht wordt weergegeven in Tabel 26.

Tabel 26: Overzicht van de verschillende databronnen beschikbaar in Vlaanderen met een link naar biodiversiteit

Controlevariabele/Proxy-indicator	Type indicator	Vlaamse databron	Vlaamse waarde	Planetaire grens beschikbaar?	Opmerkingen
Biodiversiteitsvoetafdruk	Voetafdruk/territorial	Op basis van de studie voor INBO (Alaerts et al., 2023) (geüpdatet cijfer)	1,62 10 ⁻⁴ PDF in 2019 (voetafdruk) 1,64 10 ⁻⁶ PDF in 2019 (territorial)	Ja, in EMA/FOEN, echter niet als absolute waarde maar als per capita waarde	Deze samengestelde indicator omvat biomassagebruik, het bijhorend landgebruik en potentiële verlies aan soorten, het risico op ontbossing en drainage van venen in de (sub)tropen
Uitstervingsnelheid rode lijst soorten	Territorial	INBO, via Statistiek Vlaanderen	7% van de rode lijst soorten of 0,061% per jaar	Nee, enkel over totaal aantal soorten (dus niet beperkt tot rode lijst soorten): 0,001%/jaar	Cfr benadering Frankrijk De planetaire grens is < 10 soorten sterven uit per miljoen soorten per jaar (Steffen et al. 2015). Er is echter enkel geweten wat het percentage aan rode lijst soorten is dat uitgestorven is over de voorbije eeuw. Dit is 224 van 3.671 soorten over 100 jaar of 0,061% per jaar.
'Biodiversity intactness index (BII)'	Territorial	Dataset Newbold et al. (2016)	80-90% (waarde voor 2005)	Ja, in Steffen et al. (2015)	fr. benadering NRW Duitsland. BII afgelezen voor Vlaanderen van globale map gepubliceerd in Newbold et al. (2016).

5.2.3 Aantasting ozonlaag

Voor ‘Aantasting ozonlaag’ definieert Steffen et al. (2015) de controlevariabele: ‘*Stratospheric O₃ concentration*’. Deze planetaire grens wordt enkel bestudeerd door Frankrijk, de andere landen behandelen deze grens niet. Een overzicht van de indicatoren beschikbaar in de literatuur wordt weergegeven in Tabel 27.

Tabel 27: Overzicht van controlevariabelen en proxy-indicatoren uit de literatuur voor aantasting ozonlaag met hun planetaire grens

Controlevariabele/Proxy-indicator	Planetaire grens	Referentie of methode voor berekening planetaire grens	Opmerking
O₃ concentratie in stratosfeer	<5% reductie tov pre-industrieel niveau (290 DU)	Steffen et al. (2015)	Dit wordt bekeken per breedtegraad en de drempel wordt enkel overschreden boven Antarctica
Productie van stoffen die onder Protocol van Montréal vallen	Volledige uitfasering (doelstelling, geen planetaire grens)	Frankrijk (CGDD, 2019)	
Emissie van koelvloeistoffen	“	Frankrijk (CGDD, 2019)	

Frankrijk (CGDD, 2019) verwijst naar het Montréal Protocol gemaakt en koppelt hier een doelstelling aan vast, namelijk de volledige uitfasering van alle stoffen die onder dit Protocol vallen. Er wordt echter in deze studie geen vertaling gemaakt naar een ‘veilige gebruiksruimte’.

Er is ook een *Environmental Footprint* indicator genaamd ‘*ozone layer depletion*’. Het is echter niet mogelijk om deze indicator voor Vlaanderen te berekenen met het Vlaams input-output model.

Tabel 28: Overzicht van de verschillende databronnen beschikbaar in Vlaanderen met een link naar aantasting ozonlaag

Controlevariabele/Proxy-indicator	Type indicator	Vlaamse databron	Vlaamse waarde	Planetaire grens beschikbaar?	Opmerkingen
Productie en gebruik van ozonafbrekende stoffen	Territorial	Gegevens voor België kunnen teruggevonden worden op de website van het ‘ozonsecretariaat’ van het <i>UN Environment Programme</i> ³⁸ .	/	Nee	Cfr aanpak Frankrijk, dat een volledige uitfasering van alle stoffen die onder het Montréal Protocol vallen vooropstelt

³⁸ <https://ozone.unep.org/countries>

5.2.4 Verzuring van de oceanen

Voor ‘Verzuring van de oceanen’ definieert Steffen et al. (2015) de controlevariabele: ‘*Carbonate ion concentration*’. Er is een sterke link tussen verzuring van de oceanen en klimaatverandering. Om onder andere deze reden wordt deze planetaire grens in de meeste andere landen niet apart meegenomen en zijn er dus ook weinig proxy-indicatoren ter beschikking. Frankrijk (CGDD, 2019) gebruikt de emissies van broeikasgassen als een proxy-indicator voor verzuring van de oceanen. Ook Sala et al. (2020) verwijzen naar klimaatverandering als proxy-indicator voor verzuring van de oceanen en rapporteren een planetaire grens. Dit lijkt gerechtvaardigd, Steffen et al. (2015) stelt immers dat de grens voor saturatie van aragoniet niet overschreden zal worden indien de grens voor klimaatverandering van 350 ppm CO₂ gerespecteerd wordt.

Een planetaire grens specifiek voor verzuring van de oceanen die overeenstemt met de proxy-indicator CO₂ emissies is niet gekend. Een overzicht van de geïnventariseerde controlevariabele/proxy-indicatoren wordt weergegeven in Tabel 23. Voor een lijst met beschikbare Vlaamse databronnen om klimaatverandering (een proxy voor verzuring van oceanen) te monitoren, verwijzen we naar Tabel 24 in de sectie over klimaatverandering.

Tabel 29: Overzicht van controlevariabelen en proxy-indicatoren uit de literatuur voor verzuring van de oceanen met hun planetaire grens

Controlevariabele/Proxy-indicator	Planetaire grens	Referentie of methode voor berekening planetaire grens	Opmerking
Carbonaationenconcentratie, gemiddelde mondiale verzadigingstoestand van de oppervlakteocean met betrekking tot aragoniet (Ω_{arag})	≥80% van de pre-industriële aragonietverzadigingstoestand van de gemiddelde oppervlakteocean, met inbegrip van de natuurlijke variabiliteit in dagen en seizoenen	Steffen et al. (2015)	
CO ₂ emissies	Niet beschikbaar	Frankrijk (CGDD, 2019)	De CO ₂ -emissies worden als proxy gebruikt voor de planetaire grens ‘verzuring van de oceanen’.

5.2.5 Verstoring biogeochemische kringlopen

Voor ‘Verstoring van biogeochemische kringlopen’ definieert Steffen et al. (2015) de volgende controlevariabelen: ‘*P flow from freshwater systems into the ocean*’, ‘*P flow from fertilizers to erodible soils*’ en ‘*Industrial and intentional biological fixation of N*’. ‘*P flow from fertilizers to erodible soils*’ is een lokale controlevariabele. De controlevariabelen en proxy-indicatoren uit de literatuur voor de P en N kringloop worden weergegeven in respectievelijk Tabel 30 en Tabel 31.



			door Steffen et al. (2015) in het supplementair materiaal van de publicatie en overgenomen door Frankrijk.
Afvoer stikstof naar zee	/	Frankrijk (CGDD, 2019)	Gerapporteerd, niet vergeleken met een planetaire grens
Nitraatconcentratie in grondwater		NRW (Duitsland) (Lucht et al., 2021)	
Stikstofoverschot van de oppervlakte cultuurgrond		NRW (Duitsland) (Lucht et al., 2021)	

Wat Vlaamse data voor de biogeochemische P kringloop betreft, rapporteert Departement Landbouw en Visserij de hoeveelheid fosfor (P) toegepast in land- en tuinbouw in Vlaanderen. Monitoring van deze planetaire grens kan ook gedaan worden aan de hand van de *Environmental Footprint* indicator vermessing zoetwater (Sala et al, 2020). Tot slot kan ook het verlies van P uit de landbouw als voetafdruk berekend worden aan de hand van Exiobase, in overeenstemming met wat in de EMA/FOEN studie gedaan werd. Een link maken tussen de beschikbare data en de eerste controlevariabele van Steffen et al. (2015), zijnde fosfor aanvoer naar oceanen, is moeilijker. Er kan onderzocht worden of de VMM dataset 'totale P in oppervlakte water' vertaald kan worden in P die naar oceanen afvloeit. Tabel 32 bevat een overzicht van de beschikbare databronnen.

Tabel 32: Overzicht van de verschillende databronnen beschikbaar in Vlaanderen met een link naar biogeochemische kringlopen P

Controlevariabele/Proxy-indicator	Type indicator	Vlaamse databron	Vlaamse waarde	Planetaire grens beschikbaar?	Opmerkingen
Toepassing P op landbouwland	Territorial	Departement landbouw en visserij ³⁹	1,7 miljoen kg P (in 2020) (kunstmest)	Ja, in Steffen et al. (2015)	Nederland (Lucas & Wilting, 2018) rapporteert ook het gebruik van P meststoffen– Nederland neemt de planetaire grens van Steffen et al. (2015), namelijk 6,2 Tg yr ⁻¹ , over.
Vermesting, zoetwater	Voetafdruk	Niet beschikbaar	/	Ja, in Sala et al.(2020)	Berekening cfr Environmental Footprint indicatoren benadering van Sala et al.
Totale P in oppervlaktewater	Territorial	VMM website	/	Nee	Er zou verder onderzocht kunnen worden of er een link gelegd kan worden met de controlevariabele van Steffen et al. (2015): P flow van zoetwatersystemen in de oceaan
Verlies P uit landbouw	Voetafdruk	Vlaams input-output model en Exiobase 3.8.2	0,0396 Tg P yr-1	Ja, in EMA/FOEN (2020)	Cfr EMA/FOEN en Zweden (Eriksson, 2022)

Ook voor de biogeochemische N kringloop, rapporteert Departement Landbouw en Visserij de hoeveelheid stikstof (N) toegepast in land- en tuinbouw in Vlaanderen. VMM rapporteert dan weer de totale hoeveelheid vermestende emissies, alsook het aandeel hiervan dat uit landbouw afkomstig is, echter hiervoor is de veilige gebruiksruijme (planetaire grens) niet ter beschikking.

³⁹ <https://landbouwcijfers.vlaanderen.be/landbouw/totale-landbouw/kunstmestgebruik-fosfor>

Gelijkaardig aan de biogeochemische kringloop fosfor, kan de stikstofkringloop ook gemonitord worden aan de hand van ‘*Environmental Footprint*’ indicatoren (Sala et al, 2020), hier komen drie indicatoren in aanmerking, namelijk mariene vermesting, vermesting van de bodem en verzuring. Eveneens kan ook het verlies aan N uit de landbouw berekend worden aan de hand van Exiobase.

Tot slot rapporteert Statistiek Vlaanderen ook het nitraat aanwezig in grondwater. Deze proxy-indicator wordt gebruikt door NRW, echter de veilige gebruiksruijme is niet gekend. Tabel 33 bevat een overzicht van de beschikbare databronnen.

Tabel 33: Overzicht van de verschillende databronnen beschikbaar in Vlaanderen met een link naar biogeochemische kringlopen N

Controlevariabele/Proxy-indicator	Type indicator	Vlaamse databron	Vlaamse waarde	Planetaire grens beschikbaar?	Opmerkingen
Toepassing N op landbouwland	Territorial	Departement landbouw en visserij ⁴⁰	82,3 miljoen kg N	Ja, in Steffen et al. (2015)	De grens bevat reactief N gefixeerd via Haber-Bosch proces en ook intentionele N biologische N fixatie (via micro-organismen) Dit laatste zit vermoedelijk niet in de waarde van Departement landbouw en visserij. Het is onduidelijk of opname door de plant dient afgetrokken te worden van de Vlaamse waarde om te kunnen vergelijken met de planetaire grens.
Vermestende emissies	Territorial	VMM ⁴¹	67.303 ton N in 2021	Nee	De landbouwsector was in 2020 verantwoordelijk voor 95,2% van de emissie van ammoniak en 11,4% van de emissie van stikstofoxiden, wat neerkomt op 56,3% van de totale stikstofemissie ⁴² .
Vermesting, marien	Voetafdruk	Niet beschikbaar	/	Ja, in Sala et al. (2020)	Berekening cfr Environmental Footprint indicatoren benadering van Sala et al.
Vermesting, land	Voetafdruk	Niet beschikbaar	/	Ja, in Sala et al. (2020)	Berekening cfr Environmental Footprint indicatoren benadering van Sala et al.
Verzuring	Voetafdruk	Niet beschikbaar	/	Ja, in Sala et al. (2020)	Berekening cfr Environmental Footprint indicatoren benadering van Sala et al.
Verlies N uit landbouw	Voetafdruk	Vlaams input-output model en Exiobase 3.8.2	0,0936 Tg N yr-1	Ja, in EMA/FOEN (2020)	Cfr EMA/FOEN (2020) en Zweden (Eriksson, 2022)

⁴⁰ <https://landbouwcijfers.vlaanderen.be/landbouw/totale-landbouw/kunstmestgebruik-stikstof>

⁴¹ <https://www.vmm.be/lucht/stikstof/uitstoot-vermestende-stoffen-stikstof/graph>

⁴² <https://www.vlaanderen.be/stikstof-in-vlaanderen/vraag-en-antwoord>



Nitraat in grondwater	Territorial	Statistiek Vlaanderen ⁴³	locatieafhankelijk, verschillende meetpunten	Nee	Toegepast door NRW (Duitsland)
------------------------------	-------------	-------------------------------------	--	-----	--------------------------------

5.2.6 Landgebruiksverandering

Voor 'Landgebruiksverandering' definieert Steffen et al. (2015) de volgende controlevariabelen: 'area of forested land as % of original forest cover' en 'area of forested land as % of potential forest cover'. Deze laatste controlevariabele dient ingeschat te worden per bioom en betreft een regionale controlevariabele. Verschillende andere studies gebruiken proxy-indicatoren. Een overzicht wordt weergegeven in Tabel 34.

Tabel 34: Overzicht van controlevariabelen en proxy-indicatoren uit de literatuur voor landgebruiksverandering met hun planetaire grens

Controlevariabele/Proxy-indicator	Planetaire grens	Referentie of methode voor berekening planetaire grens	Opmerking
% bosareaal tov originele bosbedekking/potentieel bosareaal	Globaal: 75% Gematigd bos: 50%	Steffen et al. 2015; Frankrijk (CGDD, 2019) NRW (Lucht et al., 2021)	Op basis van het supplementair materiaal van Steffen et al. (2015), kaart S6, kan besloten worden dat de volledige oppervlakte van Vlaanderen potentieel bosareaal is.
Areaal antropogeen landgebruik	19.400.000 km ²	EMA/FOEN (2020)	Proxy-indicator gebruikt door EU (EMA/FEON, 2020) en Zweden (Eriksson, 2022)
Aandeel land gebruikt voor landbouw	15%	Nederland (Lucas & Wilting, 2018); NRW (Duitsland) (Lucht et al., 2021)	Proxy-indicator gebruikt door Nederland. De proxy-indicator is gebaseerd op Rockström (2009) en wordt gebruikt wegens data beschikbaarheid
ontbossingsvoetafdruk	/	Frankrijk (CGDD, 2019)	

Voor de voetafdruk benadering kan opnieuw het werk dat VITO uitvoerde in opdracht van het instituut Natuur- en Bosonderzoek (INBO) (Alaerts et al., 2023) Vlaamse data aanleveren. Hier werd immers het landgebruik berekend als input voor de samengestelde indicator 'biomassagebruik' (zie Tabel 26). Verder kan ook een territoriale indicator berekend worden op basis van het landgebruiksbestand Vlaanderen. VITO maakt in opdracht van Departement Omgeving het landgebruiksbestand op en actualiseert dit 3-jarlijks. Hiervoor wordt een zeer brede set aan ruimtelijke data samengebracht en verwerkt tot een landgebruiksbestand op 4 niveaus (bodembedekking, verstedelijkt landgebruik, multifunctioneel landgebruik en juridische bestemming) op een resolutie van 100m². Het landgebruiksbestand kan eenvoudig worden ingezet voor de berekening van proxy-indicatoren voor landgebruik (e.g. percentage antropogene

⁴³ <https://www.vmm.be/water/grondwater/nitraat-in-grondwater>

oppervlakte zoals gebruikt in de Europese studie en in Zweden of het gebruik van akkerland cfr Nederland) en is vrij beschikbaar via de DATAVINDPLAATS⁴⁴ (en/of GEOPUNT Vlaanderen)⁴⁵. Een overzicht van de verschillende Vlaamse databronnen wordt weergegeven in Tabel 35.

Tabel 35: Overzicht van de verschillende databronnen beschikbaar in Vlaanderen met een link naar landgebruiksverandering

Controlevariabele/Proxy-indicator	Type indicator	Vlaamse databron	Vlaamse waarde	Planetaire grens beschikbaar?	Opmerkingen
% bosareaal tov potentieel bosareaal	Territorial	Landgebruikskaart ⁴⁶ ; Boswijzer ⁴⁷ ; INBO ⁴⁸	10% (INBO), 11% (Landgebruikskaart 2022), 12% (Boswijzer 2021)	Ja, in Steffen te al. (2015)	Planetaire grens: Globaal: 75% Gematigd bos: 50%
Areaal antropogeen landgebruik	Territorial	Landgebruikskaart ⁴⁹	1.920 km ² (Landgebruikskaart 2022: ruimtebeslag + akker + grasland in landbouwgebruik)	Ja, in EMA/FOEN (2020) en Zweden (Eriksson, 2022)	Planetaire grens: 19.400.000 km ² , Antropogeen landgebruik in de Europese en Zweedse studie omvat 'agricultural (arable land and permanent crops) and urbanised (sealed) land'
Areaal antropogeen landgebruik	Voetafdruk	Vlaams input-output model en Exiobase 3.8.2	67.302 km ²	Ja, in EMA/FOEN (2020) en Zweden (Eriksson, 2022)	Idem. De Vlaamse voetafdruk komt niet overeen met de definitie uit de Europese en Zweedse studie.
Aandeel land gebruikt voor landbouw	Territorial	Landgebruikskaart ⁵⁰ en/of Departement Landbouw & Visserij ⁵¹	48,5% (Landgebruikskaart 2022) - 49,4% (Dept. L&V 2021)	Ja, in Nederland (Lucas & Wilting, 2018)	Proxy-indicator gebruikt door Nederland (Lucas & Wilting, 2018). Planetaire grens: 15%

⁴⁴ <https://www.vlaanderen.be/datavindplaats>

⁴⁵ <https://www.geopunt.be/>

⁴⁶ <https://www.vlaanderen.be/datavindplaats/catalogus/landgebruik-vlaanderen-toestand-2019>

⁴⁷ <https://www.vlaanderen.be/datavindplaats/catalogus/digitale-boswijzer-vlaanderen-2021>

⁴⁸ <https://www.vlaanderen.be/inbo/indicatoren/oppervlakte-bos-in-vlaanderen>

⁴⁹ <https://www.vlaanderen.be/datavindplaats/catalogus/landgebruik-vlaanderen-toestand-2019>

⁵⁰ <https://www.vlaanderen.be/datavindplaats/catalogus/landgebruik-vlaanderen-toestand-2019>

⁵¹ <https://landbouwcijfers.vlaanderen.be/landbouw/totale-landbouw/landbouwpercelen>

5.2.7 Zoetwatergebruik

Voor 'Zoetwatergebruik' definieert Steffen et al. (2015) de globale controlevariabele 'Maximum amount of consumptive blue water use (km^3yr^{-1})'. Verder wordt er ook een controlevariabele gedefinieerd op niveau van het rivierbekken (regionale variabele), namelijk de maximale maandelijkse hoeveelheid water die onttrokken wordt als een percentage van het gemiddelde maandelijkse debiet van de rivier. Daarnaast hebben Sala et al. (2020) ook een planetaire grens bepaald. Deze indicator houdt rekening met waterschaarste en kent afhankelijk van de locatie een ander gewicht toe aan een kubieke meter water die onttrokken wordt. Een overzicht van de controlevariabelen en proxy-indicatoren wordt weergegeven in Tabel 36.

Tabel 36: Overzicht van controlevariabelen en proxy-indicatoren uit de literatuur voor zoetwater gebruik met hun planetaire grens

Controlevariabele/Proxy-indicator	Planetaire grens/grens rivierbekken	Referentie of methode voor berekening planetaire grens	Opmerking
Maximum gebruik van zoet (blauw) water	Globaal: $4.000 km^3yr^{-1}$	Steffen et al. (2015)	Ook toegepast in EU (EMA/FOEN, 2020), Zweden (Eriksson, 2022) en Frankrijk (CGDD, 2019)
% water onttrokken tov debiet	Maanden met laag debiet: 25%; gemiddeld debiet: 30%, hoog debiet: 55%	Steffen et al. (2015)	Ook toegepast door Frankrijk (CGDD, 2019)
Maximum verbruik van zoet (blauw) water	Globaal: $4.000 km^3yr^{-1}$	EMA/FOEN (2020)	Controlevariabele gebruikt door EU (EMA/FEON, 2020) en Zweden (Eriksson, 2022)
Water gebruik (deprivation potential)	$1,82^{E+14} m^3$ world eq.	Sala et al. (2020)	

Het maximum verbruik van zoetwater kan als voetafdrukindicator berekend worden met behulp van het Vlaams input-output model en Exiobase. Deze berekening werd reeds gedaan in een studie voor INBO (Alaerts et al., 2023). Territoriale indicatoren voor maximum verbruik van zoetwater zijn beschikbaar op de website van Statistiek Vlaanderen en in een studie van Willems et al. (2021). Steffen et al. (2015) stellen ook een regionale indicator voor om deze planetaire grens op te volgen, zijnde het percentage water onttrokken ten opzichte van het debiet. Dit is een indicator die op rivierbekkenniveau berekend dient te worden. Hiervoor is het gemiddeld maandelijks debiet en het gemiddeld maandelijks onttrokken debiet nodig. Vlaamse Waterweg heeft mogelijk deze informatie ter beschikking. Een overzicht van de verschillende Vlaamse databronnen wordt weergegeven in Tabel 37.



Tabel 37: Overzicht van de verschillende databronnen beschikbaar in Vlaanderen met een link naar zoetwater gebruik

Controlevariabele/Proxy-indicator	Type indicator	Vlaamse databron	Vlaamse waarde	Planetaire grens beschikbaar?	Opmerkingen
Maximum gebruik van zoet (blauw) water	Territorial	Statistiek Vlaanderen ⁵²	738,5 Mm ³ (7,39 ^{E+8} m ³) in 2021	Ja, in Steffen et al. (2015)	Controlevariabele gedefinieerd door Steffen et al. 2015, planetaire grens: Globaal: 4.000 km ³ yr ⁻¹ (4 ^{E+12} m ³)
	Territorial	Willems et al. (2021)	864 Mm ³ /jaar (8,64 ^{E+8} m ³) (jaartal onduidelijk)		
Zoetwatergebruik	Voetafdruk	Vlaams input-output model en Exiobase 3.8.2	2.486 km ³ yr-1	Ja, in Steffen et al. (2015)	Controlevariabele gedefinieerd door Steffen et al. 2015, planetaire grens: Globaal: 4.000 km ³ yr ⁻¹ (4 ^{E+12} m ³)
% water onttrokken tov debiet	Territorial /rivierbekken	Beschikbaar op waterbekkenniveau via Aquastat ⁵³ Waarschijnlijk ook ter beschikking bij Vlaamse Waterweg	11% voor de Schelde	Ja, in Steffen et al. (2015)	Controlevariabele gedefinieerd door Steffen et al. 2015. Planetaire grens: Maanden met laag debiet: 25%; gemiddeld debiet: 30%, hoog debiet: 55% Voor de berekening van deze indicator zijn de volgende databronnen nodig: <ul style="list-style-type: none"> Gemiddeld maandelijks debiet Gemiddeld maandelijks onttrokken debiet 'Consumptive use of blue water from rivers, lakes, reservoirs and renewable groundwater stores' Beide voor 3 verschillende periodes ('low flow', 'intermediate flow', 'high flow')
Watergebruik (deprivation potential)	Voetafdruk	Vlaams input-output model en Exiobase 3.8.2	1,1 10 ¹¹ m ³ depriv.	Ja, in Sala et al. (2020)	Waarde planetaire grens: 1,82 ^{E+14} m ³ world eq. Houdt rekening met waterschaarste

5.2.8 Luchtvervuiling

Voor 'Luchtvervuiling' definieert Steffen et al. (2015) de globale controlevariabele 'aerosol optical depth (AOD)'. Verder wordt er ook een regionale controlevariabele gedefinieerd, namelijk 'AOD as a seasonal average over a region'. In de literatuur die onderzocht werd in het kader van deze studie, werden geen bijkomende proxy-indicatoren gedefinieerd, behalve de 'Environmental Footprint' indicator 'fijn stof'. Tabel 38 bevat een overzicht.

⁵² <https://www.vlaanderen.be/statistiek-vlaanderen/milieu-en-natuur/waterverbruik>

⁵³ <https://www.unwater.org/our-work/integrated-monitoring-initiative-sdg-6/indicator-642-level-water-stress-freshwater>

Tabel 38: Overzicht van controlevariabelen en proxy-indicatoren uit de literatuur voor luchtvervuiling met hun planetaire grens

Controlevariabele/Proxy-indicator	Planetaire grens/regionale grens	Referentie of methode voor berekening planetaire grens	Opmerking
'Aerosol optical depth (AOD)'	/	Steffen et al. (2015)	Geen planetaire grens gedefinieerd in Steffen et al. (2015)
AOD als seizoensgemiddelde over een regio	Enkel beschikbaar voor Zuid-Aziatische moesson	Steffen et al. (2015)	
Fijn stof	5,16 ^{E+5} disease incidence	Sala et al. (2020)	

Wat Vlaamse data betreft kunnen we opnieuw gebruik maken van het Vlaams input-output model in combinatie met Exiobase 3.8.2. Hiermee kan de 'Environmental Footprint' indicator 'fijn stof' (zie Sala et al. 2020) berekend worden, als proxy-indicator voor luchtvervuiling.

Verder biedt de website Leefkwaliteit Vlaanderen⁵⁴ in de sectie 'luchtkwaliteit' ook nuttige informatie voor het monitoren van deze planetaire grens. De waarden kunnen niet rechtstreeks gelinkt worden aan de planetaire grenzen die door Steffen et al. (2015) opgesteld werden. Er kan echter verder onderzocht worden of de vooropgestelde Europese grenswaarden of de WHO grenswaarden de veilige gebruikruimte kunnen vertegenwoordigen. Tabel 39 geeft een overzicht weer van de verschillende databronnen die in Vlaanderen beschikbaar en een link hebben met de planetaire grens 'Luchtvervuiling'.

Tabel 39: Overzicht van de verschillende databronnen beschikbaar in Vlaanderen met een link naar luchtvervuiling

Controlevariabele/Proxy-indicator	Type indicator	Vlaamse databron	Vlaamse waarde	Planetaire grens beschikbaar?	Opmerkingen
Fijn stof	Voetafdruk	Vlaams input-output model en Exiobase 3.8.2	4.604 disease inc. (NH ₃ , SO _x , NO _x , PM _{2.5}) 2.093 disease inc. (PM _{2.5})	Ja, in Sala et al.(2020)	Berekening cfr 'Environmental Footprint' indicatoren benadering van Sala et al. (2020)
Gemiddelde fijnstof concentratie per jaar	Territorial	Leefkwaliteit Vlaanderen	/	Nee	Er kan onderzocht worden of de Europese grenswaarde of WHO grenswaarde genomen kan worden om de Vlaamse veilige gebruikruimte te definiëren. Een mogelijke indicator is dan ' X% van Vlaanderen zit boven jaargemiddelde' Europese grenswaarde: 25 µg/m ³ WHO: 10 µg/m ³
Gemiddelde stikstofdioxide concentraties per jaar	Territorial	Leefkwaliteit Vlaanderen	/	Nee	Idem Europese en WHO jaargrenswaarde en bedraagt 40 µg/m ³ .

⁵⁴ <https://www.leefkwaliteitvlaanderen.be/lagen?lat=51.00079308917475&lon=4.498901367187501&zoom=9>

Ozon (aantal dagen overschrijding van de norm)	Territorial	Leefkwaliteit Vlaanderen	/	Nee	Idem Dagelijkse hoogste 8-uurgemiddelde waarde mag niet meer dan 25 keer per jaar hoger zijn dan de norm van 120 microgram per kubieke meter ($\mu\text{g}/\text{m}^3$).
--	-------------	--------------------------	---	-----	---

5.2.9 Nieuwe entiteiten

Voor nieuwe entiteiten, voorheen door Rockström et al. (2009) chemische milieuverontreiniging genoemd, definieert Steffen et al. (2015) nog geen controlevariabelen. Deze planetaire grens werd enkel in de studie van Frankrijk bekeken. Frankrijk definieert de proxy-indicatoren 'plastic afval', 'nucleair afval', 'aandeel areaal herbicideresistente gewassen'.

Om deze planetaire grens te monitoren, kunnen we enkele indicatoren van Sala et al. (2020) voorstellen. Fotochemische ozonvorming en ioniserende straling zijn ook twee indicatoren die Sala aan deze planetaire grens linkt. Ze kunnen echter niet berekend worden met het Vlaams input-output model. De toxiciteitsindicatoren kunnen wel met dit model berekend worden. Er werden geen territoriale proxy-indicatoren geïdentificeerd. Tabel 40 geeft een overzicht.

Tabel 40: Overzicht van de verschillende databronnen beschikbaar in Vlaanderen met een link naar nieuwe entiteiten

Controlevariabele/Proxy-indicator	Type indicator	Vlaamse databron	Vlaamse waarde	Planetaire grens beschikbaar?	Opmerkingen
'Human toxicity, cancer'	Voetafdruk	Vlaams input-output model en Exiobase 3.8.2	42,9 CTUh	Ja, in Sala et al. (2020)	Berekening cfr 'Environmental Footprint' indicatoren benadering van Sala et al. (2020)
'Human toxicity, non-cancer'	Voetafdruk	Vlaams input-output model en Exiobase 3.8.2	5.529 CTUh	Ja, in Sala et al. (2020)	Berekening cfr 'Environmental Footprint' indicatoren benadering van Sala et al. (2020)
'Ecotoxicity freshwater'	Voetafdruk	Vlaams input-output model en Exiobase	4,2 10^{10} CTUe	Ja, in Sala et al. (2020)	Berekening cfr 'Environmental Footprint' indicatoren benadering van Sala et al. (2020)



5.3 KEUZE EN AANBEVELINGEN VOOR GEBRUIK INDICATOREN

5.3.1 Territoriale of voetafdrukindicatoren

Een eerste belangrijke beslissing betreft het gebruik van territoriale of voetafdrukindicatoren.

Voetafdrukindicatoren vertrekken vanuit een consumptieperspectief en maken de connectie tussen deze consumptie en de impacts van de hieraan gelinkte globaal verspreide productienetwerken. **Territoriale indicatoren** kijken enkel naar de impact die gegenereerd wordt op het Vlaams grondgebied. Hier hoort ook de impact bij van exportproducten.

Beide benaderingen zijn relevant en verschaffen complementaire inzichten. De keuze voor een bepaalde benadering is afhankelijk van de vraag die men wil beantwoorden. De voetafdrukbenadering geeft beter weer hoe groot de overconsumptie van een bepaalde regio is. De territoriale benadering sluit dan weer beter aan bij het huidige beleid en geeft directere mogelijkheden tot beleidsmatige acties.

Voor deze studie werd in overleg met de opdrachtgever beslist om beide perspectieven te bekijken waar mogelijk. In de praktijk is het immers momenteel niet mogelijk om voor elke planetaire grens zowel een territoriale waarde als een voetafdruk voor Vlaanderen te berekenen omdat niet alle data ter beschikking zijn.

5.3.2 Welke planetaire grenzen bekijken we op Vlaams niveau

Het maken van de vertaalslag van de planetaire grenzen naar het Vlaamse niveau brengt ook onzekerheid mee op het vlak van de toepasbaarheid, vermits het concept van de planetaire grenzen is gelinkt aan globale limieten. Dao et al (2015) vermelden in hun studie voor Zwitserland dat globale grenzen voor globale problemen algemeen aanvaard zijn, echter het stellen van globale grenzen voor regionale problemen wordt veel meer in vraag gesteld. Ze onderscheiden drie mogelijke combinaties van problemen en limieten:

- **Globale problemen met globale limieten:** De globaal beschreven planetaire grens is per definitie globaal. Dit is het geval voor klimaatverandering, verzuring van de oceanen en de aantasting van de ozonlaag.
- **Regionale problemen met globale limieten:** Het probleem situeert zich lokaal, maar als gevolg van cumulatieve effecten treden ook impacten op globale schaal op. Dit sluit aan bij de verstoring van de biogeochemische kringlopen, de landgebruiksverandering en de verandering van de integriteit van de biosfeer.
- **Regionale problemen met regionale limieten:** Het probleem situeert zich lokaal en de gevolgen blijven ook beperkt tot op het regionale of lokale niveau. Dit is het geval voor luchtvervuiling en zoetwatergebruik.

Het is vooral voor deze laatste categorie dat de territoriale benadering het meest aangewezen is.

De vraag kan dus gesteld worden of het zin heeft om het concept van de planetaire grenzen toe te passen op regionale problemen met regionale limieten. Voor deze verkennende studie werd echter besloten om het concept zo breed mogelijk te verkennen, dus ook de toepassing ervan voor deze categorie.

Uit de analyse van de studies van andere landen en ook op basis van databeschikbaarheid werd besloten om drie planetaire grenzen niet verder op te nemen in deze verkennende studie. Het gaat om 'aantasting van de ozonlaag', 'verzuring van de oceanen' en 'nieuwe entiteiten'. Deze drie aspecten werden door weinig landen meegenomen in hun studie, dikwijls ook omdat data hiervoor ontbreken.

6 LEEFT VLAANDEREN BINNEN DE PLANETAIRE GRENZEN

De combinatie van inzichten over het Vlaamse aandeel in de veilige ruimte en over de impact van de Vlaamse productie/consumptie (op basis van de geselecteerde proxy-indicatoren) laat toe om te bepalen welke planetaire grenzen door Vlaanderen overschreden worden. Binnen deze verkennende opdracht was het enkel mogelijk om deze analyse te doen voor die planetaire grenzen waarbij proxy-indicatoren voor Vlaanderen al beschikbaar waren.

Bij het interpreteren van de resultaten moet rekening gehouden worden met drie soorten van onzekerheid. Een eerste is de onzekerheid over het bepalen van de veilige Vlaamse gebruiksruimte (afhankelijk van het gehanteerde allocatieprincipe). Een tweede is de onzekerheid over de keuze van de proxy-indicator en de bijhorende globale grenswaarde en de derde onzekerheid is de bepaling van de berekeningswijze van de proxy-indicator en/of de achterliggende data.

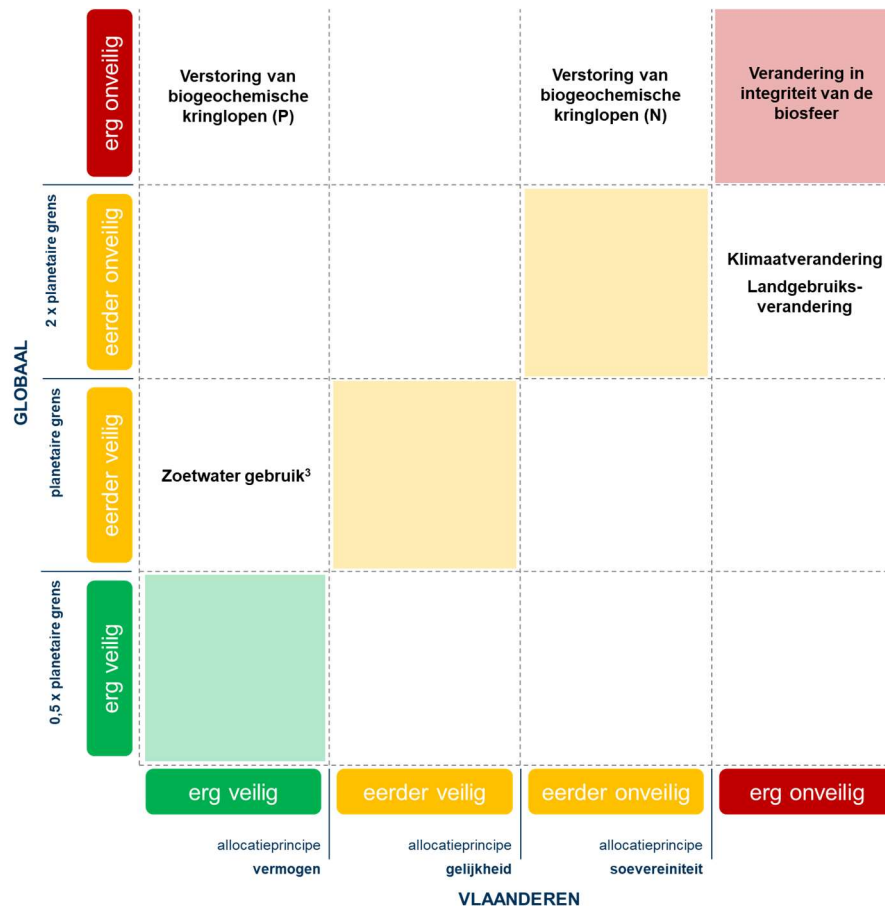
De resultaten worden weergegeven in relatie tot onzekere grenzen. Een vork wordt gehanteerd die deze onzekerheid moet weerspiegelen. De **laagste waarde** van deze vork komt overeen met het allocatieprincipe 'vermogen' en geeft Vlaanderen een aandeel van 0,028% ten opzichte van de globale grenswaarde. De **hoogste waarde** in de vork komt overeen met het allocatieprincipe 'sovereiniteit' en geeft Vlaanderen een aandeel van 0,197% ten opzichte van de globale grenswaarde. Bijkomend duiden we een **mediaanwaarde** aan die overeenkomt het allocatieprincipe 'gelijkheid' (i.e. per capita) en geeft Vlaanderen een aandeel van 0,061% ten opzichte van de globale grenswaarde.

Op basis van de waarden voor deze vork, bakenen we drie zones visueel af:

- Een **groene zone** bevindt zich in het gebied onder de laagste waarde (vermogen) en duidt op de veilige gebruiksruimte;
- Een **rode zone** bevindt zich in het gebied boven de hoogste waarde (sovereiniteit) en duidt op een zone buiten de veilige gebruiksruimte;
- Een **gele zone** bevindt zich tussen de laagste en de hoogste waarde van de vork. Het is afhankelijk van het gekozen allocatieprincipe of een waarde al dan niet in de veilige gebruiksruimte zit. Deze zone geeft de onzekerheid van de afbakening van de veilige Vlaamse gebruiksruimte weer.

De visualisaties van de laagste, hoogste en mediaanwaarden en de bijhorende groene, gele en rode zones en de resultaten voor de proxy-indicatoren voor Vlaanderen zijn weergegeven in Figuur 5 tot en met Figuur 10. Elke figuur gaat in op één geselecteerde planetaire grens. De proxy-indicatoren worden weergegeven op een logaritmische as, tenzij de indicator is uitgedrukt in procentpunten. Het gebruik van de logaritmische as laat toe om de groene, gele en rode zone voor alle proxy-indicatoren met elkaar uit te lijnen. De uiterste waarde in de rode zone geeft een waarde gelijk aan 100 keer de waarde volgens het gelijkheidsprincipe (mediaanwaarde grens voor Vlaanderen) weer. De uiterste waarde in de groene zone geeft een waarde van 0,1 keer de waarde volgens het gelijkheidsprincipe weer. Het gebruik van de logaritmische schaal (in plaats van een lineaire schaal) heeft als gevolg dat de relatief grote waardes geconcentreerd zitten in het rechterdeel van de rode zone. Voor de interpretatie van de resultaten geeft dit voldoende informatie. Omwille van de onzekerheid is de exacte waarde minder relevant, en is het vooral belangrijk om te tonen dat Vlaanderen wel of niet binnen de veilige gebruiksruimte produceert of consumeert. De Vlaamse indicatoren worden uitgezet ten opzichte van de vork.

onveilig). Voor de overige territoriale indicatoren scoort Vlaanderen beter ten opzichte van de planetaire grenzen dan op globaal niveau het geval is. Voor verstoring van biogeochemische kringlopen focussend op stikstof zit Vlaanderen in de 'eerder onveilige' zone, voor verstoring van biogeochemische kringlopen focussend op fosfor zelfs in de 'erg veilige' zone, terwijl de situatie wereldwijd in de 'erg onveilige' zone zit. Voor zoetwatergebruik zitten we met Vlaanderen in de 'erg veilige' zone, wereldwijd in de 'eerder veilige' zone.



Figuur 12: Samenvattende tabel van het verkennend onderzoek volgens de **territoriale impact in Vlaanderen** ten opzichte van de globale grenzen uit Steffen et al. (2015).

Noot: de invulling en berekening van de planetaire grenzen op globaal en Vlaams niveau is verschillend.

Noot: de verdeling tussen 'erg veilig', 'eerder veilig', 'eerder onveilig' en 'erg onveilig' is voor de Vlaamse dimensie bepaald op basis van de allocatieprincipes vermogen, gelijkheid en soevereiniteit en voor de globale dimensie op basis van de planetaire grenswaarden (factoren 0,5, 1 en 2).

³ Vlaamse territoriale impact op basis van het maximum gebruik van zoetwater.

Opnieuw is het belangrijk om deze resultaten te bekijken met enige omzichtigheid, gezien het verkennende karakter van deze studie. Zo zijn volgende aandachtspunten belangrijk voor eventuele vervolgstappen in de context van de planetaire grenzen voor Vlaanderen:

- Er is verder onderzoek nodig naar de verfijning en uitbreiding van de indicatorenset per planetaire grens. Deze studie baseerde zich o.a. op de keuzes die in andere landen zijn gemaakt, maar mogelijk zijn er binnen Vlaanderen betere indicatoren ter beschikking. De uitdaging bestaat er dan in om hiervoor een planetaire grens te kunnen berekenen.
- Er is meer onderzoek nodig naar de rechtstreekse vergelijkbaarheid van de planetaire grenswaarde met de berekende proxy-indicatoren. In deze verkennende studie kon dit niet

ANNEX 1: LANDENFICHES

In deze bijlage geven we het resultaat weer van de documentenanalyse. Doel van deze analyse was om na te gaan welke keuzes de verschillende regio's / landen maakten wanneer ze wilden nagaan of hun regio / land binnen of buiten de grenzen van hun aandeel van de planetaire grenzen produceert of consumeert.

Voor elk van de regio's / landen die werden geanalyseerd, wordt elk van de keuzes weergegeven en worden motivaties die de regio's / landen maakten voor die keuze (indien beschikbaar) weergegeven. Bij het maken van de keuzes voor Vlaanderen hebben we de motiveringen van de andere regio's / landen als achtergrondkennis meegenomen, maar zijn we ze daarom niet gevolgd. De motiveringen van de keuzes die we maakten voor Vlaanderen zijn steeds beschreven in het hoofdrapport.

We geven per regio / land steeds wat achtergrond, de motiveringen van de keuzes en bijhorende resultaten voor die regio of dat land en de referenties waarop we ons gebaseerd hebben bij het uitschrijven van de analyse voor die regio / dat land.

1.1 EUROPA

1.1.1 Achtergrond

Het kader voor de oefening rond de planetaire grenzen wordt gevormd door de SDG's. Deze doelstellingen halen is enkel mogelijk als we de grenzen van onze planeet respecteren. Er wordt gesteld dat het duidelijk is dat het huidige beleid niet volstaat.

De EU doelstelling '*Living well within the limits of our planet*' is het antwoord van de EU op de uitdagingen waarmee we te maken hebben en sluit aan bij het concept van de planetaire grenzen. Het Green Deal-initiatief leunt hierbij aan: '*Europe must lead the transition to a healthy planet*'.

1.1.2 Fiche EU

Naast het EEA / FOEN rapport dat ook als basis wordt gebruikt in het hoofdrapport, hebben we in deze analyse ook een eerdere publicatie voor Europa meegenomen, nl. de publicatie van Hoff et al. (2017). Vanuit deze laatste publicatie geven we enkel methodologische keuzen weer (voetafdruk vs. territoriale indicatoren / allocatie) en de weergave van de conclusies. Voor de berekeningswijze van de individuele proxy-indicatoren verwijzen we naar EEA / FOEN (2020).

Selectie van proxy-indicatoren voor de planetaire grenzen	
Keuze methodologie	EEA/FOEN report, 2020 Voor het analyseren van de planetaire grenzen in Europa wordt gekozen voor het werken met voetafdrukindicatoren. Het onderscheid met de territoriale indicatoren wordt uitgelegd. Men stelt dat de voetafdrukbenadering meer en meer relevant wordt in de huidige globale economie: internationale handel neemt toe, meer en meer impact in een land wordt veroorzaakt om aan de consumptiewensen van andere landen te voldoen. In de ontwikkelde landen zou

meer dan de helft van de impact van consumptie gegenereerd worden in het buitenland.

Europa is inderdaad ook sterk afhankelijk van hulpbronnen van buiten Europa.

De voetafdrukbenadering sluit ook goed aan bij het concept 'planetaire grenzen'.

Indicatoren die gebruikt worden in EU en vergelijking met Steffen et al. (2015) wordt in onderstaande tabel weergegeven. De motivatie om niet voor de controlevariabele van Steffen et al. (2015) te kiezen, maar voor een proxy-indicator, is gebaseerd op databeschikbaarheid (voetafdrukperspectief).

Table 2.1 Summary of the control variables and global limits in this report compared with those of the planetary boundaries framework

Planetary boundary	Control variable(s) in Steffen et al. (2015)	Control variable in this report (compatible with European footprint data)
Biogeochemical flows: nitrogen cycle	Industrial and intentional biological fixation of nitrogen per year Global limit: 62 Tg N/year (62-82 Tg N/year).	Loss of nitrogen from agriculture per year Global limit: 28.5 Tg N/year
Biogeochemical flows: phosphorus cycle	Global: phosphorus flow from freshwater systems into the ocean per year Global limit: 11 Tg P/year (11-100 Tg P/year) Regional: phosphorus flow from fertilisers to erodible soils	Loss of phosphorus from agriculture and waste water per year Global limit: 0.92 Tg P/year
Land system change	Global: area of forested land as a percentage of original forest cover Global limit: 75 % (75-54 %) Biome: area of forested land as a percentage of potential forest cover	Area of anthropised land Global limit: 19 400 000 km ²
Freshwater use	Global: maximum amount of consumptive blue water use per year Global limit: 4 000 km ³ /year (4 000-6 000 km ³ /year) Basin: blue water withdrawal as a percentage of mean monthly river flow	Maximum amount of consumptive blue water use per year Global limit: 4 000 km ³ /year

Note: Tg N, teragrams of nitrogen; Tg P, teragrams of phosphorus.

De voetafdrukberendingen worden uitgevoerd gebruikmakend van de MRIO modellen (*Multiregional input-output models*). Deze beschrijven de inter-industriële relaties op wereldschaal en integreren productie, handel, en consumptie relaties tussen industrieën en landen, volgens de interregionale filosofie van input-output modellering.

De berekeningen worden uitgevoerd met MRIO model Exiobase 3.4 voor de tijdsperiode van 1995 tot 2011. In dit model is informatie beschikbaar over de grenzen die men wilde weergeven in dit rapport.

Hoff et al. 2017

In deze publicatie worden resultaten van de voetafdrukmethode naast die van de territoriale methode gelegd.

**Klimaat-
verandering**

Niet opgenomen

**Verandering
in integriteit
biosfeer**

Deze grens werd bepaald als een 'case studie' voor Zwitserland.

Keuze proxy-indicatoren

Steffen et al. gebruiken als 'interim' controlevariabele BII, nl. *Biodiversity Intactness Index*.

Gebruikte indicator voor Zwitserland: potentieel voor soortenverlies als gevolg van landgebruik. Deze indicator berekent het verlies aan soorten op lange termijn als gevolg van specifieke landgebruiksvormen (bv. landbouw of bebouwing), vergeleken met de oorspronkelijke, natuurlijke situatie. Het is dus een maat voor de druk op biodiversiteit en geen indicator die het eigenlijke biodiversiteitsverlies kwantificeert. De indicator neemt wel de kwetsbaarheid van de soorten mee in rekening.

Berekeningsmethode en databronnen

Een combinatie van databronnen werd gebruikt voor het berekenen van de indicator:

- Binnenlandse emissie inventaris;
- Handelsdata;
- *Life cycle assessment* data.

Omdat impacts op biodiversiteit zeer lokaal zijn, werden de LCA gegevens geregionaliseerd naar de schaal van het land. Hiervoor werd beroep gedaan op de *World Food Life cycle Database* (WFLDB).

Figure 6.1 Development of Switzerland's consumption-based biodiversity footprint per capita



Source: Frischknecht et al. (2018).

Notes: The development of consumption-based pressure on biodiversity due to land use is expressed as 'potential global species diversity loss'. Other factors that influence biodiversity, such as pollutant loads or fragmentation effects, are not taken into account.

Planetaire grens voor de gekozen proxy-indicator

De globale grens voor extinction rate wordt verondersteld op 10 soorten per miljoen soorten per jaar, of per capita uitgedrukt: 2 soorten die uitsterven per capita per jaar.

Aantasting ozonlaag	Niet bepaald
Verzuring van de oceanen	Niet bepaald
Verstoring biogeo-	Keuze proxy-indicatoren

chemische kringlopen

Het vertalen van de globale grenzen naar sub-globale grenzen houdt soms ook in dat de relevante sub-globale problematieken in rekening worden gebracht. De globale problematiek van P op globaal niveau is bv. om te verhinderen dat de oceanen anoxisch worden op grote schaal. Op regionaal niveau betreft de problematiek vooral de eutrofiëring van het oppervlaktewater.

Gebruikte indicatoren:

- Voor N: Stikstof verlies vanuit landbouw (Tg N).
- Voor P: Fosfor verlies vanuit landbouw (Tg P).

Berekeningsmethode en databronnen

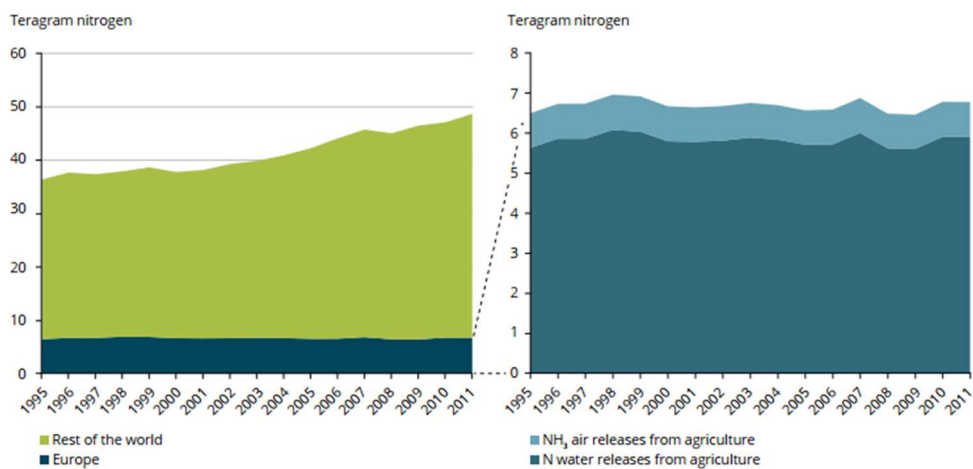
Voor N worden twee bronnen in rekening gebracht: (i) N-uitspoeling van landbouw naar water en (ii) NH₃-emissie van landbouw naar lucht.

Voor P worden drie bronnen in rekening gebracht: (i) P-verlies vanuit landbouw naar bodem, (ii) P-verlies vanuit landbouw naar water en (iii) P-verlies vanuit afval naar water.

De berekeningen werden uitgevoerd met behulp van Exiobase 3.4

Over de periode 1995 – 2011 steeg het globaal N-verlies vanuit landbouw naar water met 33 %. Voor Europa werd slechts een lichte stijging opgemerkt (4,3 %). Verlies van N naar water draagt voor Europa het meeste bij tot de indicator. Slechts ca. 13 % wordt veroorzaakt door verlies van NH₃ naar lucht.

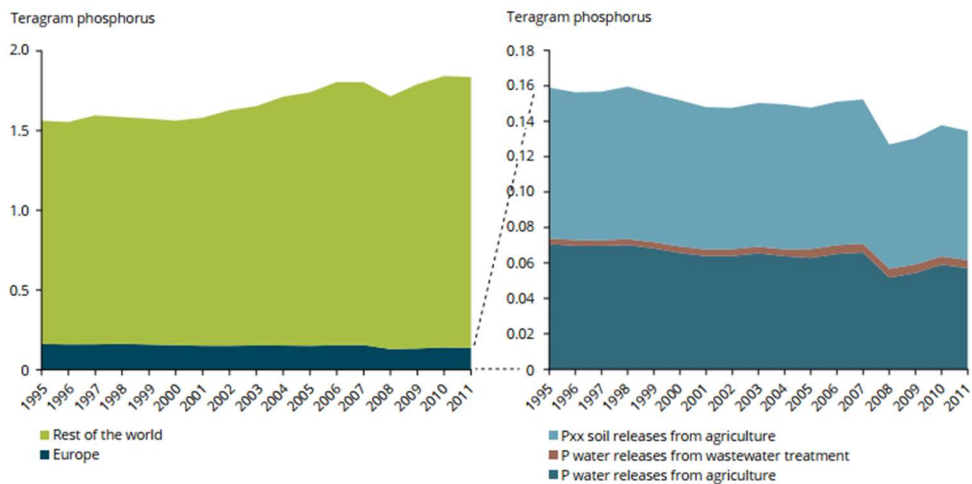
Figure 4.2 Yearly global and European losses of nitrogen to water (footprint in Tg N), 1995-2011



Source: Own calculations based on Exiobase 3.4.

In diezelfde periode steeg het globaal P-verlies vanuit landbouw met 17,6 %. In dezelfde periode daalde het P-verlies voor Europa met 15,4 %. Verlies van P naar water draagt voor Europa het meest bij tot de indicator (ca. 54 %).

Figure 4.3 Yearly global and European losses of phosphorus to water (footprint in Tg P)



Planetaire grens voor de gekozen proxy-indicator

Gehanteerde globale grenzen:

- Voor N: 28,5 Tg N/jaar (i.e. 4 kg N per capita)
- Voor P: 0,92 Tg P/jaar (i.e. 0,13 kg P per capita)

Land-gebruiks-verandering

Keuze proxy-indicatoren

Gebruikte indicator: Areaal antropogeen landgebruik (in 10⁶ km²).

Berekeningsmethode en databronnen

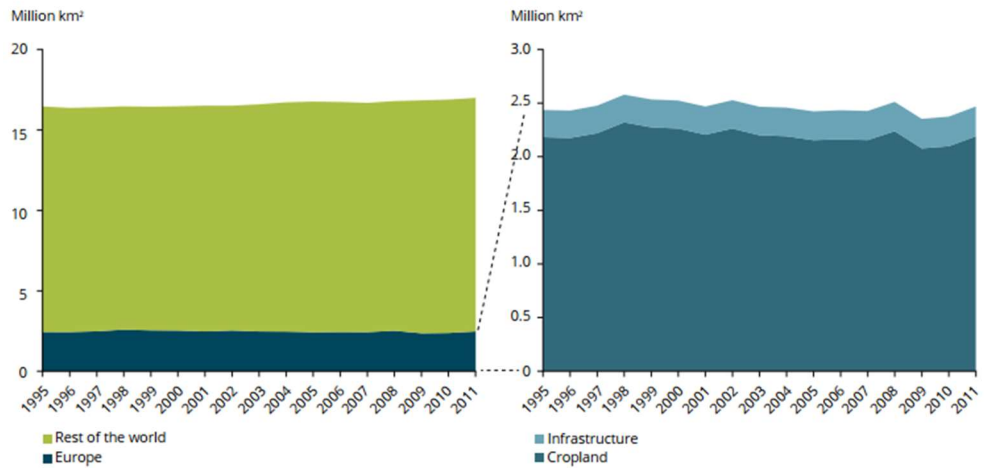
Twee landgebruiscategorieën worden meegenomen: (i) akkerland en (ii) landgebruik voor infrastructuur. De laatste categorie omvat de verstedelijkte en verharde oppervlakte.

De gebruikte indicator komt dus overeen met de controlevariabele zoals voorgesteld door Steffen et al. (2015).

De berekeningen werden uitgevoerd met behulp van Exiobase 3.4

In de periode 1995 – 2011 steeg het aandeel antropogeen landgebruik op wereldschaal met 3,2 %. Voor Europa werd een stijging van 1,3 % opgemerkt. Binnen deze indicator draagt het aandeel akkerland het meest bij tot het resultaat voor Europa (nl. 89 %).

Figure 4.4 Yearly global and European surface area of anthropised land (footprint in million km²)



Source: Own calculations based on Exiobase 3.4.

Planetaire grens voor de gekozen proxy-indicator

De globale grens waarvan teruggerekend werd voor het bepalen van het Europese aandeel bedraagt 19.400.000 km² antropogeen land.

Zoetwater gebruik

Keuze proxy-indicatoren

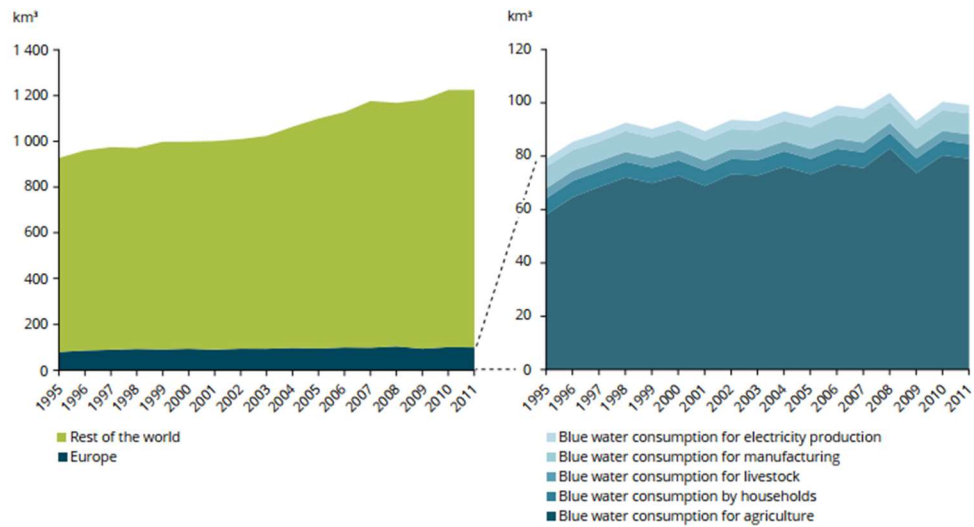
Gebruikte indicator: zoetwatergebruik (in km³).

Berekeningsmethode en databronnen

Consumptie van zoetwater wordt berekend voor vijf sectoren: landbouw, veeteelt, industrie, huishoudens, elektriciteitsproductie. De berekeningen zijn compatibel met de controlevariabele zoals voorgesteld door Steffen et al. (2015). De berekeningen werden uitgevoerd met behulp van Exiobase 3.4

Over de periode 1995 – 2011 steeg het globaal waterverbruik met één derde (32,1 %). Voor Europa steeg in dezelfde periode het watergebruik met 25,3 %. Het waterverbruik kende een piek in 2008, waarna het terug daalde (- 4,4 %).

Figure 4.5 Yearly global and European blue water consumption (footprint in km³)



Source: Own calculations based on Exiobase 3.4.

Planetaire grens voor de gekozen proxy-indicator

De globale grens bedraagt 4.000 km³/jaar.

Lucht- vervuiling	Niet bepaald
Nieuwe entiteiten	Niet bepaald
Berekening van de veilige ruimte	
Allocatie- benadering	<p>EEA/FOEN report, 2020</p> <p>Allocatiebenaderingen en sleutels om die te berekenen zijn weergegeven in onderstaande tabel. Voor elke benadering worden verschillende berekeningsmethoden gehanteerd. In totaal werden 13 berekeningsmethoden gehanteerd (verdeeld over de 5 allocatieprincipes). Soms werden de berekeningen gedaan voor verschillende referentie jaren (1990, 2000, 2011). Meer informatie wordt gegeven in bijlage 1 van het EEA/FOEN document. Het jaar 2011 wordt gebruikt, omdat de voetafdruk gegevens ook beschikbaar zijn voor dit jaar.</p>

Table 3.2 Allocation principles, computation methods and allocation keys

Allocation principles and computation methods	Allocation key	Description
A. Equality		
1. Equal share per capita	Population	Allocation to people then to countries proportionally with respect to their share of the global population
2. Equal share per capita over time	Cumulative population	Allocation to countries proportionally with respect to their cumulative share of the global population
B. Needs		
3. Equivalence between adults and children	Population weighted by age	Allocation to people then to countries proportionally with respect to their share of the global population, considering differences, in terms of needs, between adults and children
4. Accessibility	Travel time to major cities	Allocation to people then to countries proportionally with respect to their share of the global population, considering differences in terms of accessibility
5. Nutrition	Food nutrient adequacy	Allocation people then to countries proportionally with respect to their share of the global population, considering differences in terms of nutrition levels
C. Right to development		
6. Poverty line	Poverty headcount ratio	Allocation to people then to countries proportionally with respect to their share of the global population below a certain level of income
7. Development level	Population weighted by HDI	Allocation to people then to countries proportionally with respect to their development needs as indicated by the HDI
D. Sovereignty		
8. Land	Territorial land surface	Allocation to countries proportionally with respect to their territorial share of the global land surface
9. Biocapacity	Territorial biocapacity	Allocation to countries proportionally with respect to their territorial share of global biocapacity
10. Economic throughput	GDP	Allocation to countries proportionally with respect to their share of the global economic throughput (GDP)
11. Grandfathering	Consumption-based environmental impacts	Allocation to countries proportionally with respect to their share of global environmental impacts (from a consumption perspective), i.e. grandfathering
E. Capability		
12. Income	Inverse GDP	Allocation to countries by considering an inverse proportional relationship with respect to their share of global income (inverse GDP)
13. Cumulative income	Inverse cumulative GDP	Allocation to countries by considering an inverse proportional relationship with respect to their share of cumulative global income (inverse cumulative GDP)

Note: GDP, gross domestic product.

Hoff et al. 2017

De allocatie wordt gedaan volgens het per capita principe.

Data-bronnen

Meer informatie wordt gegeven in annex 1 van het document EEA / FOEN, met inbegrip van databronnen en referentiejaren waarvoor de berekeningen werden uitgevoerd.

Resultaat

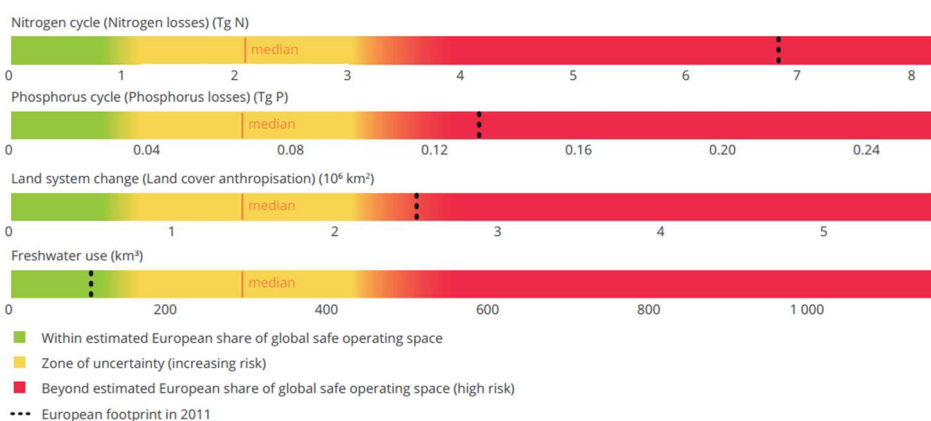
Conclusies

EEA/FOEN report, 2020

Het resultaat over de vier bestudeerde grenzen wordt in onderstaande figuur aangegeven. Hierin wordt zowel de grens aangegeven, met inbegrip van de 'onzekerheid' als gevolg van de verschillende berekeningswijzen, als de mediaanwaarde van die grens over de verschillende berekeningswijzen en de huidige toestand.

Hieruit blijkt dat de grens overschreden wordt voor Europa voor 3 van de 4 bestudeerde grenzen. Enkel voor het gebruik van zoetwater werd de grens nog niet overschreden.

Figure 5.5 Overview of European performance, 2011



Note: The yellow range of the figure represents the average range across the five allocation principles, with a median of 7.3 %. This yellow range is defined as the 'zone of uncertainty' to reflect the normative process of defining a European 'safe operating space'.

Source: Own calculations.

- Voor N wordt de grens voor elk van de allocatieprincipes overschreden. De overschrijdingsfactor ten opzichte van de mediaangrens bedraagt 3,3 (ter vergelijking: de globale grens wordt met een factor 1,7 overschreden).
- Voor P wordt de grens overschreden voor elk van de allocatieprincipes behalve wanneer de grens bepaald wordt op basis van het soevereiniteitsallocatieprincipe. De overschrijdingsfactor ten opzichte van de mediaan grens bedraagt 2 (= vergelijkbaar met de overschrijdingsfactor van de globale grens).
- Voor antropogeen landgebruik wordt de grens overschreden voor elk van de allocatieprincipes behalve wanneer de grens bepaald wordt op basis van het soevereiniteitsallocatieprincipe. De overschrijdingsfactor ten opzichte van de mediaan grenswaarde bedraagt 1,8. Op wereldschaal wordt de globale grens nog niet overschreden.
- Voor zoetwatergebruik wordt de grens nog niet overschreden (factor 3 onder de grens). Ook op wereldschaal wordt de globale grens nog niet overschreden (factor 3,3 onder de grens).

Hoff et al. 2017

Het resultaat wordt in deze publicatie als volgt visueel weergegeven. Hier wordt slechts 1 allocatiemethode gebruikt (nl. per capita) en wordt zowel de voetafdruk als de territoriale methode naast elkaar gelegd.

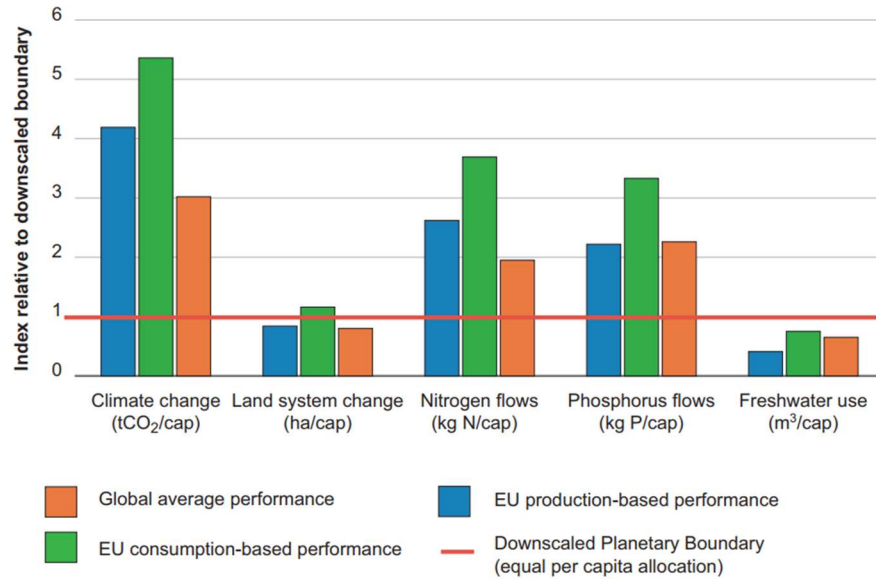


Figure 2: The EU's production- and consumption-based performance (2007–2013) and global average performance on five Planetary Boundaries, benchmarked against downscaled values
 Note: All values are EU-wide, except the performance for nitrogen flows, which has been calculated for Germany only due to limited data availability.

**Beleids-
gevolgen**

EMA/FOEN (2020)

Veel beleidsaandacht gaat reeds naar klimaatverandering, en de laatste tijd ook naar biodiversiteitsverlies. De processen van klimaatverandering en biodiversiteitsverlies zijn echter nauw verbonden met andere processen die door de planetaire grenzen in kaart worden gebracht en waar momenteel nog minder aandacht naar toe gaat. Het in kaart brengen van de gebruikte ruimte voor deze andere processen via de planetaire grenzen kan ertoe leiden dat er meer beleidsaandacht gaat naar deze andere processen.

Het concept van de planetaire grenzen kan gebruikt worden om beleidsdoelstellingen vast te leggen.

Vanuit de resultaten van het berekenen van de Europese voetafdrukken en de vergelijking met de grenzen, kan gesteld worden dat P-verlies uit landbouw met een factor 3, N-verlies uit landbouw met een factor 2 en antropogeen landgebruik met een factor 2 gereduceerd moeten worden om binnen de aan Europa toegekende grenzen te blijven.

Voor elk van de grenzen moet dan nagegaan worden welke beleidsmaatregelen reeds genomen worden om de impact te reduceren en of bijkomende maatregelen nodig zijn. In plaats van thematisch beleid op te stellen, wordt gesteld dat een meer integraal beleid nodig is om een evolutie in gang te zetten naar het niet overschrijden van de grenzen via het beïnvloeden van de drijvende krachten voor de impacts: bv. via beleid dat inspeelt op het systeem van consumptie en productie (voedselsystemen, energiesystemen, mobiliteitsystemen). Het voedselsysteem heeft grote impact op de bestudeerde grenzen. Hefbomen moeten gezocht worden om de transformatie van dit systeem in gang te zetten.

Verder kan een brede dialoog op gang gebracht worden over de allocatieprincipes. De keuze voor een bepaald allocatieprincipe is een normatieve keuze.

	<p>Als we via een bepaald allocatieprincipe 'meer ruimte' verkrijgen voor Europa, wil dit automatisch zeggen dat er minder ruimte overblijft voor andere landen.</p>
--	--

Hoff et al. (2017)

In deze publicatie wordt aangegeven dat de planetaire grenzen ook kunnen worden gebruikt om de landen van de EU te benchmarken. Indicatoren vanuit EEA/EAP zouden hiervoor kunnen worden geselecteerd.

1.1.3 Referenties

Geconsulteerde bronnen:

- Is Europe living within the limits of our planet? An assessment of Europe's environmental footprints in relation to planetary boundaries. Joint EEA/FOEN Report. EEA report | No 01/2020.
- Hoff H., Cornell S., Lucas P. (2017). Bringing EU policy in line with the Planetary Boundaries. Policy Brief. Stockholm Environment Institute.

1.2 NEDERLAND

1.2.1 Achtergrond

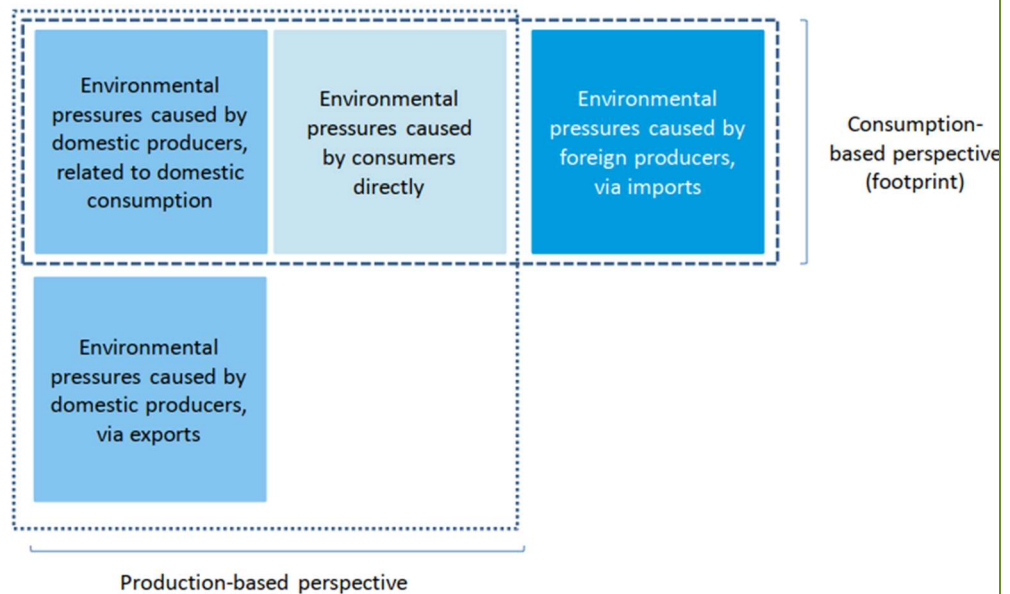
Motivatie om met planetaire grenzen te werken is de doelstelling die in Agenda 2030 is opgenomen om de SDG's te vertalen naar Nederlandse doelstellingen. Omdat de SDG's vaak niet kwantitatief geformuleerd zijn, wordt het kader van de planetaire grenzen gebruikt om de mondiale SDG-ambities rond natuur en milieu verder te concretiseren.

1.2.2 Landenfiche Nederland

Selectie van proxy-indicatoren voor de planetaire grenzen	
Keuze methodologie	<p>In Lucas et al. (2019) worden zowel de voetafdrukbenadering als de territoriale benadering gehanteerd, met volgende motivaties:</p> <ul style="list-style-type: none">- Nationaal milieubeleid en internationale overeenkomsten zijn vooral gericht op het verminderen van milieudruk binnen de grenzen als gevolg van nationale productie.- Voetafdrukindicatoren werden tot nu enkel berekend voor grondstoffen en broeikasgassen. Verbreding van de voetafdrukindicatoren is gewenst om de wereldwijde milieudruk als gevolg van de Nederlandse consumptie en het effect van maatregelen te kunnen volgen. <p><u>Bemerking:</u> Nederland scoort relatief goed t.o.v. andere landen als de impact van de productie wordt vergeleken met de grenzen (territoriale benadering) (m.u.v. klimaatverandering), onder andere omdat het Nederlandse landgebruik zeer efficiënt is. Nederland scoort minder goed dan het EU gemiddelde en veel minder goed dan mondiaal gemiddelde wanneer naar de impact van consumptie wordt gekeken (voetafdruk benadering). De milieuvoetafdruk van Nederland blijft min of meer constant sinds 1995; het aandeel van de nationale voetafdruk dat buiten de grenzen van Nederland wordt gerealiseerd, is de afgelopen decennia groter geworden.</p> <p>In Lucas en Wilting (2018) wordt gesteld dat de voetafdrukmethode niet als een alternatief moet worden gezien van de territoriale benadering, maar eerder als een benadering die complementaire informatie geeft. Daarenboven beargumenteren een aantal studies dat de voetafdrukmethode een 'eerlijker' en 'correcter' beeld geeft van de globale milieu-impact.</p>

Figure 3

Accounting framework for environmental pressures and impacts



Voordeel van productiegebaseerde benadering: gegevens zijn gemakkelijker beschikbaar. Voor de voetafdrukmethode moet via multi-regionale input-output modellen gewerkt worden (die financiële stromen tussen sectoren in en tussen regio's in kaart brengen).

Berekeningswijze:

Voetafdrukindicatoren worden berekend gebruik makend van de MRIO analyse. Voor deze analyses zijn zowel economische input-output data nodig als milieudata.

- De economische input-outputdata werden bekomen van de World Input Output Database (WIOD);
- Voor de milieudata wordt de databron weergegeven in de secties hieronder.

Databronnen om deze berekeningen uit te voeren zijn beschreven vanaf p. 50 in het achtergronddocument (Lucas en Wilting, 2018).

Hieronder geven we algemene formules weer voor de berekeningen.

The calculation of the environmental footprints related to Dutch and EU consumption was carried out by using MRIO analysis. The general MRIO model for calculating the environmental footprint, depicting the environmental pressures related to final demand, E_i , in a certain country or region i , is:

$$E_i = d (I - A)^{-1} y_i + D_i \quad (1)$$

with

- d row vector of direct environmental pressure intensities (depicting the pressure from one unit of production for all sectors and regions).
- A matrix of input coefficients covering all regions and sectors in the model; this matrix is based on domestic economic input-output tables per region and trade flows between regions. The domestic and import coefficients depict the intermediate input requirements per unit of production (output) for each sector.
- I identity matrix with 'ones' at the diagonal of the matrix and 'zeros' for all other elements of the matrix; matrix $(I - A)^{-1}$ is the Leontief inverse matrix, named after the founding father of IO analysis, Wassilli Leontief (Dietzenbacher and Lahr, 2004).
- y_i vector of final demand of region i ; this vector includes both domestically produced final demand as well as final demand imported from other regions. Final demand concerns demand for final goods and services, including investments and private and public consumption.
- D_i scalar: direct environmental pressure of final demand in region i .

<p>Klimaat- verandering</p>	<p>Keuze proxy-indicatoren Gebruikte indicator: CO₂-emissies (in Gton CO₂ per jaar).</p> <p>De grens is eigenlijk uitgedrukt in maximale CO₂ concentratie in de atmosfeer. Beleidsmatig is dit vertaald in maximale temperatuurstijging (nl. < 2 °C, en liefst < 1,5 °C). Van hieruit kan berekend worden hoeveel CO₂ emissies nog mogelijk zijn om onder deze temperatuurstijging te blijven.</p> <p>Berekeningsmethode en databronnen <u>Voetafdruk:</u> Data voor CO₂-emissies werden bekomen vanuit WIOD. Enkele kleinere aanpassingen werden hieraan gedaan.</p> <p>Een verdeling van de broeikasgasemissies voor subsectoren in de sector landbouw werden bekomen vanuit EXIOBASE. Deze aandelen werden toegepast op de data uit WIOD.</p> <p>De uitstoot van broeikasgassen werd uitgedrukt in CO₂-equivalenten.</p> <p><u>Productiegebaseerd:</u> Beschikbare data uit nationale statistieken</p> <p>Planetaire grens voor de gekozen proxy-indicator Voor < 2 °C is de globale grens 840 Gton CO₂ (590 – 1240) (vanaf 2015) Voor < 1,5 C is de globale grens gelegd op 400 Gton CO₂ (390 – 440) (vanaf 2015)</p>
<p>Verandering in integriteit biosfeer</p>	<p>Biodiversiteitsverlies wordt vaak gezien als een lokaal / regionaal probleem. Indien niet onder controle kan het echter cascaderen tot een globaal probleem. Het belang van het goed functioneren van ecosystemen is immers belangrijk voor het welzijn van de mens. Deze grens is sterk interafhankelijk van de andere planetaire grenzen. Er is nog weinig geweten over hoeveel biodiversiteit verloren kan gaan, voor de weerbaarheid van het systeem helemaal verloren gaat.</p> <p>Voorgestelde controlevariabelen:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Rockström (2009) stelt als controlevariabele voor: Antropogeen biodiversiteitsverlies – uitgedrukt als snelheid globaal species extinction; - Steffen (2015) gebruikte twee controlevariabelen: <ul style="list-style-type: none"> o Global extinction rate; o Biodiversity Intact Index (BII). <p>Beide moeten beschouwd worden als ‘interim’ variabelen – tot een betere meetbare variabele beschikbaar is.</p> <p>Keuze proxy-indicatoren Gebruikte indicator: areaal MSA dat verloren is gegaan, met MSA = <i>mean species abundance</i> (gemiddelde populatie omvang van inheemse soorten ten opzichte van hun populatie omvang in een ongestoorde situatie).</p> <p>MSA is gelijkaardig als indicator aan BII, zoals door Steffen et al. voorgesteld, behalve dat MSA geen rekening houdt met toegenomen diversiteit als gevolg van</p>

	<p>verstoring zodat vermindering in voorkomen van één soort niet kan gecompenseerd worden door toegenomen voorkomen van een andere soort.</p> <p>Berekeningsmethode en databronnen</p> <p><u>Voetafdruk:</u> Via het GLOBIO model (versie 3.5) kan de relatie gelegd worden tussen verschillende drukfactoren en MSA. GLOBIO berekent de resterende biodiversiteit, uitgedrukt als MSA van de oorspronkelijk voorkomende soorten, in relatie tot verschillende drukfactoren zoals klimaatverandering, landgebruik en infrastructuur.</p> <p>De berekeningswijze voor de biodiversiteitsvoetafdruk is een uitbreiding van de ecologische voetafdruk methode en wordt hieronder weergegeven:</p> <p>The model for calculating biodiversity footprints is an extension of the environmental footprint model by including biodiversity impact factors. These impact factors depict the biodiversity impact per unit of environmental pressure. The formula for calculating the biodiversity footprint, depicting the biodiversity impact related to final demand, B_i, in a certain country or region j, is:</p> $B_j = i (M \circ D) (I - A)^{-1} y_j + m_j d_j \quad (2)$ <p>with</p> <p>i vector of ones required to sum the biodiversity losses of individual environmental pressures;</p> <p>M matrix of biodiversity impact factors depicting the biodiversity impacts per unit of environmental pressure;</p> <p>D matrix of direct environmental pressures depicting the direct environmental pressures of one unit of production for all sectors;</p> <p>I identity matrix;</p> <p>A matrix of input coefficients;</p> <p>y_j vector of final demand of region j;</p> <p>m_j vector of biodiversity impact factors related to direct environmental pressures of final demand in region j;</p> <p>d_j vector of the direct environmental pressures from final demand in region j.</p> <p><u>Productiegebaseerd:</u> Beschikbare data uit nationale statistieken</p> <p>Planetaire grens voor de gekozen proxy-indicator Voor de BBI indicator stelt Steffen (2015) een grens voor van 90 %. Deze is hoogst onzeker, omdat men niet zeker is van de gevolgen van biodiversiteitsverlies. Men simuleerde verschillende combinaties van landgebruikstypes met BBI waarden tussen 80 en 100 % en berekende de overeenkomstige MSA waarden . Via een regressieanalyse van de gesimuleerde MSA-waarden bekwam men een MSA waarde van gemiddeld 72 % als grenswaarde.</p>
Aantasting ozonlaag	Niet bepaald
Verzuring van de oceanen	Niet bepaald
Verstoring biogeo-chemische kringlopen	<p>Keuze proxy-indicatoren Gebruikte indicatoren:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Voor N: hoeveelheid N die gefixeerd zal worden (ton / jaar) - Voor P: hoeveelheid P meststof die gebruikt is (ton / jaar)

	<p>De grens wordt bepaald door het verstoren van de N- en P-cyclus. Het vastleggen van biologisch onbeschikbaar N (als N₂) in reactieve elementen kan eutrofiëring, verzuring, enzovoort veroorzaken. Impacts van N-depositie zijn eerder regionaal, maar kunnen ‘cascaderen’ naar meer globale gevolgen (biodiversiteitsverlies, ...). Rockström gebruikte de hoeveelheid N₂ onttrokken aan de atmosfeer als controlevariabele. Omdat N₂ zowel bedoeld (voor landbouw) als onbedoeld (bv. door transport, ...) wordt onttrokken, met verschillende gevolgen, kunnen deze niet zomaar opgeteld worden. Steffen et al. (2015) focust op eutrofiëring en gebruikt dus N-vastlegging in meststof en door planten. Ook voor Nederland wordt deze indicator overgenomen.</p> <p>Fosfor is nodig voor landbouwproductie, maar bij een te hoog gebruik veroorzaakt het eutrofiëring van oppervlaktewater. Rockström (2009) focuste op kustsystemen (P dat het kustwater bereikt). Steffen vulde dit aan met P dat in zoetwatersystemen terecht komt via erosie. Enkel anorganische P uit kunstmest wordt beschouwd, omdat organische meststoffen eigenlijk binnen het landbouwsysteem gerecycleerd werden. Omwille van databeschikbaarheid wordt in Nederland gekozen om te focussen op zoetwater eutrofiëring, via het gebruik van P-meststoffen.</p> <p>Berekeningsmethode en databronnen <u>Voetafdruk:</u> Zie hierboven – algemene berekeningsmethode voor de berekening van de voetafdruk.</p> <p><u>Productiegebaseerd:</u> Beschikbare data uit nationale statistieken.</p> <p>Planetaire grens voor de gekozen proxy-indicator</p> <ul style="list-style-type: none"> - Globale grens voor stikstoffixatie ligt in een range van 20 tot 133 Tg N / jaar, waarvan ruw geschat 50 – 80 Tg N / jaar nodig is voor voedselzekerheid. De globale planetaire grens werd door Steffen et al. (2015) vastgelegd op 63 Tg / jaar. - Globale grens voor P (Steffen et al., 2015) voor rivierwaterkwaliteit: 160 mg / m³ en max. 6,2 Tg P / jaar dat afvloeit naar de oceanen. Voor wat betreft toediening op landbouwgrond komt dit neer op: 4,1 à 7,5 kg P / ha / jaar.
<p>Land-gebruiks-verandering</p>	<p>Keuze proxy-indicatoren Gebruikte indicator: aandeel land gebruikt voor landbouw.</p> <p>Wijziging in landgebruik wordt voornamelijk veroorzaakt door bijkomende landinname door landbouw en gebruik van hout. Deze wijzigingen veroorzaken veranderingen in energie- en waterfluxen, alsook impact op klimaat, ecosysteemfuncties, enzovoort.</p> <p>Rockström (2009) gebruikt het aandeel land omgezet naar landbouwland als controlevariabele, Steffen et al. (2015) de oppervlakte bos (als aandeel) ten opzichte van oorspronkelijke bedekking door bos.</p>

	<p>In Nederland werd de controlevariabele van Rockström gebruikt, omwille van databeschikbaarheid, vooral voor het berekenen van impact via de voetafdruk benadering.</p> <p>Berekeningsmethode en databronnen</p> <p><u>Voetafdruk:</u> Zie algemene berekeningsmethode voor voetafdruk.</p> <p><u>Productiegebaseerd:</u> Beschikbare data uit nationale statistieken</p> <p>Planetaire grens voor de gekozen proxy-indicator De globale grens voor wijziging in landgebruik werd gezet op 15 % van de totale landoppervlakte ingenomen door landbouw, met een onzekerheidsmarge van 15 % tot 20 %. Deze waarden werden ook gebruikt voor de berekening voor Nederland.</p>
Zoetwater gebruik	Niet opgenomen
Lucht-vervuiling	Niet opgenomen
Nieuwe entiteiten	Niet opgenomen
Berekening van de veilige ruimte	
Allocatie-benadering	<p>De allocatie van de globale grenzen naar het niveau van Nederland werd uitgevoerd op basis van drie allocatieprincipes en zes berekeningsmethoden. De expliciete keuze om meerdere berekeningswijzen toe te passen voor de allocatie is gebeurd op basis van de wetenschap dat er meerdere interpretaties zijn van wat een 'juiste' verdeling is. In het onderzoek is men vertrokken vanuit verschillende benaderingen van verdeling zoals die geopperd werden door verschillende landen in de problematiek van de verdeling van uitstoot van broeikasgassen.</p> <p>Het is belangrijk om ook de juiste boodschap mee te geven achter elk van de allocatieprincipes. Als een bepaalde berekeningswijze leidt tot een grotere beschikbare 'ruimte' voor Nederland, wil dit immers zeggen dat je aangeeft dat andere landen dan zullen moeten toekomen met een kleinere beschikbare 'ruimte'. Dit is een normatieve keuze die gemaakt wordt.</p> <p>Gehanteerde berekeningswijzen voor de Nederlandse oefening:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 'Grandfathering' – landen hebben recht op ecologische ruimte, gerechtvaardigd door gevestigde gewoonten en gebruik; - 'Equal per capita' – alle mensen hebben gelijke rechten op ecologische ruimte; - 'Cumulative equal per-capita' – waarbij ook rekening gehouden wordt met de verwachte bevolkingsgroei (scenario's SSP1, SSP2 en SSP3 uit Riah et al. 2017); - 'Ability to pay' – hoe groter het vermogen om te handelen of te betalen, hoe groter het aandeel in wereldwijde mitigatie van de milieudruk moet zijn;

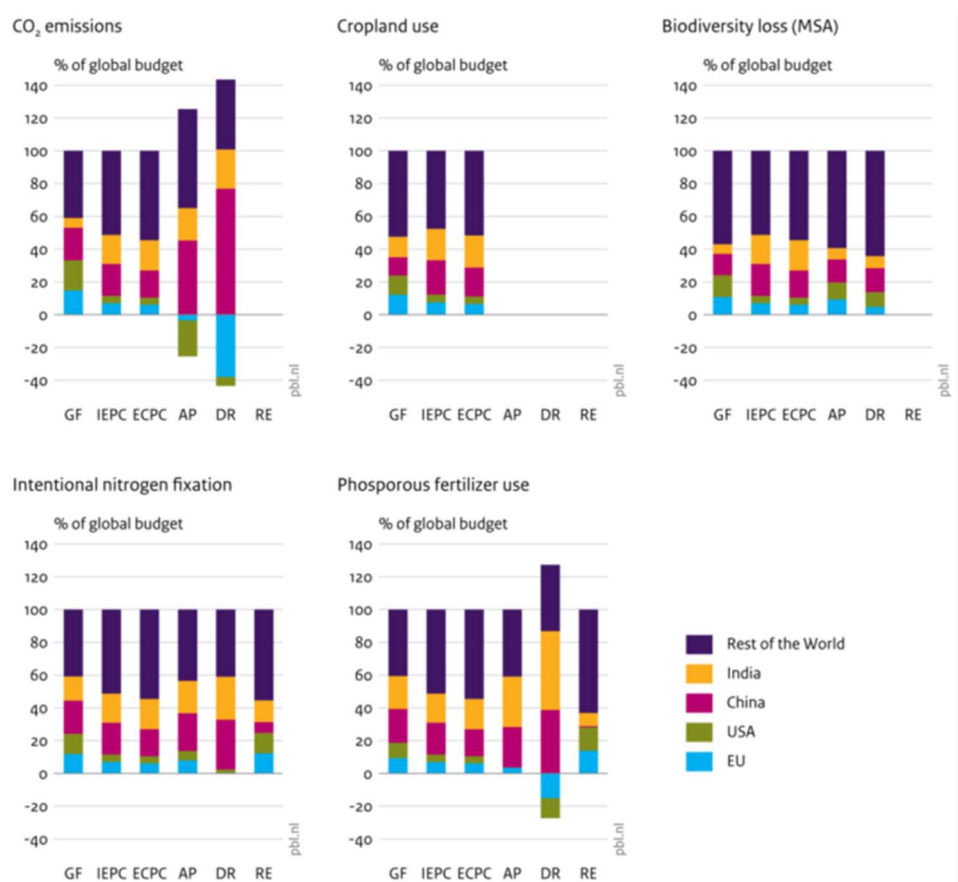
- 'Development rights' – cfr. ability to pay, gebruik makend van de Responsibility Capacity Index (RCI);
- 'Resource efficiency' (enkel voor N- en P-flow) – verdeling gebaseerd op het efficiënt gebruik van hulpbronnen (hoe efficiënter, hoe kleiner het aandeel van de globale ruimte wordt toegewezen).

De methoden 'ability to pay' en 'development rights' kunnen leiden tot een 'negatieve' grens, indien hetgeen extra gereduceerd moet worden groter is dan hetgeen wordt uitgestoten (bv. bij broeikasgassen is dit het geval). Er moet in dat geval bijkomend gecompenseerd worden (bv. carbon-negatief).

De figuur hieronder geeft de resultaten weer van de verschillende berekeningen.

Figure 5

National and regional shares for the various allocation approaches



GF = Grandfathering; IEPC = Immediate equal per capita allocation; ECPC = Equal cumulative per capita allocation; AP = Ability to pay; DR = Development rights; RE = Resource efficiency

Zwakte van al deze methoden is dat geen rekening gehouden wordt met ruimtelijke en tijdsgebonden eigenschappen van de uitdagingen. De uitstoot van broeikasgassen is een wereldwijd probleem, dus daar speelt de ruimtelijke verdeling als probleem minder, maar bv. voor antropogeen landgebruik kan de globale grens minder gemakkelijk 'gelijk' verdeeld worden over de landen. Ook voor biodiversiteit is dit moeilijk: biodiversiteitsverlies in Nederland kan niet evenwaardig gecompenseerd worden elders en andersom.

In het achtergronddocument worden conclusies gegeven van andere studies naar vertaling van planetaire grenzen naar nationale of regionale grenzen. Hieronder geven we een aantal van deze conclusies weer:

- Databeschikbaarheid is een belangrijke voorwaarde voor het toepassen van de allocatiemethode. Databeschikbaarheid kan een probleem zijn om drempelwaarden te bepalen op basis van nationale of regionale kritieke processen.
- Top down verdeling van de globale waarden voor de planetaire grenzen sluit aan bij het concept van de planetaire grenzen, vertrekt vanuit voetafdrukbenadering en neemt de ethische dimensie in acht.
- De bottom-up verdeling – vanuit productiebenadering –sluit minder dicht aan bij het concept van planetaire grenzen en houdt meer rekening met ‘rechtvaardigheid’ in termen van regionaal welzijn van de bevolking dan van verdeling tussen landen.

Conclusie van Häyhä et al. (2016) is dat de toekomstige vertalingen aan volgende voorwaarden moeten voldoen:

- Alloceer de globale grenzen met behulp van meerdere principes en berekeningswijzen zodat de gevolgen van de keuze voor de ene of andere berekeningswijze kunnen worden ingeschat;
- Gebruik zeker (ook) een voetafdrukgebaseerde benadering bij de begroting van de door een land ingenomen ruimte;
- Schenk meer aandacht aan het tijdsperspectief – daar zowel de processen achter de planetaire grenzen als de interacties dynamisch zijn.

In de Nederlandse studie houdt men rekening met de eerste twee aanbevelingen.

Opmerking: het is uit de publicatie niet duidelijk hoe de ‘production-based’ grenzen werden bepaald.

Het resultaat van de allocatie oefening van de grenzen voor Nederland is weergegeven in onderstaande tabel:

Table 4

Per capita allocation results for the Netherlands

	CO₂ emissions (tCO₂/cap)	Cropland use (ha/cap)	Intentional nitrogen fixation (kgN/cap)	Phosphorus fertiliser use (kgP/cap)	Biodiversity loss (MSA) (ha/cap)
The Netherlands					
<i>Consumption-based</i>					
Grandfathering	1.9	0.5	16.8	1.4	0.9
Equal per capita	0.7 [0.5–0.7]	0.3 [0.2–0.3]	9.0 [5.9–9]	0.9 [0.6–0.9]	0.5 [0.4–0.5]
Cumulative equal per capita	0.6 [0.6–0.6]	0.3 [0.2–0.3]	8.1 [7.3–8.5]	0.8 [0.7–0.8]	0.5 [0.4–0.5]
Ability to pay	-1.7 [-3.1–0.9]		9 [5.4–14.3]	0.2 [-0.4–1]	0.8 [0.7–0.9]
Development rights	-6.6		-10.8	-3.7	0.1
Resource efficiency			19.3	2.2	
Full range	-6.6–1.9	0.1–0.5	-10.8–19.3	-3.7–2.2	0.1–0.9
<i>Production-based</i>					
Full range	-6.8–1.9	0.1–0.5	-30.0–9.0	-6.6–0.9	-0.5–0.5
Global average	0.7	0.3	9.0	0.9	0.5

See Box 1 for description of approaches. Not all approaches could be applied for all planetary boundaries. For several approaches different parameterisations are possible. The First value is based on default settings. Numbers between brackets is the range over the alternative settings.

Data-bronnen

De berekeningswijzen voor de allocatie van de grenzen naar Nederland worden weergegeven op p. 47 van het achtergronddocument (zie uittreksel hieronder).

Appendix B: Formula for allocation approaches

In our analysis we use six distinct allocation approaches, based on different underlying equity principles. The allocation approaches build on approaches applied in Van den Berg et al. (submitted). Here we present the derived equations for each of the approaches:

Grandfathering (GF):

$$pb_{c,r,GF} = \frac{e_{c,r,t=2010}}{E_{r,t=2010}} \cdot PB_r$$

Per capita allocation (IEPC):

$$pb_{c,r,IEPC} = \frac{pop_{c,t}}{POP_t} \cdot PB_r$$

Equal cumulative per capita allocation (ECPC):

$$pb_{c,r,ECPC} = \frac{\sum_{t=2010}^{t_{end}} pop_{c,t}}{\sum_{t=2010}^{t_{end}} POP_t} \cdot PB_r$$

Ability to pay (AP):

$$pb_{c,r,AP} = e_{c,r,t=2010} - \left(\frac{e_{c,r,t=2010} \cdot \sqrt[3]{\frac{gdp_{pc,t}}{GDP_{pc,t}}}}{\sum_{c \in \text{all countries}} e_{c,r,t=2010} \cdot \sqrt[3]{\frac{gdp_{pc,t}}{GDP_{pc,t}}}} \right) \cdot (E_{r,t=2010} - PB_r)$$

Development Rights (DR):

$$pb_{c,r,DR} = e_{c,r,t=2010} - \left(\frac{RCI_{c,t=2010}}{RCI_{t=2010}} \right) \cdot (E_{r,t=2010} - PB_r)$$

Resource efficiency (RE):

$$pb_{c,r,RE} = e_{c,r,t=2010} - \left(\frac{e_{c,r,t=2010} \cdot \frac{re_{c,t=2010}}{RE_{t=2010}}}{\sum_{c \in \text{all countries}} e_{c,r,t=2010} \cdot \frac{re_{c,t=2010}}{RE_{t=2010}}} \right) \cdot (E_{r,t=2010} - PB_r)$$

pb = scaled planetary boundary; PB = planetary boundary level; e = country-level environmental pressure; E = global environmental pressure; pop = country-level population; POP = global population; gdp_{pc} = country-level per capita GDP; GDP_{pc} = global per capita GDP; rci = country-level responsibility capability index; RCI = responsibility capability index summed over all countries; re = country-level resource efficiency; RE = global resource efficiency; c = country; r = planetary boundary, t = year

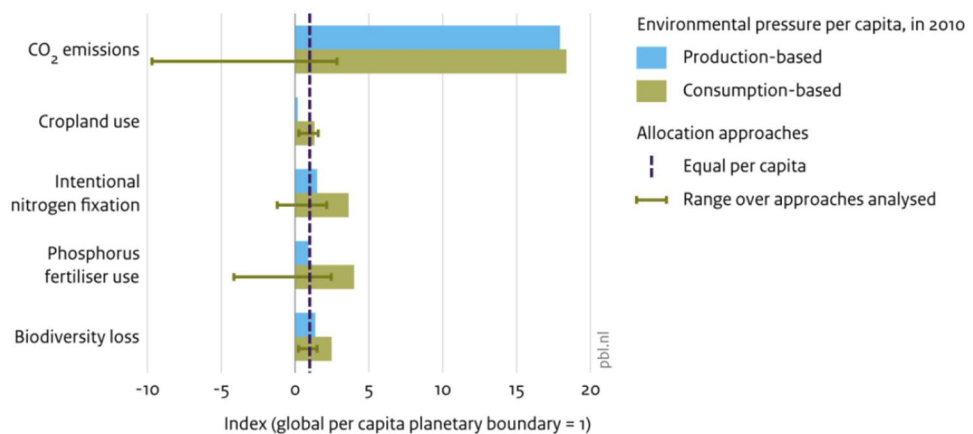
Resultaat

Conclusies

Het samenvattende resultaat wordt weergegeven in één figuur (zie figuur hieronder) die de Nederlandse milieudruk weergeeft, zowel de voetafdruk als de productiegebaseerde druk en die vergelijkt met de grenswaarden, zoals ze gealloceerd waren voor Nederland. De equal per capita grenswaarde wordt als basis genomen voor deze vergelijking; met een onzekerheidsaanduiding wordt aangegeven hoe veel hoger / lager de grenzen voor Nederland kunnen liggen.

Figure 3

Dutch environmental pressures compared to allocated planetary boundaries



Source: PBL

Hoofdconclusies uit deze figuur:

- Territoriale benadering: enkel voor broeikasgassen wordt de grens (alle allocatiebenaderingen) overschreden.
- Voor de voetafdrukbenadering worden alle grenzen overschreden.

Beleids-gevolgen

Vanuit het onderzoek werden volgende aanbevelingen geformuleerd naar het beleid:

- De benadering met de planetaire grenzen kan helpen om kwantitatieve doelstellingen te formuleren voor de verschillende SDG doelstellingen.
- De verschillen tussen de huidige milieu-impact en de afgeleide nationale grenzen kan helpen om nationale beleidsdoelstellingen of reductiedoelstellingen te definiëren (zie tabel hieronder).

Table 4

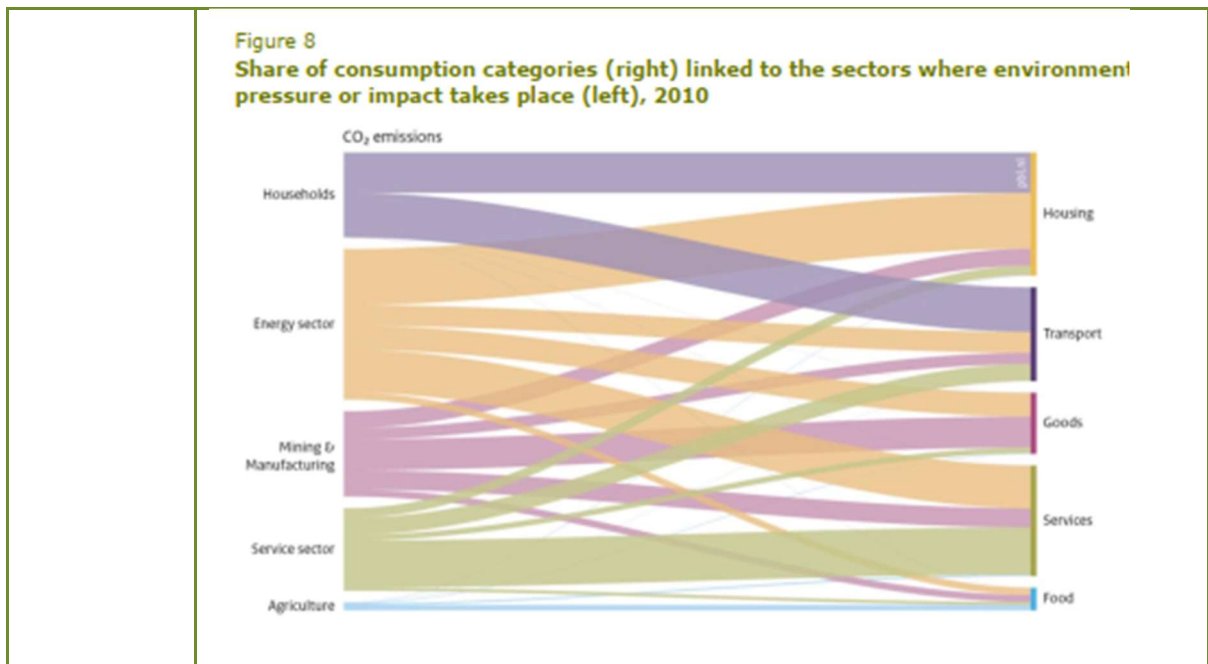
Reduction objectives compared to environmental footprints, resulting from alternative allocation approaches

	Nether-lands (%)	EU (%)	USA (%)	China (%)	India (%)	Global (%)
Climate change	85 – 113	85 – 104	85 – 118	65 – 87	49 – 85	85
Cropland use	-40 – 31	-40 – 19	-40 – 41	-180 – -40	-134 – -40	-40
Intentional N fixation	40 – 202	43 – 161	42 – 150	28 – 99	8 – 85	62
P fertiliser use	41 – 133	47 – 100	48 – 90	23 – 84	9 – 54	49
Biodiversity loss	31 – 91	31 – 69	31 – 77	-3 – 31	-116 – 31	31

Negative values represent growth instead of reduction

Om de impact te verminderen (voetafdrukbenadering) moet een opsplitsing gemaakt worden tussen impact die zich voordoet als gevolg van binnenlandse productie en milieu-impact die zich voordoet als gevolg van buitenlandse productie (gerelateerd aan binnenlandse consumptie). Voor de binnenlandse productie zijn er volgende opties: (i) lokale milieu-impact van de processen verminderen, (ii) efficiëntere productie en (iii) andere keuzes maken in het consumptiepatroon. Voor de buitenlandse productie moeten de aanvoer ketens meer duurzaam worden gemaakt en / of (ook) ingezet worden op duurzamere consumptie.

Om beleid te voeren is het nodig de impact uit te splitsen over de domeinen en sectoren, zie bijvoorbeeld de figuur hieronder. Deze uitsplitsing maakt duidelijk dat de gegevens relevant zijn voor vele beleidsdomeinen.



1.2.3 Referenties

Geconsulteerde bronnen:

- Lucas, P., H. Wilting & O.J. van Gerwen (2019), Van mondiale SDG-ambities naar nationale beleidsdoelen, Den Haag: Planbureau voor de Leefomgeving
- Lucas, P., H. Wilting & O.J. (2018) Towards a safe operating space for the Netherlands - Using planetary boundaries to support national implementation of environment-related SDGs. Policy Brief, Den Haag: Planbureau voor de Leefomgeving
- Lucas and Wilting (2018), Using planetary boundaries to support national implementation of environment-related Sustainable Development Goals, PBL Netherlands Environmental Assessment Agency, The Hague

1.3 ZWEDEN

1.3.1 Achtergrond

Doel van het Zweedse milieubeleid is om “een maatschappij te kunnen overhandigen aan de volgende generatie waarin de voornaamste milieuproblemen zijn opgelost en zonder extra milieu- en gezondheidsproblemen te creëren in het buitenland”.

Dit kadert in de 2050 visie van Europa: nl. “*Living well within the planetary boundaries*”, en de doelstellingen van Agenda 2030, de SDG’s,

Systeemverandering vraagt om een systemische benadering. Het beleid moet daarvoor ook gevoerd worden op verschillend niveaus. Opvolging moet gebeuren via indicatoren die de complexiteit van de transitie kunnen vatten.

Het onderzoek naar de planetaire grenzen is bedoeld om prioriteiten te kunnen leggen in het Zweedse milieubeleid.

De methodologie van de Europese studie door EEA/FOEN werd overgenomen:

- In termen van de allocatiemethoden (5 allocatie principes);
- In termen van de grenzen die bestudeerd werden (biogeochemical cycles, antropogeen landgebruik, zoetwatergebruik);
- In termen van de gekozen benadering voor de indicatoren (nl. voetafdruk);
- In termen van het referentiejaar voor gegevens (2011);
- In termen van de proxy-indicatoren die werden gekwantificeerd.

Daarnaast werd in de publicatie ook nagegaan of de sociale grenzen werden gerespecteerd (doughnut concept).

1.3.2 Landenfiche Zweden

Selectie van proxy-indicatoren voor de planetaire grenzen	
Keuze methodologie	<p>Voetafdrukindicatoren worden gebruikt. Voetafdruk indicatoren geven de druk op het milieu of het gebruik van grondstoffen weer vanwege de uiteindelijke vraag naar goederen en diensten.</p> <p>Voetafdruk indicatoren sluiten aan bij de algemene doelstellingen van het Zweedse milieubeleid (i.e. binnenlandse milieuproblemen oplossen, zonder daarbij milieu- en gezondheidsproblemen in andere landen als gevolg van binnenlandse consumptie te verhogen).</p> <p>Ook vergelijkbaarheid met de Europese studie is belangrijk. De methodologie uit het Europese onderzoek wordt overgenomen.</p> <p>In de tabel hieronder worden de controlevariabelen gegeven met grenswaarden vanuit verschillende bronnen:</p>

Table 2.1. A comparison between some control variables (summarily).
 Source: EEA/FOEN (2020) for discussions on Steffen et al. (2015) and Dao et al. (2015, 2018).
 See also Moberg (2020) for EAT-Lancet variables (Willett et al. 2018), and O'Neill et al. (2018).

		Control variable	Global limit	Unit
Nitrogen cycle	Steffen	N fixation	62–82	Tg N/year
	Dao	N losses		
	Moberg	N application	90 (65–130)	Tg N/year
Phosphorus cycle	Steffen	P flows	11–100	Tg P/year
	Dao	P release		
	Moberg	P application	8 (6–16)	Tg P/year
Land system change	Steffen	Forested land/original forest cover		
	Dao	Anthropised land area	19.4	million km ²
	Moberg	Cropland use	13 (11–15)	million km ²
Freshwater use	Steffen	Maximum amount of consumptive blue water use	4000	km ³ /year
	Moberg	Consumptive water use	2500 (1000–4000)	km ³ /year
Biodiversity loss	Moberg	Extinction rate	10 (1–80)	E/MSY*
	Steffen	Extinction rate	10	E/MSY*
Climate change	Moberg	GHG emissions	5 (4.7–5.4)	Gton CO ₂ e/year
	O'Neill	Atmospheric CO ₂ concentration/capita	1.6	tonnes CO ₂ /year

*E/MSY=yearly extinctions per million species-years

In de tabel hieronder worden de controlevariabelen en grenzen gegeven, zoals gebruikt voor het onderzoek voor Zweden:

Table 2.2. Control variables and global limits used in this study. Source: EEA/FOEN (2020).

Planetary boundary	EEA/FOEN control variable (compatible with European footprint data)	Global limit	Unit
Nitrogen cycle	Loss of nitrogen from agriculture per year	28.5	Tg N/year
Phosphorus cycle	Loss of phosphorus from agriculture and wastewater per year	0.92	Tg P/year
Land system change	Anthropised area	19 400 000	km ²
Fresh water use	Maximum amount of consumptive blue water use per year	4 000	km ³ /year

Berekeningen van de voetafdrukindicatoren voor Zweden zijn gebaseerd op de Europese berekeningen en zijn 'ruwe schattingen'. Doel is om een beeld te krijgen van de resultaten voor Zweden. Twee berekeningsmethoden werden gehanteerd:

- Swedish 1: De Europese per capita waarden werden gehanteerd en vermenigvuldigd met de bevolking van Zweden;
- Swedish 2: Beschikbare berekeningen voor voetafdruk voor Zweden werden als startpunt genomen. De per capita ecologische voetafdruk voor Zweden werd gedeeld voor de gemiddelde per capita voetafdruk uit EEA / FOEN. Deze waarde (1,22) werd gebruikt om de waarden vanuit EEA / FOEN om te rekenen naar Zweden, rekening houdend met de omvang van de Zweedse bevolking.

Table 4.1. Footprints in absolute values for Sweden based on two assumptions. Swedish 1 is calculated from the European values and Swedish 2 by using an approximation factor of 1.22.

Footprint	Swedish limit (absolute value)	Swedish 1	Swedish 2
Loss of nitrogen from agriculture per year (Tg N/year)	0.042	0.110	0.130
Loss of phosphorus from agriculture and wastewater per year (Tg P/year)	0.0014	0.0022	0.0027
Anthropised area (km ²)	29 000	39 000	48 000
Maximum amount of consumptive blue water use per year (km ³)	5.9	1.6	1.9

Table 4.2. Footprints in per capita values for Sweden based on two assumptions. Swedish 1 is equal to the European values and Swedish 2 is using an approximation factor of 1.22.

Footprint	Swedish limit (per capita)	Swedish 1	Swedish 2
Loss of nitrogen from agriculture per year (kg N/year)	4.5	11	14
Loss of phosphorus from agriculture and wastewater per year (kg P/year)	0.14	0.23	0.28
Anthropised (m ²)	3 040	4 150	5 060
Maximum amount of consumptive blue water use per year (m ³)	627	167	203

Beide methoden om de voetafdruk voor Zweden in te schatten geven een gelijkaardig resultaat.

**Klimaat-
verandering**

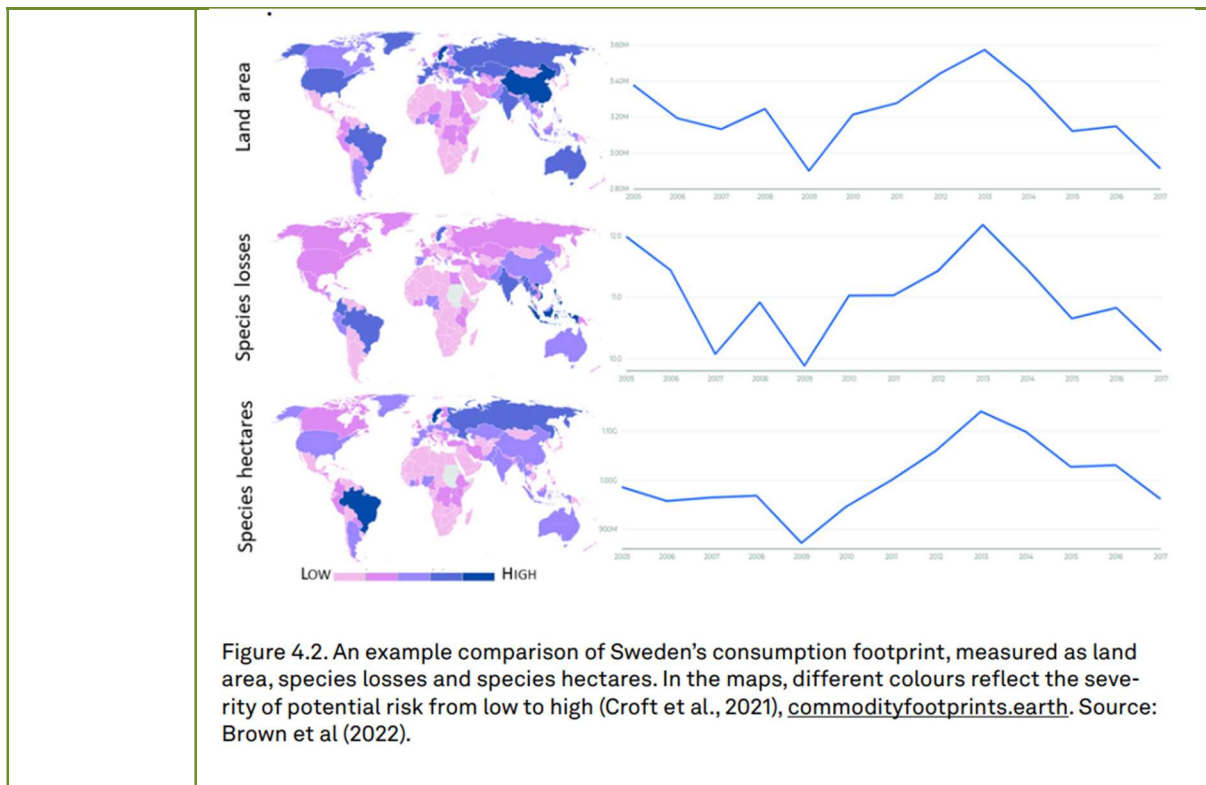
Niet opgenomen

**Verandering
in integriteit
biosfeer**

Niet opgenomen

In het PRINCE-onderzoek (*Policy Relevant Indicators for Consumption and Environment*) dat gefinancierd wordt door het Zweedse Milieu Agentschap werd een nieuw kader ontwikkeld voor het inschatten van de impact van consumptie. Het onderzoek heeft geleid tot interessante resultaten, die echter niet helemaal aansluiten bij de controlevariabelen van het concept planetaire grenzen.

Resultaten van het PRINCE-onderzoek voor biodiversiteit worden hieronder weergegeven.



Aantasting ozonlaag	Niet opgenomen
Verzuring van de oceanen	Niet opgenomen
Verstoring biogeo-chemische kringlopen	<p>Keuze proxy-indicatoren Dezelfde proxy-indicatoren werden gebruikt als door EEA / FOEN voor Europa.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Voor N: Stikstof verlies vanuit landbouw (Tg N). - Voor P: Fosfor verlies vanuit landbouw (Tg P). <p>Berekeningsmethode en databronnen De berekening van de waarden voor Zweden gebeurde als een benadering, vertrekkende vanuit de waarden voor Europa (EEA / FOEN) – zie hierboven.</p> <p>Planetaire grens voor de gekozen proxy-indicator Gehanteerde globale grenzen:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Voor N: 28,5 Tg N/ jaar (i.e. 4 kg N per capita) - Voor P: 0,92 Tg P/jaar (i.e. 0,13 kg P per capita)
Land-gebruiks-verandering	<p>Keuze proxy-indicatoren Gebruikte indicator: Areaal antropogeen landgebruik (in 10⁶ km²).</p> <p>Berekeningsmethode en databronnen De berekening van de waarden voor Zweden gebeurde als een benadering, vertrekkende vanuit de waarden voor Europa (EEA / FOEN) – zie hierboven.</p> <p>Planetaire grens voor de gekozen proxy-indicator De globale grens waarvan teruggerekend werd voor het bepalen van het Europese aandeel bedraagt 19.400.000 km² antropogeen land.</p>

<p>Zoetwater gebruik</p>	<p>Keuze proxy-indicatoren Gebruikte indicator: zoetwatergebruik (in km³).</p> <p>Berekeningsmethode en databronnen De berekening van de waarden voor Zweden gebeurde als een benadering, vertrekkende vanuit de waarden voor Europa (EEA / FOEN) – zie hierboven.</p> <p>Planetaire grens voor de gekozen proxy-indicator De globale grens bedraagt 4.000 km³ / jaar.</p>
<p>Lucht-vervuiling</p>	<p>Niet opgenomen</p>
<p>Nieuwe entiteiten</p>	<p>Niet opgenomen</p> <p>In het PRINCE-onderzoek (zie hierboven) wordt de voetafdruk berekend voor veterinaire antibiotica gebruik. Dit geeft onderstaande resultaten:</p> <div data-bbox="411 864 1378 1160" data-label="Figure"> </div> <p>Figure 4.3. Consumption-based veterinary antibiotic use for Sweden in tonnes of active substance. Sweden's consumption-based use of hazardous chemical products by consumed product. Source: Brown et al (2022).</p>
<p>Berekening van de veilige ruimte</p>	
<p>Allocatie-benadering</p>	<p>Vijf verschillende allocatiemethoden werden naast elkaar gebruikt, om zo een mediaanwaarde te bepalen alsook een zicht op de onzekerheid. De methodologie werd overgenomen uit de EEA / FOEN onderzoek voor Europa.</p> <p>Allocatieprincipes waarop de allocatieberekeningen zijn gebaseerd voor Zweden:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Equality - Needs - Rights to development - Sovereignty - Capability <p>Voor een beschrijving van de werkwijze wordt verwezen naar de Europese studie en naar de bijlagen bij het document. Onderstaande tabel geeft het principe van allocatie en de allocatiesleutel:</p>

Table 9.1. Allocation principles and allocation keys (for computation methods, see source).
Source: EEA/FOEN (2020), Table 3.2.

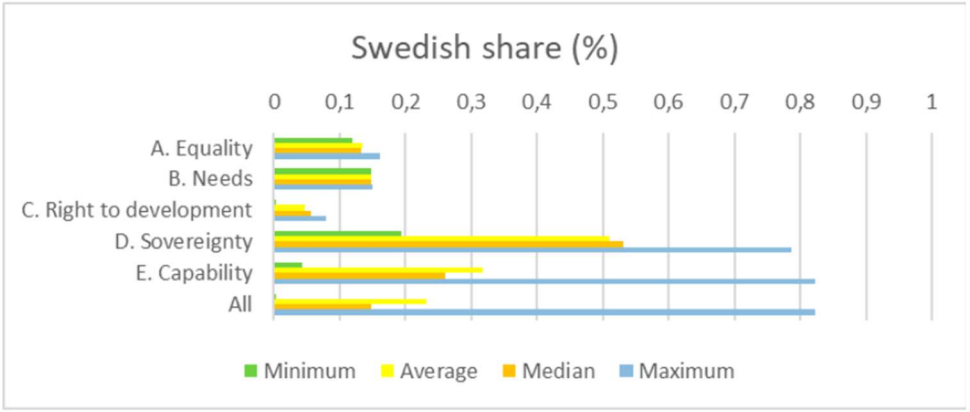
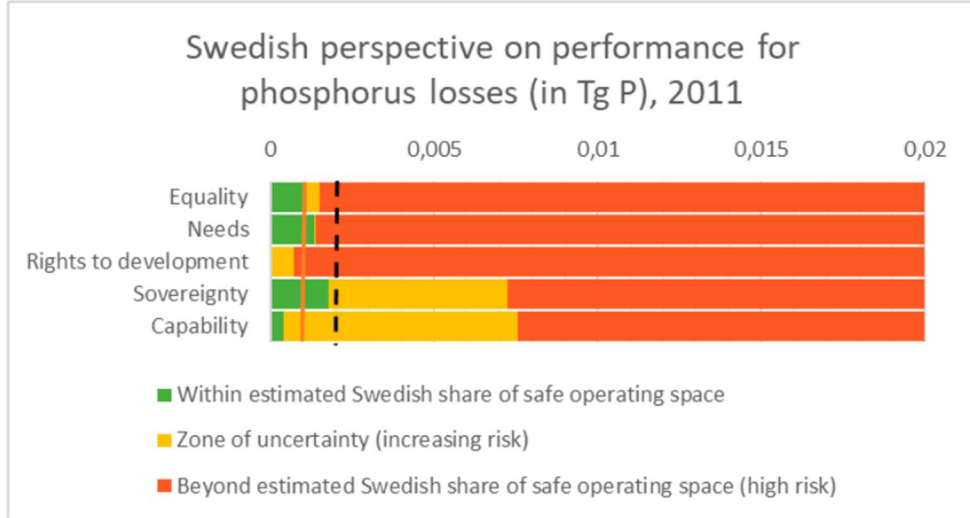
Allocation principles and computation methods	Allocation key
A. Equality	
1. Equal share per capita	Population
2. Equal share per capita over time	Cumulative population
B. Needs	
3. Equivalence between adults and children	Population weighted by age
4. Accessibility	Travel time to major cities
5. Nutrition	Food nutrient adequacy
C. Right to development	
6. Poverty line	Poverty headcount ratio
7. Development level	Population weighted by HDI
D. Sovereignty	
8. Land	Territorial land surface
9. Biocapacity	Territorial biocapacity
10. Economic throughput	GDP
11. Grandfathering	Consumption-based environmental impacts
E. Capability	
12. Income	Inverse GDP
13. Cumulative income	Inverse cumulative GDP

Er worden verschillende berekeningen uitgevoerd op basis van deze allocatiesleutels, waarvan dan minimale waarde, mediaan, gemiddelde en maximale waarde worden berekend, die dan samen in een figuur worden geplaatst.

Dit resulteert in onderstaand overzicht:

Table 3.3. Swedish limits for the planetary boundaries in focus based on five allocation principles (absolute values).

Planetary boundary	Control variable	Minimum limit	Average limit	Median limit	Maximum limit
Nitrogen cycle	Loss of nitrogen from agriculture per year (Gg N/year)	0.81	66	42	230
Phosphorus cycle	Loss of phosphorus from agriculture and wastewater per year (Gg P/year)	0.026	2.1	1.4	7.6
Land system change	Anthropised land (km ²)	550	45 000	29 000	160 000
Fresh water use	Maximum amount of consumptive blue water use per year (km ³)	0.11	5.9	5.9	31

	 <p style="text-align: center;">Swedish share (%)</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Principle</th> <th>Minimum</th> <th>Average</th> <th>Median</th> <th>Maximum</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A. Equality</td> <td>0,1</td> <td>0,15</td> <td>0,15</td> <td>0,2</td> </tr> <tr> <td>B. Needs</td> <td>0,1</td> <td>0,15</td> <td>0,15</td> <td>0,2</td> </tr> <tr> <td>C. Right to development</td> <td>0,05</td> <td>0,1</td> <td>0,1</td> <td>0,15</td> </tr> <tr> <td>D. Sovereignty</td> <td>0,1</td> <td>0,5</td> <td>0,5</td> <td>0,8</td> </tr> <tr> <td>E. Capability</td> <td>0,1</td> <td>0,3</td> <td>0,3</td> <td>0,8</td> </tr> <tr> <td>All</td> <td>0,1</td> <td>0,2</td> <td>0,2</td> <td>0,8</td> </tr> </tbody> </table>	Principle	Minimum	Average	Median	Maximum	A. Equality	0,1	0,15	0,15	0,2	B. Needs	0,1	0,15	0,15	0,2	C. Right to development	0,05	0,1	0,1	0,15	D. Sovereignty	0,1	0,5	0,5	0,8	E. Capability	0,1	0,3	0,3	0,8	All	0,1	0,2	0,2	0,8
Principle	Minimum	Average	Median	Maximum																																
A. Equality	0,1	0,15	0,15	0,2																																
B. Needs	0,1	0,15	0,15	0,2																																
C. Right to development	0,05	0,1	0,1	0,15																																
D. Sovereignty	0,1	0,5	0,5	0,8																																
E. Capability	0,1	0,3	0,3	0,8																																
All	0,1	0,2	0,2	0,8																																
Data-bronnen	In de bijlage bij het rapport, wordt de allocatiesleutel weergegeven voor het berekenen van de allocatie																																			
Resultaat																																				
Conclusies	<p>De resultaten worden per grens gegeven en daarna gecombineerd in één figuur en betreffen gemiddelde waarden tussen de eerder vermelde methode 'Swedish 1' en 'Swedish 2'. Per grens wordt aangegeven bij welke allocatie principes de Zweedse voetafdruk de grens duidelijk overschrijdt, dan wel in een onzekerheidsmarge zit of nog in de groene zone zit. Een voorbeeld van weergave wordt hieronder weergegeven voor P-verlies uit landbouw in onderstaande figuur:</p>  <p style="text-align: center;">Swedish perspective on performance for phosphorus losses (in Tg P), 2011</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Principle</th> <th>Within estimated Swedish share of safe operating space</th> <th>Zone of uncertainty (increasing risk)</th> <th>Beyond estimated Swedish share of safe operating space (high risk)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Equality</td> <td>0,001</td> <td>0,001</td> <td>0,018</td> </tr> <tr> <td>Needs</td> <td>0,001</td> <td>0,001</td> <td>0,018</td> </tr> <tr> <td>Rights to development</td> <td>0,001</td> <td>0,001</td> <td>0,018</td> </tr> <tr> <td>Sovereignty</td> <td>0,001</td> <td>0,004</td> <td>0,015</td> </tr> <tr> <td>Capability</td> <td>0,001</td> <td>0,004</td> <td>0,015</td> </tr> </tbody> </table> <p>Figure 5.2. Swedish perspective on performance for phosphorus losses. The orange line shows median limit and the dashed line shows the Swedish footprint.</p> <p>Samenvattend geeft dit onderstaande figuur, waaruit we kunnen afleiden dat behalve zoetwatergebruik alle bestudeerde grenzen ruimschoots overschreden worden. Uit de detailfiguren blijkt dat de Zweedse voetafdruk steeds in de 'rode zone' zit, behalve voor de allocatieprincipes 'sovereignty' en 'capability' (oranje zone).</p>	Principle	Within estimated Swedish share of safe operating space	Zone of uncertainty (increasing risk)	Beyond estimated Swedish share of safe operating space (high risk)	Equality	0,001	0,001	0,018	Needs	0,001	0,001	0,018	Rights to development	0,001	0,001	0,018	Sovereignty	0,001	0,004	0,015	Capability	0,001	0,004	0,015											
Principle	Within estimated Swedish share of safe operating space	Zone of uncertainty (increasing risk)	Beyond estimated Swedish share of safe operating space (high risk)																																	
Equality	0,001	0,001	0,018																																	
Needs	0,001	0,001	0,018																																	
Rights to development	0,001	0,001	0,018																																	
Sovereignty	0,001	0,004	0,015																																	
Capability	0,001	0,004	0,015																																	

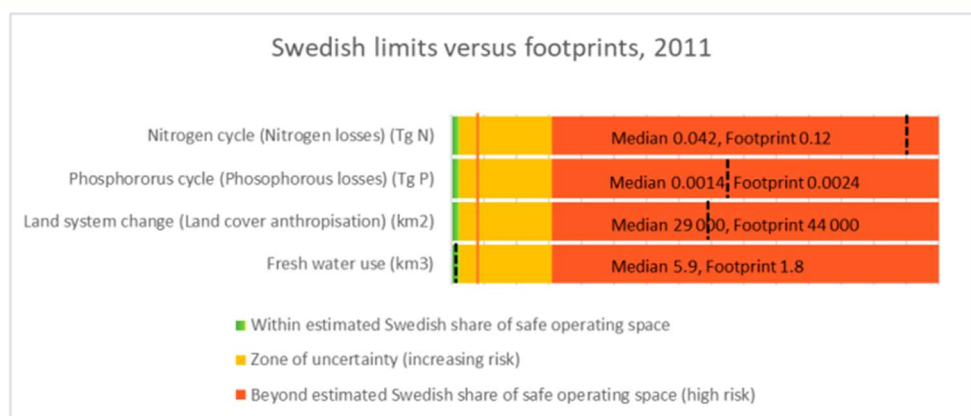


Figure 5.5. Swedish limits versus footprints. The orange line shows median limit and dashed lines show the Swedish footprints.

Tevens wordt een vergelijking gemaakt van de Zweedse overschrijdingen met de globale overschrijdingen en de overschrijdingen voor Europa (zie onderstaande tabel). Hieruit blijkt dat Zweden net beter presteert dan Europa, maar voor de meeste grenzen minder goed dat globaal gezien.

Table 5.1. Factors of over-/undershot for three different levels based on global planetary boundaries, and the allocation of European and Swedish limits. For details behind the Swedish values, see table 9.3 in the Appendix. Global and European values from EEA/FOEN (2020).

Planetary boundary	Global	European	Swedish
Loss of nitrogen	+1.7	+3.3	+2.8
Loss of phosphorus	+2	+2	+1.8
Anthropised land	Not overshoot	+1.8	+1.5
Freshwater use	-3.3	-0.3	-0.3

Weergegeven in een figuur en incl. CO₂ geeft dit onderstaande figuur:

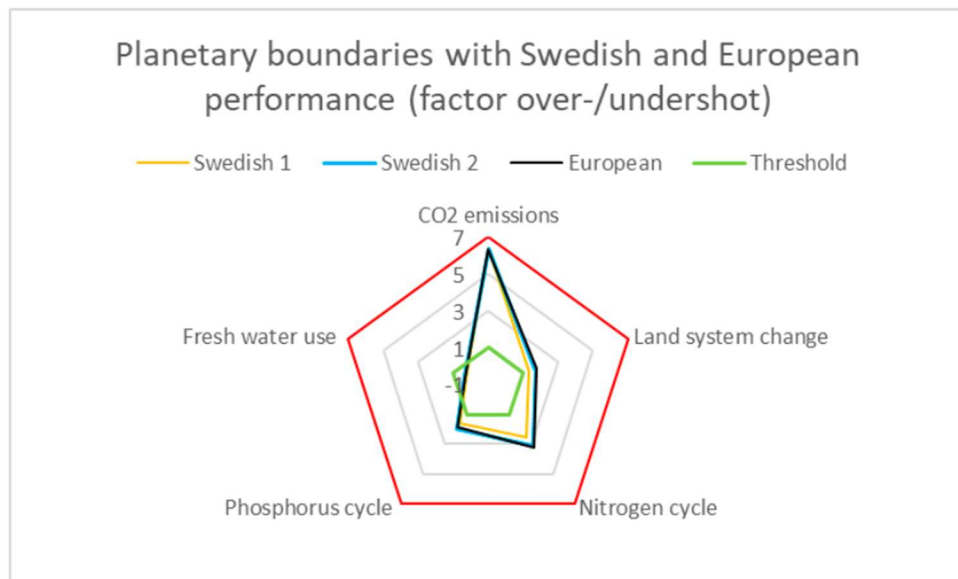


Figure 5.7. Planetary boundaries with European and a possible Swedish performance. Only freshwater use is undershooting the green threshold for all alternatives, which is shown by a result below zero. Source: Own calculations, for European values see EEA/FOEN (2020), and for CO₂ emissions see Leeds University (2021).

Beleids-gevolgen

Een verband werd gelegd tussen elk van de planetaire grenzen en de Zweedse beleidsdoelstellingen.

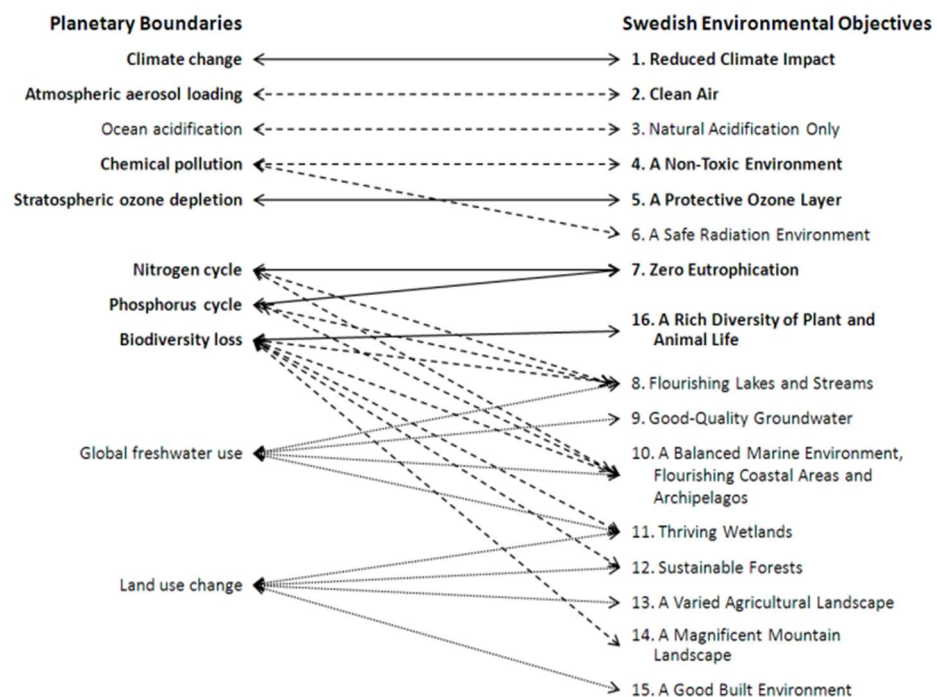


Figure 2.2. Connections between planetary boundaries and Swedish environmental objectives. Source: Nykvist et al. (2013).

	<p>De onderzoekers stellen in het rapport dat ‘kennis van de planetaire grenzen een hoeksteen is voor het ontwikkelen van beleid rond duurzaamheid’.</p> <p>In het onderzoek heeft men voor Zweden ook de impact van het voedselsysteem afzonderlijk weergegeven, omdat men weet dat dit systeem een grote impact heeft. Op basis hiervan en van afzonderlijke studies bekomt men dat de initiatieven die momenteel genomen worden onvoldoende zijn om verbetering te bewerkstelligen. De verschillende systemen beïnvloeden elkaar (energie, voedsel, transport, bebouwde omgeving). Dit wil zeggen dat meer kennis nodig is rond de interacties tussen verschillende natuurlijke hulpbronnen.</p>
--	---

1.3.3 Referenties

Geconsulteerde bronnen:

- Eriksson L. (2022). Living within the limits of our planet – a Swedish perspective. Swedish Environmental Protection Agency.

1.4 FRANKRIJK

De inhoud van deze fiche is voornamelijk gebaseerd op het rapport “L’environnement en France-2019. Rapport de synthèse” van het Ministère de la transition écologique et solidaire.

Na afwerken van deze fiche werd voor Frankrijk een nieuw onderzoek gepubliceerd. De inzichten uit dit onderzoek werden niet meegenomen in onderstaande informatie.

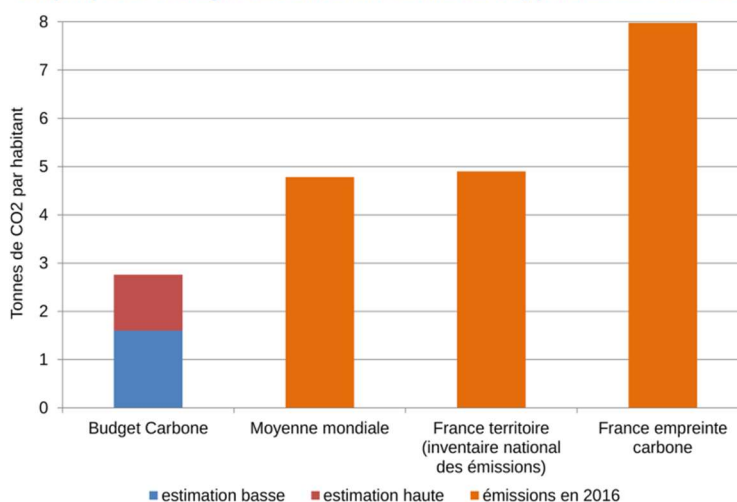
Het nieuw onderzoek kan teruggevonden worden via: [Accueil | La france face aux neuf limites planétaires \(developpement-durable.gouv.fr\)](https://www.developpement-durable.gouv.fr/accueil).

1.4.1 Landenfiche Frankrijk

Selectie van proxy-indicatoren voor de planetaire grenzen	
Keuze methodologie	<p>Het rapport ‘<i>L’environnement en France – édition 2019 Rapport de synthèse</i>’ bevat twee hoofdstukken met verwijzingen naar de planetaire grenzen:</p> <ol style="list-style-type: none">1. <i>Partie 2 La France au regard des limites écologiques de la planète</i> : hierin wordt specifiek ingegaan op de verschillende planetaire grenzen zoals gedefinieerd door Rockström et al. (2009) en Steffen et al. (2015). De definities en bijhorende grenzen volgens beide auteurs worden telkens besproken, waarbij wordt ingegaan op de bijhorende problematiek voor Frankrijk.2. <i>Partie 3 La société française face aux limites de la planète</i>: Hier is de analyse gebaseerd op het donut-model van Kate Raworth, met ook verwijzingen naar de SDG’s. Nadruk ligt op de ‘sociale drempel’, maar er wordt ook af en toe verwezen naar de impact die het voldoen aan de menselijke noden kan hebben op het respecteren van de ecologische grenzen. <p>In het rapport wordt niet expliciet gekozen voor de ‘voetafdruk’- dan wel ‘territoriale’ methode, en beide methodes worden ook niet expliciet benoemd. Bij sommige indicatoren wordt verwezen naar de totale (mondiale) voetafdruk van Frankrijk, bij andere niet. Het onderscheid lijkt vooral met databeschikbaarheid of met de beschikbaarheid van specifieke (maar niet altijd zeer recente) ad hoc studies te maken te hebben.</p> <p>Het rapport stelt weliswaar dat ‘<i>Un examen de l’impact global de la France sur les ressources planétaires s’avère incontournable</i>’ en ‘<i>la situation et la responsabilité de la France sont présentées au regard des enjeux globaux de chaque limite planétaire</i>’, maar tegelijk stelt het rapport ook ‘<i>À ce stade, une quantification de chaque limite n’a pas pu être établie selon les seuils existants ; il s’agit là d’une première tentative, dont l’objectif est d’abord pédagogique et qui, par la suite, a vocation à évoluer lors des prochaines éditions du rapport</i>’. Dit is dus een eerste oefening om de impact van Frankrijk op de planetaire grenzen in kaart te brengen, maar een meer volledige, kwantitatieve analyse moet nog gebeuren.</p> <p>Het rapport bevat ook een aantal linken die toegang zouden moeten verschaffen naar meer gedetailleerde gegevens, maar die linken zijn in veel gevallen niet meer actief. Waar dat wel het geval was hebben we de achterliggende informatie ook geraadpleegd.</p>

	<p>De versie 2019 is de meest recente gepubliceerde versie van het rapport. Op de bijhorende website (https://www.notre-environnement.gouv.fr/ree/) zijn soms wel recentere data (of verwijzingen naar die data) te vinden.</p>
<p>Klimaat- verandering</p>	<p>Keuze proxy-indicatoren</p> <p>Het rapport vermeldt als internationaal erkende indicatoren voor dit thema de CO₂-concentratie in de atmosfeer (grens tussen 350 en 450 ppm) en de toename van de stralingsforçering in vergelijking met de pre-industriële periode (+1 à +1,5 W/m²).</p> <p>Daarnaast wordt ook de IPCC-berekening vermeld (2018) die stelt dat het 'koolstofbudget' om beneden een opwarming van 2°C te blijven tussen de periodes 1850-1900 en 2100 tussen de 3500 en 4500 Gt CO₂ zou bedragen. Voor de periode 2017-2100 zou dit neerkomen op emissies tussen 1300 en 2300 Gt of, uitgaande van een wereldbevolking van 11 miljard in 2100 en bij gelijke verdeling, <i>ongeveer 1,6 à 2,8 ton CO₂ per inwoner en per jaar</i>. Voor het jaar 2030 zou dat een reductie met 25 % inhouden (tegenover de '<i>émissions mondiales <u>actuelles</u></i>' = 2017).</p> <p>Berekeningsmethode en databronnen</p> <p>Het rapport vermeldt dat (in 2017) 56 % van de Franse broeikasgasemissies voortkwamen uit de import van goederen en diensten veroorzaakt door de Franse consumptie.</p> <p>Het rapport geeft aan dat in 2018 de CO₂-emissies op het Franse territorium (inbegrepen de overzeese gebieden) 4,9 ton per inwoner bedroegen, wat dus hoger is dan de hierboven opgegeven 'bovengrens' (bij gelijke verdeling) van 2,8 ton per inwoner per jaar, en ook hoger dan het wereldgemiddelde. De Franse voetafdruk (dus inbegrepen emissies die in het buitenland gegenereerd worden om de Franse consumptie te ondersteunen) zou 8 ton/persoon bedragen als enkel CO₂ in rekening wordt gebracht en 11,2 ton CO₂eq als ook rekening gehouden wordt met andere broeikasgassen.</p> <p>Onderstaande figuur vat dit samen:</p>

Graphique 49 : Budget carbone et émissions de CO₂ par habitant en 2016



Note : Le budget carbone par personne est calculé sur la base du cumul de la quantité de CO₂ qu'il reste possible d'émettre d'ici 2100 à l'échelle mondiale tout en respectant l'objectif de limitation du réchauffement à +2 °C. Pour la France, les émissions sur le territoire renvoient aux inventaires nationaux, élaborés dans le cadre des accords internationaux (CCNUCC), sur les émissions survenant sur le territoire national. L'empreinte carbone correspond à l'estimation des émissions associées au niveau de consommation de la population résidant en France, que les biens et services consommés par celle-ci soient produits en France ou à l'étranger.

Sources : Carbon Dioxide Information and Analysis Center, Citepa, SDES. Traitement : SDES, 2019.

Merk op dat in de tekst van het rapport sprake is van de jaren 2017 en 2018, terwijl de figuur 2016 vermeldt.

De berekening van de territoriale emissies is gebaseerd op de nationale inventaris opgemaakt in het kader van de UNFCCC-verplichtingen. De berekeningsmethode voor de voetafdruk wordt toegelicht in het document 'Méthodologie de calcul de l'empreinte carbone de la France' (2021), uitgegeven door het Ministère de la Transition Ecologique. Het gaat om de actualisatie van een document dat oorspronkelijk in 2016 werd gepubliceerd.

Bij het rapport horen ook twee rekenbladen (xls), die onder meer een overzicht geven van de gebruikte input-outputtabellen¹.

Planetaire grens voor de gekozen proxy-indicator

De Franse emissiecijfers worden vergeleken met de van IPCC (2018) afgeleide waarde van 1,6 à 2,8 ton CO₂ per inwoner en per jaar. Er wordt vastgesteld dat die waarde overschreden wordt.

Verandering in integriteit biosfeer

Keuze proxy-indicatoren

Het rapport 'L'environnement en France – édition 2019 | Rapport de synthèse' verwijst naar de gangbare indicatoren (en bijhorende grenswaarden) voor deze planetaire grens: de snelheid waarmee soorten uitsterven (Rockström, 2009), met een grenswaarde van het jaarlijks uitsterven van 10 soorten per miljoen (waarde die in de praktijk aanzienlijk wordt overschreden), en de indicator voor biosfeerintegriteit (Steffen, 2015). Deze tweede indicator is een maat voor de

¹ Op basis van het overzicht opgenomen in deze tabellen lijkt het erop dat het eerder vermelde cijfer van 11,2 ton CO₂eq per inwoner betrekking heeft op het jaar 1995, en niet op het jaar 2016. De meest recente berekening geeft een waarde van 9,2 ton CO₂eq/inwoner voor 2018 en een raming van 8,9 ton CO₂eq per inwoner voor 2021.

levering van ecosysteemdiensten en wordt apart bepaald per regio of per ecosysteem. De waarde ervan zou niet minder dan 90 % mogen bedragen.

Het rapport geeft voor geen van beide indicatoren een raming of berekening. We geven hieronder de belangrijkste observaties en proxy-indicatoren weer voor elk van de hierboven gedefinieerde mondiale indicatoren.

In termen van **uitsterven** wordt in het rapport gesteld dat van de 9.800 Rode Lijst-soorten op het Franse grondgebied (inbegrepen de overzeese gebieden) 14 % uitgestorven zijn of met uitsterven bedreigd; voor de aarde als geheel zou dit getal 28 % bedragen.

Ook wordt verwezen naar de Rode Lijst-Index, die een indicatie kan geven van de trend over een bepaalde periode. Hieruit blijkt dat tussen 1993 en 2019 de index voor het risico op uitsterven voor de verschillende taxonomische groepen samen gestegen is met 138 %, terwijl voor de aarde als geheel dit cijfer 'slechts' 48 % bedraagt. Het opgegeven cijfer geldt voor het Europese deel van het Franse grondgebied; in de overzeese gebieden komen zowel meer als minder uitgesproken tendensen voor, afhankelijk van het gebied.

Op het Franse grondgebied zouden meer dan 19.000 endemische soorten voorkomen, met een nadruk op de overzeese gebieden. Op de meer dan 1.200 van deze soorten die op de Rode Lijst voorkomen zouden 645 soorten met uitsterven bedreigd zijn en 55 reeds uitgestorven.

Uit bovenstaande gegevens kan niet rechtstreeks afgeleid worden wat de snelheid van uitsterven van soorten op het Franse grondgebied is, en wat het aandeel van Frankrijk is op de mondiale uitsterving. Evenmin wordt de Franse mondiale voetafdruk in termen van uitstervingen hiermee in beeld gebracht.

Voor wat betreft het aspect **ecosysteemdiensten** (biosfeerintegriteit) wordt in het rapport verwezen naar het '[programme Efese](#)'. Dit onderzoeksprogramma, dat de Franse ecosystemen en ecosysteemdiensten (en hun bedreigingen) in kaart brengt (en de ecosysteemdiensten ook in de mate van het mogelijke monetariseert) heeft geresulteerd in evaluatierapporten voor zes groepen van ecosystemen en in zeven thematische rapporten.

De evolutie van de biosfeerintegriteit wordt daarmee echter nog niet in kaart gebracht, zoals het rapport '*L'environnement en France*' ook stelt: '*À ce jour, il n'existe pas encore d'indicateur quantitatif prenant en compte l'ensemble des écosystèmes et leur évolution*'.

Het is dus vooralsnog niet mogelijk een uitspraak te doen over de evolutie van de biosfeerintegriteit op het Franse grondgebied of over de impact van de Franse consumptie op de mondiale biosfeerintegriteit.

Berekeningsmethode en databronnen

De gegevens met betrekking tot het aantal Franse soorten dat uitgestorven is of met uitsterven bedreigd zijn gebaseerd op de Rode Lijst-soorten (zie <https://uicn.fr/wp-content/uploads/2022/12/resultats-synthetiques-liste-rouge-france.pdf>)

De beschikbare informatie met betrekking tot de ecosysteemdiensten op het Franse territorium is te vinden in de rapporten van het 'programme Efese'. (<https://www.ecologie.gouv.fr/evaluation-francaise-des-ecosystemes-et-des-services-ecosystemiques>)

Planetaire grens voor de gekozen proxy-indicator

De Franse cijfers met betrekking tot het aandeel Rode Lijst-soorten die uitgestorven zijn of met uitsterven bedreigd en met betrekking tot de evolutie van de Rode Lijst index worden vergeleken met gelijkaardige cijfers voor het mondiaal niveau. Dit zegt weinig over het aandeel van Frankrijk op de mondiale uitstervingsgolf.

Cijfers met betrekking tot de evolutie van de biosfeerintegriteit op het Frans grondgebied en de relatie hiervan tot de mondiale evoluties zijn niet beschikbaar.

Aantasting ozonlaag

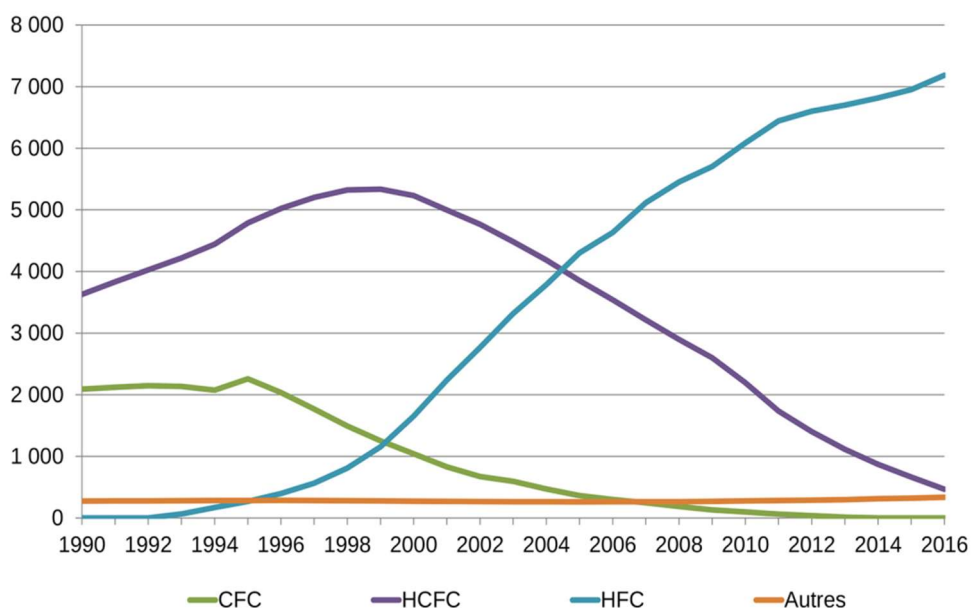
Keuze proxy-indicatoren

De planetaire grens volgens Rockström wordt gedefinieerd als de concentratie aan stratosferisch ozon (uitgedrukt in eenheden Dobson (DU)). De grenswaarde ligt op 275 DU.

Als proxy voor deze concentratie (die niet toewijsbaar is aan één land) volgt Frankrijk de *productie* (onder uitzonderingsregime) van de verschillende stoffen die onder het Protocol van Montréal vallen op. Ook de *emissie* van koelvloeistoffen die onder dat protocol vallen wordt opgevolgd, zoals blijkt uit onderstaande figuur.

Graphique 61 : Évolution des émissions totales de fluides frigorigènes en France métropolitaine

En tonnes



Sources : Mines ParisTech, Armines, Inventaires des émissions des fluides frigorigènes France et DOM COM, 2018.

De daling van CGC's en HCFC's over de laatste decennia is duidelijk zichtbaar. Daartegenover staat een sterke stijging van de HFC's als vervangmiddel van de

	<p>andere koelmiddelen. Probleem is dat de HFC's krachtige broeikasgassen zijn. Frankrijk heeft zich dan ook geëngageerd om tegen 2036 zijn productie en consumptie (referentiejaar 2011-2013) van HFC's te reduceren met 85 %.</p> <p>Berekeningsmethode en databronnen</p> <p>Gegevens met betrekking tot productie en gebruik van ozonafbrekende stoffen zijn voor alle verdragspartijen te vinden op de website van het 'ozonsecretariaat' van het UN Environment Programme (https://ozone.unep.org/countries).</p> <p>Planetaire grens voor de gekozen proxy-indicator</p> <p>Frankrijk heeft zich, zoals de andere partijen van het Protocol van Montreal, geëngageerd om productie en gebruik van stoffen die de ozonlaag afbreken op termijn volledig uit te faseren. De cijfers tonen aan dat een aanzienlijk reductie is gerealiseerd.</p>
<p>Verzuring van de oceanen</p>	<p>Keuze proxy-indicatoren</p> <p>Oceaanverzuring is het gevolg van de overmatige uitstoot aan CO₂, waarvan een aanzienlijk deel opgelost wordt in de oceanen en daar bijdraagt aan een verlaging van de pH. Rockström et al. (2009) definieert deze planetaire grens als de gemiddelde verzadigingsgraad van aragoniet in zeewater, met een ondergrens op 80 % van het pre-industrieel niveau.</p> <p>Het besproken rapport geeft aan dat Frankrijk verantwoordelijk is voor 1 % van de wereldwijde CO₂-emissies, maar dat zijn gemiddelde emissie per inwoner ver boven de grens ligt die zou kunnen garanderen dat de wereldwijde opwarming tegen het jaar 2100 de 2°C niet overschrijdt. Hier wordt uit afgeleid dat de bijdrage van Frankrijk aan de verzuring van de oceanen naar verhouding ook te hoog is.</p> <p>De CO₂-emissies worden dus als proxy gebruikt voor de planetaire grens 'verzuring van de oceanen'.</p> <p>De verzuring zelf (in termen van pH) wordt opgevolgd in het onderzoeksstation van Villefranche-sur-Mer. Aangezien het pre-industrieel niveau niet gekend is kan dit ook niet geïnterpreteerd worden in termen van de definitie van Rockström et al. Wel kan uit de geobserveerde evolutie afgeleid worden dat de aragoniet-verzadigingsgraad in 2050 nog slechts 60 % van de waarde in 2007 zou bedragen, wat impliceert dat de grenswaarde van Rockström ruimschoots overschreden zou worden. Uiteraard kan de evolutie van deze meetwaarde niet exclusief aan Frankrijk worden toegeschreven.</p> <p>Frankrijk voert onderzoek uit naar de impact van oceaanverzuring op o.m. oesters, vissen en koraalriffen. Mogelijk kan dit onderzoek leiden tot de definitie van bijkomende proxy-indicatoren voor oceaanverzuring.</p> <p>Berekeningsmethode en databronnen</p> <p>Voor de CO₂-emissies verwijzen we naar de planetaire grens 'Klimaatverandering'.</p>

Tijdreeksen voor onder meer pH in het station van Villefranche-sur-Mer zijn te vinden op <http://www.obs-vlfr.fr/data/view/radehydro/std/>

Planetaire grens voor de gekozen proxy-indicator

Op basis van het aandeel van Frankrijk op de globale CO₂-emissies kan gesteld worden dat Frankrijk een bovengemiddelde bijdrage heeft aan de wereldwijde oceaanzuivering.

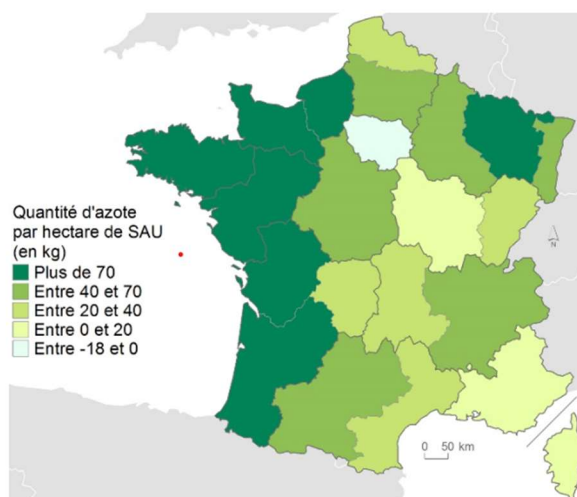
Verstoring biogeochemische kringlopen

Keuze proxy-indicatoren

Het rapport 'L'environnement en France – édition 2019 | Rapport de synthèse' vermeldt de door Steffen et al. (2015) voorgestelde indicatoren (en bijhorende grenswaarden) voor de planetaire grens 'verstoring biogeochemische kringlopen'. Bij stikstof gaat het om het beperken van de bijkomende mondiale toevoer van reactieve stikstof naar het aquatisch milieu tot tussen 62 en 82 miljoen ton per jaar, wat op wereldschaal zou neerkomen op tussen 41 en 55 kg per hectare en per jaar. Voor fosfor is er enerzijds een mondiale grens die vastgelegd wordt op in totaal 11 Mt per jaar (gericht op de bescherming van de oceanen), en anderzijds een grens op het fosforoverschot bij bemesting, dat beperkt moet blijven tot tussen 6,2 en 11,2 Mt, of tussen 4,1 en 7,5 kg/ha/jaar.

Voor Frankrijk zijn gegevens beschikbaar met betrekking tot het stikstof- en fosforoverschot per ha landbouwgrond. Het overschot wordt hier gedefinieerd als het verschil tussen aanvoer en afvoer. Onderstaand voorbeeld illustreert de regionale verdeling van het netto stikstofoverschot ('bilan').

Carte 24 : Bilan régional d'azote en 2015



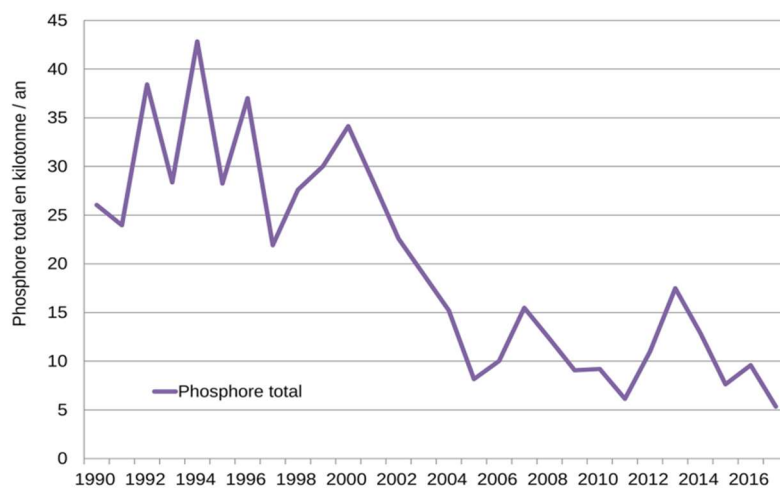
Note : Bilan = entrées d'azote (apports d'azote minéral et organique, fixation symbiotique et déposition atmosphérique de l'azote gazeux) - sorties (prélèvements par les cultures) selon une méthode de calcul validée par la [Commission européenne](#).
Sources : Agreste, Citepa, Unifa, Comife. Traitements : SDES, 2019.

Voor stikstof bestaat de aanvoer uit organische en minerale bemesting, symbiotische stikstoffixatie en atmosferische depositie, terwijl de afvoer bestaat uit de hoeveelheid opgenomen door de geogste gewassen. Voor stikstof bedraagt het overschot gemiddeld 45 kg/ha voor de periode 2006-2015, tegen 55 kg/ha voor de voorafgaande periode. Er wordt dus gemiddeld gezien nagenoeg voldaan aan de 'planetaire grens' op mondiaal niveau, die zoals gezegd op 42 à 55

kg/ha zou liggen. Dat gemiddelde maskeert wel regionale verschillen waarbij ook (grote) overschrijdingen van de grenswaarde voorkomen.

Voor fosfor is er gemiddeld gezien geen overschot meer (overschotten in bepaalde regio's worden gecompenseerd door 'tekorten' in andere regio's) waarmee dus ook voldaan wordt aan de planetaire grens, vertaald naar overschotten per hectare.

Het rapport geeft eveneens cijfers voor de totale afvoer van stikstof en fosfor naar de zee. Voor stikstof stelt men over de jaren grote schommelingen vast maar geen duidelijke evolutie; over de periode 1990 tot 2017 werden door de rivieren gemiddeld 408.000 ton stikstof per jaar afgevoerd naar de zee. Voor fosfor ging het tussen 1990 en 2017 om een gemiddelde afvoer van 20.000 ton per jaar, maar hier is wel sprake van een (zeer duidelijke) neerwaartse trend (zie onderstaande figuur).



Note : Flux annuels vers l'Atlantique et la Manche calculés avec les concentrations moyennes en azote et en phosphore et les débits moyens des cours d'eau.

Source : Système d'information sur l'eau Eaufrance. Traitements : SDES, 2018.

De toevoer naar de zee van nutriënten vertaalt zich in het voorkomen van algenbloei en fytotoxische evenementen. Het eerste fenomeen bleek over de periode 2007-2012 gemiddeld min of meer stabiel te blijven, terwijl het tweede gekenmerkt werd door een (lichte) toename.

Berekeningsmethode en databronnen

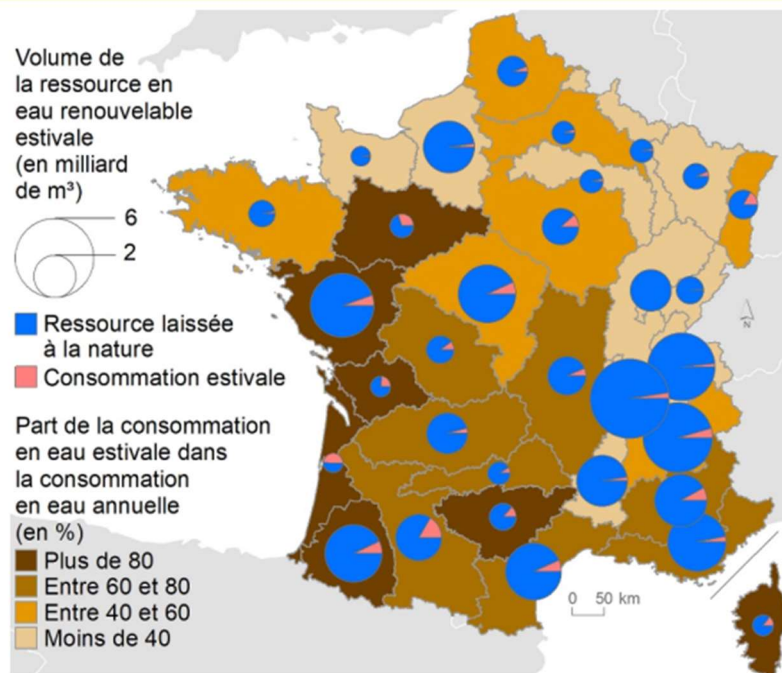
Informatie over de berekening van de stikstof- en fosforoverschotten voor Frankrijk is onder meer te vinden in de publicatie '*Environnement & agriculture Les chiffres clés – Édition 2018*', uitgegeven door het *Commissariat général au développement durable*. Statistieken op het vlak van waterkwaliteit kunnen gevonden worden via de site <https://www.eaufrance.fr/>.

Planetaire grens voor de gekozen proxy-indicator

De cijfers voor de Franse overbemesting met stikstof en fosfor kunnen vergeleken worden met de mondiale grenswaarden van resp. tussen 41 en 55 kg per hectare per jaar voor stikstof en tussen 4,1 en 7,5 kg/ha/jaar voor fosfor. De Franse

	<p>waarden blijken lager te liggen dan deze grenswaarden. De relatieve bijdrage (per ha) van Frankrijk ligt dus lager dan de mondiale grenswaarden.</p> <p>Voor wat betreft de totale jaarlijkse afvoer naar de zee zijn ook cijfers beschikbaar, en kan dus ook berekend worden wat het Franse aandeel op/in? de mondiale grenswaarde is. Er is echter geen allocatiebenadering toegepast die zou toelaten te bepalen wat de 'redelijke' bijdrage van Frankrijk aan de totale emissie is.</p>
<p>Land-gebruiks-verandering</p>	<p>Keuze proxy-indicatoren</p> <p>Het rapport '<i>L'environnement en France – édition 2019</i>' vermeldt de indicatoren <i>aandeel landgebruik voor landbouw (Rockström), bebost gebied in verhouding tot het bebost gebied voorafgaand aan menselijke interventie en oppervlaktes tropische, gematigd en boreaal bos in verhouding tot de totale potentiële oppervlakte voor die bostypes (Steffen)</i>.</p> <p>Het rapport wijst erop dat in Frankrijk de landbouwoppervlakte erop achteruitgaat (grotendeels als gevolg van toenemend ruimtebeslag), zodat de eerste indicator geen goede maat vormt voor bebossing. Wel neemt de oppervlakte bos toe; tussen 1990 en 2017 is het aandeel bos in het Europese deel van het Franse grondgebied gestegen van 26,2 % tot 30,7 %.</p> <p>Het rapport erkent echter ook dat Frankrijk een grote mondiale impact heeft op ontbossing, als gevolg van de invoer van landbouw- en bosbouwproducten. Bij de landbouwproducten gaat het dan om producten die aanleiding kunnen geven tot ontbossing, zoals soja of palmolie. WWF heeft berekend, op basis van importcijfers over de periode 2012-2016, dat een oppervlakte van ongeveer 14,8 miljoen ha (equivalent aan de helft van de Franse landbouwoppervlakte) zou nodig zijn om de ingevoerde landbouw- en bosbouwproducten te importeren; ongeveer 5,1 miljoen ha hiervan zijn gelegen zijn in landen die een hoog ontbossingsrisico kennen (Argentinië, Brazilië, China, Côte d'Ivoire, Indonesië, ...). Het is dus zeer waarschijnlijk dat met de vastgestelde import aan landbouw- en bosbouwproducten een zekere mate van ontbossing in de producerende landen gepaard gaat; de reële ontbossing is echter niet gekend.</p> <p>Berekeningsmethode en databronnen</p> <p>Data met betrekking tot het aandeel bos op het Franse grondgebied zijn gebaseerd op gegevens van het Ministerie van Landbouw (enquête Teruti) voor de periode 1990-2000, en van het IGN vanaf 2006 (zie https://inventaire-forestier.ign.fr/IMG/pdf/memento_2017.pdf). In principe is het mogelijk die datareeks te verlengen.</p> <p>De basis voor de cijfers van de (potentiële) ontbossings-voetafdruk van Frankrijk zijn te vinden in de WWF-publicatie '<i>Déforestation importée</i>' (2018). Het gaat om een eenmalige oefening over de periode 2012-2016, dus het is niet geweten of en in welke zin de voetafdruk van Frankrijk evolueert.</p> <p>Planetaire grens voor de gekozen proxy-indicator</p>

	<p>Op basis van het feit dat de oppervlakte bos in Frankrijk zelf toeneemt zou kunnen verondersteld worden dat het land wat dit aspect betreft binnen zijn planetaire grenzen opereert. Het aandeel landbouwgrond in Frankrijk bedraagt echter ongeveer 59 %, wat ruim meer is dan de 15 % (mondiaal) die Rockström poneert. Veel hangt daarbij uiteraard af van de manier waarop de allocatie gebeurt. Het besproken rapport geeft geen informatie over de allocatie aan Frankrijk van de wereldwijde claims. Het rapport geeft ook geen cijfers over de historische oppervlakte bos in Frankrijk of over de potentiële oppervlaktes waarop (in de eerste plaats gematigd) bos kan voorkomen op het Franse grondgebied.</p> <p>Feit is dat Frankrijk bijdraagt aan ontbossing buiten zijn grenzen. De orde van grootte hiervan is gekend. Hoewel niet berekend werd hoe dit zich verhoudt tot de planetaire grenzen en het aandeel van Frankrijk daarin, is het duidelijk dat die 'geïmporteerde ontbossing' best zo laag mogelijk is. Frankrijk heeft dan ook een '<i>Stratégie nationale de lutte contre la déforestation importée 2018-2030</i>' opgesteld (<i>Ministère de la transition écologique et solidaire</i>) als onderdeel van zijn '<i>Plan Climat</i>'.</p>
<p>Zoetwater-gebruik</p>	<p>Keuze proxy-indicatoren</p> <p>De planetaire grens voor zoetwateronttrekking wordt gedefinieerd als het aandeel van de hernieuwbare watervoorraden dat jaarlijks mag onttrokken worden voor het vervullen van menselijke behoeften, zonder dat dit een negatief effect heeft op de ecosystemen. Rockström et al. (2009) schatten het corresponderende verbruik in op 4000 km³ zoet water per jaar. Steffen et al. (2015) stellen een grens voor op het lokale niveau in functie van het seizoensgebonden hydrologisch regime: 55 % bij hoge debieten, 40 % bij gemiddelde debieten en 25 % bij lage debieten.</p> <p>Volgens het besproken rapport wordt gemiddeld gezien (voor 'metropolitaan' Frankrijk) ongeveer 17 % van het debiet van de waterlopen jaarlijks onttrokken voor menselijke doeleinden (30x10⁹ m³ onttrokken op 180x10⁹ m³ beschikbaar). Dit komt neer op 0,75 % van de mondiale grens van 4000 km³ zoet water per jaar. Met een onttrekking van 17 % van de beschikbare debieten wordt de ondergrens van 25 % gemiddeld gezien niet overschreden.</p> <p>In de praktijk zijn er grote verschillen tussen de verschillende stroomgebieden en in functie van het seizoen, met onttrekkingen die in de zomer tot 54 % van het beschikbare debiet kunnen bedragen. Het totale <i>verbruik</i> (water dat niet wordt teruggestort) bedraagt voor heel Frankrijk 5,5x10⁹ m³, of ongeveer 18 % van de onttrekkingen.</p> <p>Over de periode 2008-2016 overschreed de <i>onttrekking</i> van water tijdens de zomer in 6 van de 33 Franse deelstroomgebieden de grens van 25 % van de beschikbare hoeveelheid, met in twee van deze gebieden onttrekkingen van meer dan 50 % van de beschikbare voorraad. In drie deelstroomgebieden werd de grens van 25 % zelfs overschreden op basis van het <i>verbruikte</i> water. De landbouw is de overheersende watergebruiker in de zomer in twee derde van de deelstroomgebieden.</p>



Bovenstaande cijfers zijn *territoriale* gegevens.

Voor wat de *voetafdruk* betreft vermeldt het geciteerde rapport dat 40 % van de watergerelateerde voetafdruk van Frankrijk afkomstig is uit import. Het rapport stipt daarbij aan dat het belangrijk is de oorsprong van de geïmporteerde goederen te kennen, maar gaat hier niet verder op in.

Meer details zijn te vinden in een publicatie van UNESCO-IHE uit 2012, waarin het onderscheid gemaakt wordt tussen de (interne en internationale) voetafdruk van de nationale *consumptie*, en de 'footprint' van (territoriale) *productie*, inbegrepen de productie voor export. De gevolgde methode is die van het 'Water Footprint Network' (<https://www.waterfootprint.org/>). Het in deze publicatie opgegeven cijfer voor het 'extern' aandeel van de 'footprint van de nationale consumptie' is hier 47 % (en niet de hoger opgegeven 40 %). Hiermee situeert Frankrijk zich in de middenmoot van de EU-landen; dezelfde ratio voor België bedroeg (in 2012) bijna 80 %. Het wereldgemiddelde werd in 2023 geraamd op 22 %.

In absolute waarde wordt de (externe) footprint van de Franse consumptie geraamd op 56×10^9 m³ per jaar. Dit is qua orde van grootte vergelijkbaar met de totaal binnen Frankrijk aan waterlopen onttrokken volumes (cf supra). Rechtstreekse vergelijking wordt wel bemoeilijkt door de verschillende referentie jaren, door verschillen in definities en door het feit dat de UNESCO-IHE-studie niet alleen betrekking heeft op oppervlaktewater maar ook op grondwater.

De (externe) voetafdruk van de Franse (landbouwgerelateerde) consumptie komt volgens het UNESCO-IHE-rapport vooral tot uiting in de bekken van het Aralmeer, Indus, Ganges, Guadalquivir, Guadiana, Tigris & Eufraat, Ebro, Mississippi en Murray.

De totale footprint (intern en extern) van de Franse consumptie wordt in het geciteerde UNESCO-IHE-rapport geraamd op 106×10^9 m³ per jaar, of 1786 m³ per

	<p>jaar en per inwoner. Volgens hetzelfde rapport zou dit cijfer 30 % hoger zijn dan het wereldgemiddelde.</p> <p>Berekeningsmethode en databronnen</p> <p>De cijfers voor de territoriale impact zijn gebaseerd op diverse Franse statistieken, die vermeld worden in het rapport <i>‘L’environnement en France – édition 2019 Rapport de synthèse’</i>.</p> <p>Cijfers voor de (internationale) voetafdruk van de Franse consumptie zijn te vinden in <i>‘Ercin, A.E., Mekonnen, M.M and Hoekstra, A.Y. (2012) The water footprint of France, Value of Water Research Report Series No. 56, UNESCO-IHE, Delft, the Netherlands’</i>. De cijfers in dit rapport zijn intussen echter meer dan 10 jaar oud.</p> <p>Planetaire grens voor de gekozen proxy-indicator</p> <p>De totale footprint (intern en extern) van de Franse consumptie werd in 2012 geraamd 106x10⁹ m³ per jaar, of 1786 m³ per jaar en per inwoner, wat 30 % hoger zou zijn dan het wereldgemiddelde. Met 47 % ligt het ‘externe’ aandeel van de totale Franse ‘footprint’ gerelateerd aan consumptie eveneens hoger dan het wereldgemiddelde voor dat aandeel (22 %). Volgens deze cijfers zou het Franse aandeel op de ‘planetaire grens’ van 4000 km³ zoet water per jaar ongeveer 2,65 % bedragen.</p> <p>Gemiddeld gezien wordt op het Franse grondgebied ongeveer 17 % van het debiet van de waterlopen jaarlijks onttrokken voor menselijke doeleinden. Dit is lager dan de planetaire grens van 25 % (bij lage waterbeschikbaarheid). Afhankelijk van het deelstroomgebied en het seizoen komen echter ook veel hogere aandelen voor.</p>
<p>Lucht- vervuiling</p>	<p>Keuze proxy-indicatoren</p> <p>Het kritische planetaire proces waarnaar in de publicatie verwezen wordt is <i>Toename van aerosolen in de atmosfeer</i>. Het gaat om de aanwezigheid van deeltjes in suspensie in de atmosfeer, met uiteenlopende eigenschappen en afkomstig van diverse bronnen. Ze hebben rechtstreekse gezondheidseffecten en spelen ook een rol bij de stralingsbalans van de aarde. Rockström et al. (2009) gingen uit van een grenswaarde die bepaald werd door de concentratie van fijne deeltjes in de atmosfeer (op regionale basis), zonder hier echter een kwantitatieve grens aan te verbinden. Steffen et al. (2015) drukken het effect uit in termen van optische dikte, en leggen hierbij een relatie met weerfenomenen. Een algemeen aanvaarde kwantitatieve mondiale grens voor de toename van aerosolen in de atmosfeer is echter vooralsnog niet beschikbaar.</p> <p>Het rapport voor Frankrijk identificeert de voornaamste bronnen van aerosolen: industrie, gebouwenverwarming (vooral houtverbranding), landbouw en transport. De gerapporteerde emissies tonen een dalende trend sinds het jaar 2000, met echter een stagnatie over de periode 2014-2017 (meest recent gerapporteerde cijfers).</p> <p>Berekeningsmethode en databronnen</p>

	<p>Het rapport bevat geen berekeningen. De gerapporteerde cijfers zijn gebaseerd op Franse statistische gegevens.</p> <p>Planetaire grens voor de gekozen proxy-indicator</p> <p>Er is geen planetaire grens gedefinieerd voor dit thema.</p>
<p>Nieuwe entiteiten</p>	<p>Keuze proxy-indicatoren</p> <p>‘Chemische vervuiling’ is de oorspronkelijke term die door Rockström et al. (2009) werd gebruikt. Dit omvatte radioactieve elementen, zware metalen, en een hele reeks organische stoffen van menselijke oorsprong. Steffen et al. (2015) hebben deze planetaire grens omgedoopt tot ‘<i>introductie van nieuwe entiteiten in de biosfeer</i>’. De scope van deze nieuwe definitie omvat nieuwe chemische stoffen, nieuwe vormen van bestaande stoffen en gewijzigde levensvormen, die ongewenste effecten kunnen hebben op ecosystemen, organismen en de menselijke gezondheid. Ook nanomaterialen en kunststofpolymeren zouden tot deze lijst kunnen gerekend worden.</p> <p>Vooralsnog bestaat er geen overkoepelende kritische grens voor deze verschillende parameters.</p> <p>In het besproken rapport voor Frankrijk wordt specifiek ingegaan op plastic afval in de oceanen, nucleair afval en plantenvariëteiten met ingebouwde resistentie tegen herbiciden. Dit zijn eerder voorbeelden dan proxy-indicatoren.</p> <p>Voor wat betreft <i>plastic afval</i> blijft de analyse beperkt tot een algemene beschrijving van de oorzaken en gevolgen op mondiaal niveau, en de verwijzing naar enkele Franse beleidsdocumenten die maatregelen bevatten gericht op het verminderen van de hoeveelheid plastic afval.</p> <p>Op het vlak van <i>radioactief afval</i> wordt vermeld dat (in 2013) er 1,5 miljoen m³ nucleair afval aanwezig was op het Franse grondgebied, wat overeenkomt met 19 % van het wereldtotaal. Dit cijfer omvat buitenlands nucleair afval dat nog moet teruggestuurd worden naar zijn land van oorsprong. De hoeveelheid is tussen 2002 en 2016 met 58 % toegenomen. Voor 2030 werd (in 2013) een totaal volume van 2,5 miljoen m³ geraamd.</p> <p>Ten slotte wordt in dit hoofdstuk ook verwezen naar de ontwikkeling en toepassing van <i>variëteiten met herbicideresistentie</i>. In 2016 waren 158.000 ha herbicideresistente zonnebloemen (27 % van de oppervlakte zonnebloemen) en 37.000 ha herbicideresistent koolzaad (2,6 % van de oppervlakte koolzaad) aangeplant.</p> <p>Berekeningsmethode en databronnen</p> <p>Dit thema bevat geen berekeningen. Er worden enkele statistieken vermeld; de bronnen zijn opgenomen in het basisdocument.</p> <p>Planetaire grens voor de gekozen proxy-indicator</p>

Er is geen planetaire grens gedefinieerd voor dit thema.

Berekening van de veilige ruimte

Allocatie-benadering

Er wordt niet systematisch een bepaalde allocatiebenadering toegepast. In veel gevallen worden beschikbare meetgegevens of statistieken gerapporteerd, zonder een duidelijk verband te leggen met de bijdrage aan het bereiken van een bepaalde planetaire grens.

In die gevallen waarin de planetaire grenzen (of proxy's ervoor) kunnen uitgedrukt worden in eenvoudige ratio's (per ha, per inwoner, %, ...) werd waar mogelijk de ratio ook voor Frankrijk berekend en vergeleken met de gemiddelde mondiale waarde. Dit laat toe te stellen of Frankrijk het beter of minder goed doet dan het wereldgemiddelde, zonder zich de vraag te stellen of de allocatie van de 'ruimte' aan Frankrijk daarbij correct (evenwichtig) gebeurd is.

De voornaamste getallen worden hieronder samengevat:

	Mondiale grens of proxy	Waarde voor Frankrijk
Klimaatverandering	Grens: 1,6 à 2,8 ton CO ₂ per inwoner en per jaar	- Territoriaal: 4,9 ton CO ₂ /inwoner/jaar - Importgerelateerde voetafdruk: 7,9 ton CO ₂ /inwoner/jaar
Verlies biodiversiteit	Proxy: % Rode Lijst-soorten die uitgestorven zijn of met uitsterven bedreigd: 28 % (mondiaal)	14 % (Frankrijk)
	Proxy: Evolutie van Rode-Lijst Index voor risico op uitsterven: +48 % (mondiaal)	+138 % (Frankrijk)
Stikstof- en fosforverzadiging	Grens stikstof: 41 à 55 kg N/ha/jaar	45 kg N/ha/jaar
	Grens fosfor: 4,1 à 7,5 kg/ha/jaar	0 kg P/ha/jaar
Aantasting ozonlaag	Proxy: uitfasering van productie van stoffen die gevat worden door Protocol van Montréal.	Evolutie van productie wordt opgevolgd en gerapporteerd.
Verzuring van de oceanen	Gemiddelde verzadigingsgraad van aragoniet in zeewater >= 80 % van het pre-industrieel niveau	Zou in 2050 nog slechts 60 % van de waarde in 2007 bedragen (1 meetpunt, Middellandse Zee).
	Proxy: gemiddelde CO ₂ -emissie per inwoner.	Hoger dan wereldgemiddelde
Zoetwater-onttrekking	Grens: Mondiale onttrekking van max 4000 km³ zoet water per jaar.	- Footprint: 106x10⁹ m³ per jaar of 2,65 % van de mondiale grens - Territoriaal: onttrekking van 30x10⁹ m³ /jaar of 0,75 % van de mondiale grens
	Proxy: extern aandeel op de totale 'footprint' gerelateerd aan consumptie: 22 % (mondiaal)	47 % (Frankrijk, voetafdruk)
	Totaal van externe en interne footprint: 1374 m³ water per jaar per inwoner (mondiaal).	1786 m³ (Frankrijk, voetafdruk)
	Grens (territoriaal): 55 % bij hoge debieten, 40 % bij gemiddelde debieten en 25 % bij lage debieten	17 % (Frankrijk, territoriaal), maar grote regionale en seizoenale verschillen.

	Wijziging landgebruik	Grens: bebost gebied in verhouding tot het bebost gebied voorafgaand aan menselijke interventie	<ul style="list-style-type: none"> - Territoriaal: Toename van 26,6 % tot 30,7 % over de periode 1990-2017, maar nog steeds kleiner dan bebost gebied voor menselijke interventie. - Voetafdruk: 14,8 miljoen ha nodig voor externe landbouwproductie, waarvan 5,1 miljoen ha gelegen in landen met een hoog ontbossingsrisico.
		Grens: Aandeel landgebruik voor landbouw < 15 % (mondiaal)	59 % (Frankrijk)
	Chemische vervuiling (introductie van nieuwe entiteiten in de biosfeer)	Geen kritische grens gedefinieerd.	Geen rapportage van proxy-indicatoren.
	Luchtvervuiling (aerosols)	Geen algemene grens gedefinieerd voor concentratie of optische dikte. Emissies als proxy.	Dalende trend van de emissies.
Data-bronnen	Zie hierboven bij de bespreking van de verschillende thema's en verderop onder "Referenties".		
Resultaat			
Conclusies	<p>In de samenvatting van het rapport '<i>L'environnement en France – édition 2019 / Rapport de synthèse</i>' is onderstaand overzicht opgenomen. Hoewel de gebruikte kleurcode niet expliciet verduidelijkt wordt in het rapport kunnen we hieruit afleiden dat volgens de auteurs van het rapport de grootste problemen zich voordoen op het vlak van klimaat en biodiversiteit. Op het vlak van aantasting van de ozonlaag en van de toename van aerosolen in de atmosfeer wordt de evolutie positief beoordeeld. Voor de andere thema's is de beoordeling negatief, zij het minder negatief dan voor klimaat en biodiversiteit.</p> <p>Merk op dat deze beoordeling vaak gerelateerd is aan vastgestelde evoluties op het Franse grondgebied van indicatoren die als proxy's kunnen beschouwd worden voor de planetaire grenzen; de bijdrage van Frankrijk aan het bereiken (of overschrijden) van die grenzen wordt echter niet systematisch in beeld gebracht; evenmin is er voor de meeste thema's een beeld van de internationale voetafdruk van de Franse consumptie. Enkel voor broeikasgassen, landgebruik en watergebruik werd die voetafdruk berekend. Voor bv. water gaat het echter niet om recente cijfers.</p> <p>Zoals het rapport zelf stelt gaat het hier om een eerste poging, met in de eerste plaats een pedagogisch doel. De bedoeling is wel om in toekomstige versies van het rapport '<i>L'environnement en France</i>' hier verdere stappen in te zetten.</p>		

Limites planétaires	Situation mondiale		Situation / Contribution de la France
Changement climatique	Limite dépassée (notamment en termes de concentration de CO ₂ dans l'atmosphère ; objectif de réchauffement maximal inférieur à 2 °C).		La France dépasse le budget cible de 1,6 à 2,8 t de CO ₂ par personne et par an ; ses seules émissions territoriales s'élèvent à 4,9 t/hab. et l'empreinte CO ₂ de sa population liée aux importations est de 7,9 t/hab.
Érosion de la biodiversité	Limite dépassée (le taux d'extinction d'espèces dépasse 10 fois le seuil fixé).		Évolution préoccupante selon l'indice Liste Rouge (de l'UICN), en métropole et dans les outre-mers. Par ailleurs, la présence en proportion importante d'espèces endémiques (exclusives d'un territoire) confère à la France une forte responsabilité vis-à-vis de ce patrimoine unique, souvent menacé.
Perturbation du cycle de l'azote, et du cycle du phosphore	Limite largement dépassée pour l'azote (pertes excessives). Limites dépassées pour le phosphore.		Les surplus d'azote et de phosphore tendent à diminuer avec des dépassements des seuils à l'échelle locale ; problèmes d'eutrophisation.
Changements d'utilisation des sols	Limite dépassée (surfaces forestières insuffisantes pour la régulation du climat).		La France contribue à la déforestation mondiale via ses importations ; la surface boisée nationale augmente mais les terres agricoles diminuent.
Acidification des océans	Limite globale non atteinte.	Forts risques d'acidification avec le réchauffement climatique.	Des effets de l'acidification marqués, notamment sur la faune (huîtres, poissons, récifs coralliens des outre-mers, etc.).
Utilisation mondiale de l'eau	Limite globale respectée (part de la ressource renouvelable en eau que les activités humaines peuvent utiliser sans compromettre durablement les écosystèmes).		Prélèvement global en deçà du seuil, mais les volumes prélevés en été (notamment pour le refroidissement des centrales nucléaires ou pour l'agriculture) dépassent localement les volumes d'eau renouvelables disponibles.
Appauvrissement de l'ozone stratosphérique	Limite quasiment satisfaite après des années de dépassement.		Les substances réglementées qui appauvrissent la couche d'ozone ont quasiment disparu ; certains des produits de substitution (ex : les hydrofluorocarbures ou HFC) ont toutefois un potentiel de réchauffement climatique élevé, ce qui a conduit à réglementer également.
Augmentation des aérosols dans l'atmosphère	Seuil global non défini. Situations régionales préoccupantes (Asie Sud-Est).		Améliorations constatées en France sur les différentes émissions de particules.
Entités nouvelles dans la biosphère	Seuil global non défini. Nanoparticules, etc., avec des impacts écotoxicologiques et environnementaux potentiels (de 5 à 13 millions de tonnes rejetées chaque année dans les océans).		La France contribue aux rejets de polluants chimiques dans l'environnement sur son territoire, mais également dans les océans (déchets plastiques).

Beleidsgevolgen

De samenvatting van het rapport 'L'environnement en France – édition 2019 / Rapport de synthèse' stelt dat het gebruik van voetafdruk-indicatoren, indien beschikbaar, de voorkeur heeft als het erom gaat de bijdrage van Frankrijk aan de wereldwijde evolutie van de verschillende kritische planetaire processen te onderzoeken. Gegevens die enkel betrekking hebben op het eigen gebied volstaan volgens het rapport niet. Voorbeelden van zo'n voetafdrukbenadering voor Frankrijk zijn de geïmporteerde ontbossing of de koolstofvoetafdruk.

Het rapport stelt dat inzicht in de impact van Frankrijk ten opzichte van deze verschillende grenzen essentieel is om een transitie te leiden die verenigbaar is met het duurzaam functioneren van de planeet.

1.4.2 Referenties

- Erclin, A.E., Mekonnen, M.M and Hoekstra, A.Y. (2012) The water footprint of France, Value of Water Research Report Series No. 56, UNESCO-IHE, Delft, the Netherlands.
- IPBES (2018): The IPBES regional assessment report on biodiversity and ecosystem services for Europe and Central Asia. Rounsevell, M., Fischer, M., Torre-Marín Rando, A. and Mader, A. (eds.). Secretariat of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services, Bonn, Germany. 892 pages
- Ministère de la transition écologique et solidaire. L'environnement en France-2019. Rapport de synthèse.
- Ministère de la transition écologique. Synthèse indicateurs PNACC-2
- Ministère de la transition écologique. Rapport de première phase de l'évaluation française des écosystèmes et de services écosystémiques (Efese). Du constat à l'action. Messages clés à l'attention des décideurs.
- Ministère de la transition écologique. Méthodologie de calcul de l'empreinte carbone de la France. Octobre 2021.
- Ministère de la transition écologique et solidaire. Stratégie nationale de lutte contre la déforestation importée 2018-2030.
- Ministère de la transition écologique et solidaire. Le Plan National d'Adaptation au Changement Climatique (PNACC 2)
- IPBES (28): The IPBES regional assessment report on biodiversity and ecosystem services for Europe and Central Asia. Rounsevell,
- Office française de la biodiversité. La biodiversité française en déclin. 10 ans de chiffres-clés par l'Observatoire national de la biodiversité.
- WWF France, 2018. Déforestation importée, arrêtons de scier la branche !
- <https://www.notre-environnement.gouv.fr/ree/>
- <https://uicn.fr/wp-content/uploads/2022/12/resultats-synthetiques-liste-rouge-france.pdf>
- <https://www.ecologie.gouv.fr/evaluation-francaise-des-ecosystemes-et-des-services-ecosystemiques>
- <https://ozone.unep.org/countries>
- <https://www.waterfootprint.org>
- https://inventaire-forestier.ign.fr/IMG/pdf/memento_2017.pdf

1.5 NOORDRIJN-WESTFALEN (DUITSLAND)

1.5.1 Achtergrond

Noordrijn-Westfalen (NRW) vormt het industrieel hart van Duitsland en is de dichtstbevolkte staat van Duitsland en ziet het komen tot een economie die de grenzen van de natuurlijke hulpbronnen respecteert als een grote kans voor de verdere ontwikkeling van het land. Het concept van planetaire grenzen beïnvloedde in Duitsland de nationale strategieën voor duurzaamheid, klimaat en milieubescherming.

Het Geïntegreerd Milieuprogramma 2030 van het Federaal Ministerie van Milieu, Natuurbehoud en Nucleaire Veiligheid uit 2016 stelde al dat het milieubeleid vandaag niet langer alleen kan bewerken de nevenschade van een uit de hand gelopen economisch model weg te werken. Met het oog op de wereldwijde klimaat- en milieucrisis is een ambitieus, doelgericht, wetenschappelijk onderbouwd milieubeleid noodzakelijk in Duitsland, maar vooral in Noord- en Oost-Westfalen. Dit vernieuwd milieubeleid moet worden gezien als onderdeel van een verandering die het welzijn van de samenleving op lange termijn economisch, sociaal en ecologisch waarborgt, terwijl ook rekening wordt gehouden met de zorgen van de jongere en toekomstige generaties. Vooral in een technologisch onderlegd geïndustrialiseerd land kan een veel diepere integratie van milieubeleid in economisch en sociaal beleid baanbrekend zijn.

De grondwet bepaalt (in artikel 20a) dat de staat de natuurlijke grondslagen van leven en dier moet beschermen in het kader van de constitutionele orde. De verantwoordelijkheid van de staat in haar verantwoordelijkheid voor toekomstige generaties is dus in zekere zin bindend. De Duitse duurzaamheidsstrategie van de federale regering beschrijft ook duidelijk de basisprincipes die in deze context moeten worden toegepast: *"De planetaire grenzen van onze planeet, samen met de oriëntatie op een waardig leven voor iedereen, vormen de absolute vangrails voor politieke beslissingen"* (Federale Regering, 2018). Soortgelijke principes kenmerken ook de NRW-duurzaamheidsstrategie (Deelstaatregering NRW, 2020): *"In ons begrip van duurzaamheid moeten de economische, sociale en ecologische ontwikkeling op elkaar inwerken om toekomstige generaties dezelfde kansen op een goed leven te bieden. De deelstaatregering houdt rekening met de mondiale verantwoordelijkheid, de grenzen van onze planeet en de economische en sociale ontwikkelingsvooruitzichten als een kader voor actie"*.

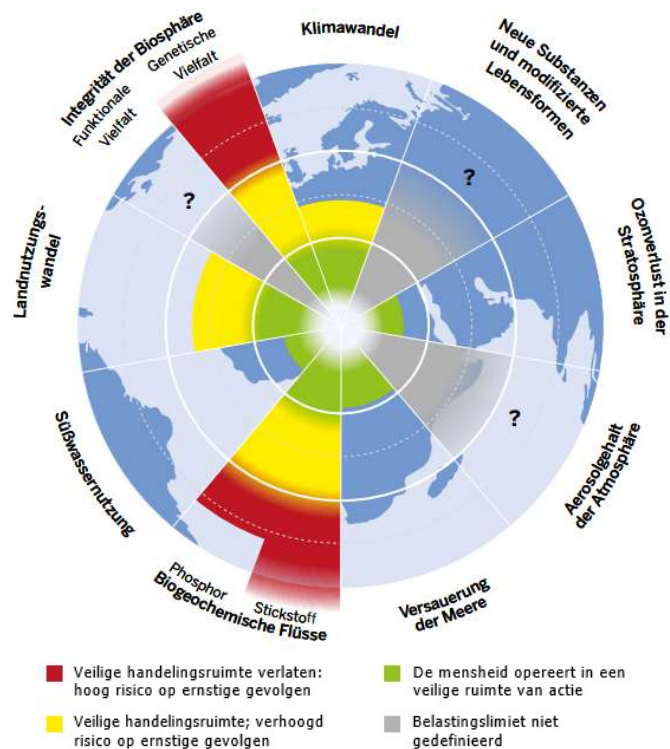
Het rapport stelt dat samenlevingen (moeten) meegroeien met hun uitdagingen (de onomkeerbare deregulatie van het aardsysteem). Uitdagingen zoals het stabiliseren van de aarde moeten daarbij niet worden gezien als obstakels, maar als triggers voor innovatie en ontwikkeling. Hiervoor wordt er eerst gekeken naar de milieusituatie in NRW in een paar geselecteerde gebieden in de context van de planetaire grenzen, die, naast de staatsbrede zeer belangrijke milieubescherming, een noodzakelijk referentiekader vormen voor toekomstig geïntegreerd milieubeleid vanuit een mondiaal perspectief.

1.5.2 Landenfiche Noordrijn-Westfalen (NRW)

Selectie van proxy-indicatoren voor de planetaire grenzen	
Keuze methodologie	De NRW-bijdrage aan de druk op de vier meest precare planetaire grenzen werd bepaald via de globale uniforme verdeling (per hoofd van de bevolking of per gebied) en de bijbehorende controlevariabelen en wordt weergegeven als muntkleurige stralen in de overzichtsfiguur verder in de conclusie. Ze verwijzen

naar de op **productie gebaseerde benadering** (zonder import en export op te nemen) en overschrijden momenteel de veilige ruimte van actie. De status van het bereiken van de doelstelling van twee milieu- of duurzaamheidsindicatoren (waarvan de doelen zijn bepaald door de zittende deelstaatregering) wordt gevisualiseerd binnen elk impactgebied van een belastingsgrens. De statussen werden ingedeeld op basis van de voortzetting van de huidige ontwikkelingen (meestal trends over de laatste tien jaar en naargelang de overschrijding, gemeten als een percentage (%) van het verschil tussen de streefwaarde en de huidige waarde).

Uitgangspunten zijn de 9 planetaire grenzen zoals berekend door Steffen et al (2015). Voor de vier precare grenzen is de status in 2015 in **onderstaande tabel** weergegeven.



Aardsysteemproces	Indicator	Planetaire grens [met onzekerheidsbereik]	Status in 2015
Klimaatverandering	a) Atmosferische CO ₂ -concentratie	350[-450] ppm	396,5 ppm
	b) Energiebalans aan de rand van de atmosfeer	Verandering in stralingsforcering ten opzichte van pre-industriële waarde: < 1,0[-1,5] W/m ²	2,3 W/m ²
Biogeochemische stromen (fosfor, stikstof)	a) Fosforcyclus: globaal: fosfooraanvoer van rivieren in de oceaan; regionaal: fosforinbreng in erodeerbare bodems	Globaal: 11[-100] Tg/jaar; regionaal: 6,2[-1,2] Tg/jaar toegepast op erodeerbare bodems	≈ 22 Tg fosfor/jaar
	b) Nitraatkringloop: globaal: industrieel en biologische nitraatfixatie	62[-82] Tg nitraat/jaar	≈ 150 Tg nitraat/jaar

Landgebruiksverandering	Globaal en regionaal: bosareaal in % van de oorspronkelijke oppervlakte	75[-54] % als gemiddelde van drie bioomspecifieke grenzen: regenwoud 85[-60]%, gematigde bossen 50[-30], boreale bossen 85[-60] %	62 %
Verlies van biosfeerintegriteit	a) Genetische diversiteit	< 10[-100], ideaal ≈ 1 Uitsterven per 1 miljoen soorten per jaar	100-1.000 Uitsterven per 1 miljoen soorten per jaar
	b) Functionele diversiteit	'Biodiversiteit Intactheid Index' 90[-30] %, voor grote regio's (biomen) of grote functionele groepen	? (84 % in Zuid-Afrika)

De milieuveranderingen die NRW teweegbrengt door import en export reiken tot ver buiten de grenzen van de staat, NRW veroorzaakt een wereldwijde voetafdruk door vervuiling van het milieu op de gebruikte productielocaties.

Er wordt vastgesteld dat:

- Een directe omzetting van de planetaire dimensie in regionale aandelen niet gemakkelijk is en ook niet altijd nuttig. De planetaire grenzen beïnvloeden het hele aardse systeem en zijn daarom niet deelbaar. Waar ze kunnen worden verdeeld in aandelen naar territorium of bevolking, rijzen normatieve vragen over de toepasselijke verdelingsrechtvaardigheid. Zelfs als het gaat om de verdeling van een wereldwijd emissiebudget tussen landen, is er aanzienlijke internationale onenigheid over de toe te passen verdelingsprincipes, ook al is het een relatief gemakkelijk te begrijpen probleem.
- Er pogingen zijn om planetaire aandelen te reduceren tot 'planetaire quota', die gerelateerd kunnen zijn aan productie-eenheden, consumptie-eenheden, gebieden of groepen mensen, maar deze zijn momenteel niet geoperationaliseerd (cf. Meyer & Newman, 2018). Een dergelijke methode zou echter nuttig zijn voor een betere kwantificering van de milieudimensie in de Duurzame Ontwikkelingsdoelen en is daarom een belangrijk desideratum voor onderzoeksfinanciering in de komende jaren.
- Er loopt een proces om op wetenschap gebaseerde ontwikkelingsrichtlijnen en -doelen te formuleren. De meeste van deze inspanningen staan echter nog in de kinderschoenen omdat de nodige analytische instrumenten nog in ontwikkeling zijn. De stap van gevestigd klimaatonderzoek naar multidimensionaal aardsysteemonderzoek heeft nog niet plaatsgevonden met de nodige operationele diepgang.
- Gezien er systemen bestaan voor de beoordeling van de milieutoestand in regio's zoals NRW, kan het niet het doel zijn om planetaire grenzen rechtstreeks te evalueren voor een staat als NRW. Integendeel, het doel is om *voorzichtig een resonantie te creëren* tussen deze twee discursieve gebieden: hetgeen het hele aardse systeem beïnvloedt en hetgeen om goede redenen al in een regio is gevestigd. Dit werkt beter voor sommige planetaire dimensies dan voor andere. Het vereist een wederkerig vertaalproces:

- Enerzijds moeten milieudoelen die in een land zijn gedefinieerd kunnen worden geclassificeerd in de context van planetaire grenzen en dus begrijpelijk blijven;
- Anderzijds moeten planetaire grenzen betekenis krijgen in de context van regionaal geldige milieukwaliteitsdoelstellingen. Zowel regionale milieumonitoring als een beschouwing van de algehele toestand van de planeet moeten in de andere context zinvol blijven.

Een dergelijk vertaalwerk tussen planetaire grenzen en geselecteerde omgevingsdimensies in NRW wordt vervolgens uitgebreid besproken. Deze studie is een beschouwing van mogelijke analyses en benaderingen die de noodzakelijke verandering in NRW kunnen ondersteunen met het oog op de planetaire uitdagingen en met het oog op de huidige milieu-ontwikkelingen. Met dit in gedachten wil het rapport een noodzakelijk proces van denken, discours en implementatie aanmoedigen.

Vervolgens richt het rapport zich op de vier dimensies van planetaire grenzen die ook precair zijn voor NRW omdat ze wereldwijd al zijn overschreden:

- Klimaatverandering
- Biogeochemische fluxen van stikstof
- Verandering in landgebruik
- Biodiversiteit

De werkwijze is als volgt:

- Eerst worden relevante milieu-indicatoren in het kader van de respectieve planetaire grenzen beschouwd in relatie tot de huidige situatie en de ontwikkeling in de richting van de overeenkomstige milieudoelstellingen;
- Daarna wordt de bijdrage die NRW levert aan de druk op planetaire grenzen globaal geclassificeerd en besproken.

Hierbij wordt eerst gekeken naar de druk die de economie en acties van NRW uitoefenen op de planetaire grenzen binnen haar eigen grondgebied: wat gebeurt er op het terrein en hoe kan dit worden geclassificeerd in relatie tot wereldwijde verantwoordelijkheid?

In de zogenaamde **productiegebaseerde benadering** wordt gekeken naar de impact van de productie, zelfs wanneer (een deel van) de productie wordt uitgevoerd en niet in Duitsland wordt geconsumeerd. **Hier ligt de focus dus op de lasten binnen het land en de wereldwijde verantwoordelijkheid van de producent.**

In een geglobaliseerde wereld moet echter ook rekening worden gehouden met de effecten van invoer op het klimaat, de bodemrijkdommen, de stikstofinput en de biodiversiteit in andere regio's van de wereld. De op consumptiegebaseerde benadering verwijst naar de milieueffecten die aan een land kunnen worden toegeschreven als gevolg van de consumptie van zelfgeproduceerde of geïmporteerde producten of diensten. In deze benadering wordt bijvoorbeeld ontbossing voor palmolieplantages in Maleisië aan het land toegewezen waar de

cosmetica die palmolie bevat, wordt geconsumeerd (d.w.z. verhoudingsgewijs ook NRW). **De berekening van op consumptie gebaseerde milieueffecten zou echter een verregaande registratie van productieomstandigheden en goederenstromen vereisen, wat in het onderzoek niet gedaan kon worden.** Om de op consumptie gebaseerde benadering te illustreren, **verwijst men daarom naar andere studies** die een ruwe classificatie van de druk van consumptie mogelijk maken.

Het rapport is gepubliceerd in december 2020. Aanpassingen zijn nog gebeurd tot juli 2021. Er wordt niet naar de EEA/FOEN studie verwezen.

Klimaat- verandering

Keuze proxy-indicatoren

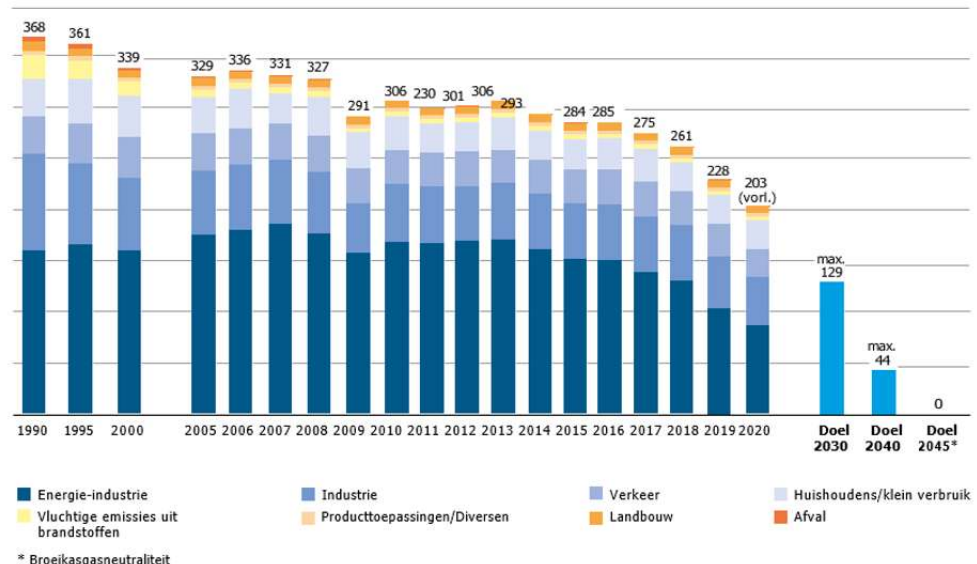
Indicatoren:

- Broeikasgasemissies
- Hernieuwbare energie, aandeel van het bruto elektriciteitsverbruik

Broeikasgasemissies

(Bron: LANUV)

Miljoen ton kooldioxide-equivalenten



Om de klimaatimpact zo laag mogelijk te houden, moet de uitstoot van broeikasgassen wereldwijd en dus ook in NRW binnen de komende twee decennia tot netto nul worden teruggebracht. In NRW werd in 2019 echter nog steeds 228,5 megaton (Mt) broeikasgassen uitgestoten (in CO₂-equivalenten, zie bovenstaande figuur) ondanks een neerwaartse trend. Dit komt overeen met ongeveer 12,7 ton CO₂-equivalenten per hoofd van de bevolking alleen al in dat jaar wat aanzienlijk hoger was dan het federale gemiddelde (9,7 ton CO₂-equivalenten per hoofd van de bevolking) en de waarde van de meeste Europese landen (bijvoorbeeld 6,5 ton CO₂-equivalenten per hoofd van de bevolking in Frankrijk en 7,6 ton CO₂-equivalenten per hoofd van de bevolking in Denemarken [zie EEA, 2021]) en is het gevolg van de status van NRW als een industriële locatie van groot supraregionaal belang, maar dus ook van supraregionale verantwoordelijkheid.

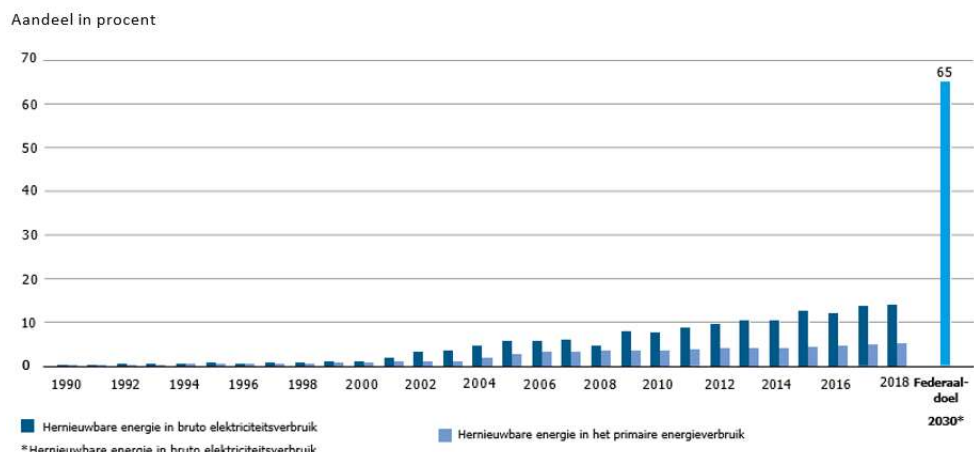
Voor 2020 daalde de voorlopige totale waarde van de NRW-broeikasgasemissie-inventaris tot 203,5 Mt CO₂-equivalenten of ongeveer **11,4 ton per hoofd van de bevolking**.

De tussentijdse doelstellingen zijn broeikasgasreducties van ten minste 65 % tegen 2030 en 88 % tegen 2040 ten opzichte van het referentiejaar 1990, evenals broeikasgasneutraliteit tegen 2045. Als de huidige trend (2011-2020) zich ondanks het tijdelijke bijzondere effect van COVID-19 op een alomvattende manier voortzet, kan de reductiedoelstelling van ten minste 65 % rond 2029, de reductiedoelstelling van ten minste 88 % rond 2037 en broeikasgasneutraliteit rond 2041 worden bereikt . Naast een consequente voortzetting van de emissiereducties in de elektriciteitssector zou dit echter overeenkomstige reducties vereisen in de andere uitstotende sectoren zoals vervoer, gebouwenwarmte en landbouw.

Hernieuwbare energie, aandeel van het bruto elektriciteitsverbruik

Verreweg de grootste uitstoter van broeikasgassen in NRW is de energiesector, gevolgd door de industrie en de transportsector. Een doorslaggevende sleutel tot het bereiken van de klimaatdoelen is daarom de overgang naar hernieuwbare energiebronnen. Windenergie, zonne-energie, biomassa (in beperkte mate), geothermie en waterkracht – in tegenstelling tot de fossiele brandstoffen olie, aardgas, bruinkool en steenkool, evenals uraniumerts – zijn relatief schoon en zijn niet in dezelfde mate gebaseerd op kritisch beperkte hulpbronnen, met uitzondering van het vereiste landoppervlak. In 2018 lag het lokale aandeel van hernieuwbare energiebronnen in het bruto-elektriciteitsverbruik echter nog steeds op een relatief laag niveau van 14,2 % en het primair energieverbruik van 5,4 %, ondanks stijgende trends (zie onderstaande figuur). De vastgestelde trend suggereert dat de federale doelstelling van 65 % aandeel hernieuwbare energie in het bruto-elektriciteitsverbruik in 2030 en een aandeel hernieuwbare energie in het bruto-elektriciteitsverbruik van ten minste 80 % tegen 2050 niet zullen behaald worden. Voor beide doelstellingen geldt dat als de huidige ontwikkelingstrend zich voortzet, minder dan de helft van de beoogde uitbreiding wordt bereikt.

Subindicator Aandeel van het bruto-elektriciteitsverbruik en het primaire energieverbruik
(Bron: T.NRW)



Op **mondiaal niveau** stelt het concept van planetaire vervuilinglimieten een limiet voor klimaatverandering bij een concentratie van **350 ppm CO₂** in de atmosfeer. In 2020 was de gemiddelde concentratie echter al 412,5 ppm (cf. Dlugokencky & Tans, 2021). De planetaire grens is al overschreden en de tekenen van destabilisatie van het klimaatsysteem zijn duidelijk zichtbaar. De effecten van klimaatverandering kunnen zelfs niet worden teruggedraaid door een ambitieuze vermindering van de uitstoot. De veilige ruimte voor klimaatverandering is al verlaten en bevinden we ons in de zone van verhoogd risico of toenemende effecten.

Het is noodzakelijk om verder afglijden naar de zone van volledig gevaarlijke effecten te voorkomen. Om deze reden streeft het klimaatakkoord van Parijs (2015) het doel na om niet verder weg te raken van dit veilige actiegebied. Met name de daarin vastgestelde bindende temperatuurdoelstellingen impliceren rechtstreeks een wereldwijde beperking van de maximaal mogelijke CO₂-emissies, aangezien het cumulatieve effect ervan vrijwel rechtstreeks verband houdt met de daaruit voortvloeiende opwarming van de aarde.

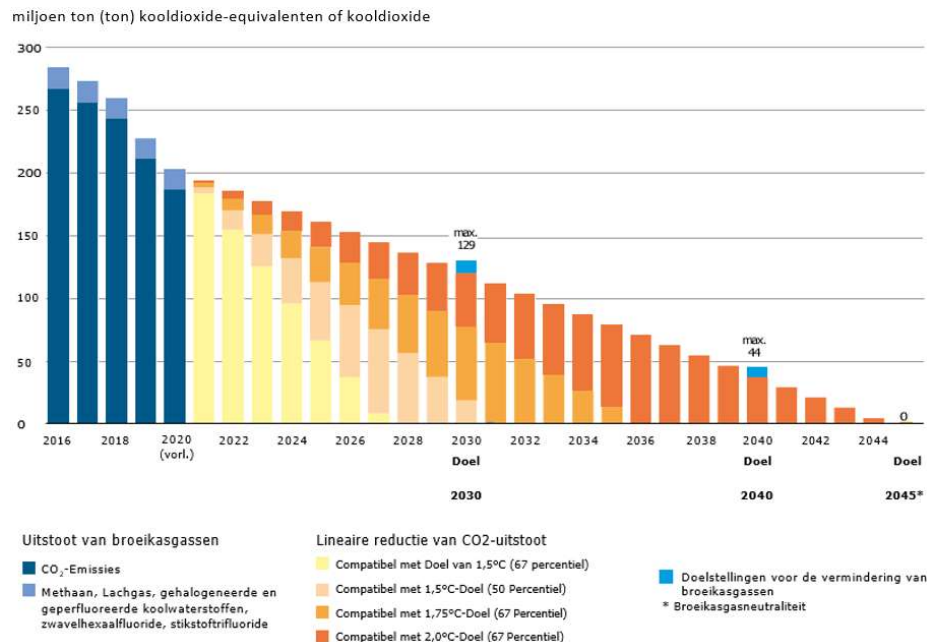
Als op basis daarvan de doelstelling van 1,5 graden, die dichterbij de veilige actieruimte ligt, wordt vertaald in dergelijk **resterend budget voor CO₂-uitstoot**, zal volgens de Speciale Commissie van het IPCC de internationale gemeenschap nog maximum ongeveer 420 gigaton (Gt) CO₂ vanaf januari 2018 overblijven (67^e percentiel van klimaatsimulaties, d.w.z. in 66 % van de klimaatsimulaties, is de opwarming van de aarde beperkt tot minder dan 1,5 °C bij emissies tot dit niveau; het 50^e percentiel is ongeveer 580 Gt [IPCC, 2018]) en bij de huidige uitstoot van ongeveer 42 Gt CO₂ per jaar, slechts een **maximum van 294 Gt CO₂ vanaf januari 2021**. Dit budget moet worden opgevat als de maximale bovengrens voor verdragconforme emissies.

Onder de maximumgrens volgens het voorzorgsbeginsel vallen vergroot de kans op het behalen van de klimaatdoelstelling en biedt meer zekerheid tegen een mogelijke overschatting van het budget, dat momenteel slechts gedeeltelijk rekening houdt met terugkoppelingen in de koolstofcyclus van de aarde.

Als men het **principe van een wereldwijde gelijke verdeling per hoofd van de bevolking volgt**, dat een evenwichtige basis biedt voor internationale verdelende rechtvaardigheid en het maximale budget voor elke individuele staat, waarvoor het geen hogere emissierechten heeft dan andere, zou er vanaf januari 2021 een restbudget van maximaal 37,5 ton CO₂ overblijven voor elke persoon in de wereld en dus een restbudget van maximaal ongeveer 673 Mt CO₂ voor NRW. De historisch reeds veroorzaakte emissies, die bijzonder hoog zijn voor een deelstaat als NRW met vroege industrialisatie en de vraag oproepen of geïndustrialiseerde landen daarom recht zouden moeten hebben op een kleiner deel van het resterende budget, werden zelfs buiten beschouwing gelaten in de berekening. Een voortzetting van de huidige emissieontwikkeling van NRW zou betekenen dat het resterende budget voor NRW in minder dan drie en een half jaar zou zijn opgebruikt (uitgaande van constante verhoudingen tussen CO₂ en andere broeikasgasemissies).

Een lineair gebruik van dit maximale budget, d.w.z. een vermindering van de uitstoot met dezelfde waarde per jaar, betekent de noodzaak van CO₂-neutraliteit voor NRW al in 2028. Om dit te bereiken, zou het land zijn CO₂-uitstoot met

minstens 29,5 Mt per jaar moeten verminderen, d.w.z. ongeveer 3 keer meer dan volgens de huidige trend van de afgelopen tien jaar. Een voortzetting van de huidige emissieontwikkeling van NRW zou daarom betekenen dat het aandeel van de deelstaat (uitgaande van een gelijkmatige wereldwijde verdeling per hoofd van de bevolking) in overeenstemming met de doelstelling van 1,5 graden met ongeveer twee keer zou worden overschreden (zie onderstaande figuur).



Naleving van de CO₂-begroting van Noordrijn-Westfalen of Duitsland als geheel kan alleen slagen als de energiesector, waarin emissiereducties het gemakkelijkst te implementeren zijn, eerst substantiële vooruitgang boekt om de nodige speelruimte te behouden voor sectoren zoals transport en gebouwen, waar de overgang naar klimaatneutraliteit moeilijker is. De Duitse Milieuadviesraad heeft bijvoorbeeld berekend dat kolengestookte elektriciteitsopwekking in Duitsland tegen 2030 moet worden afgebouwd als onderdeel van het nationale emissiebudget (cf. SRU, 2017). Dit is merkbaar eerder dan voorzien in de Wet uitfasering kolen als gevolg van het compromisvoorstel van de Commissie kolen. Tegen deze achtergrond wordt duidelijk dat de doelstellingen van de gewijzigde Wet klimaatbescherming NRW voor de reductie van broeikasgassen als geheel nog niet verenigbaar zijn met een lineaire inzet van het resterende CO₂-budget om de doelstelling van 1,5 graden te halen. Als het doel echter niet is om zich te oriënteren op de veilige actieradius van de planetaire grenzen, maar om de opwarming te beperken tot ruim onder de 2 °C, zoals vastgelegd in het Klimaatakkoord van Parijs, blijft een iets groter CO₂-budget beschikbaar. Als deze doelstelling wordt geïnterpreteerd in een begroting voor een maximale temperatuurstijging van 1,75 °C, aangezien het akkoord expliciet streeft naar een opwarming van ruim onder de 2 °C, voorziet een lineaire vermindering van de CO₂-uitstoot pas in 2036 in CO₂-neutraliteit. Met een budget voor opwarming van ongeveer 2°C (dus zonder ruim onder de 2°C te liggen, wat niet in lijn is met de bindende doelstellingen van het Klimaatakkoord van Parijs) bereikt de gestage vermindering van de CO₂-uitstoot dit punt negen jaar later. De

reductiedoelstellingen geformuleerd in de gewijzigde Klimaatwet NRW blijven dus ook ver achter bij de minder ambitieuze 1,75 gradendoelstelling en komen slechts overeen met een doelstelling van 2,0 graden, gebaseerd op lineaire reductiepaden.

Als men de verdeelsleutel voor het CO₂-budget volgt op basis van het bevolkingsaandeel, volgt uit een puur klimaatwetenschappelijk oogpunt dat NRW (en met passende berekeningen ook Duitsland en de EU) ruim voor 2050 klimaatneutraal zou moeten worden, om te voldoen aan de klimaatdoelstellingen van het klimaatakkoord van Parijs, die bindend zijn volgens het internationaal recht (cf. SRU, 2020). Bij een lineaire daling van de uitstoot zou Duitsland als geheel vanaf 2038 CO₂-neutraal moeten zijn (cf. SRU, 2020). Een overeenkomstige omschakeling naar alternatieve vormen van energieopwekking zal slagen als de uitbreiding van hernieuwbare energiebronnen gelijke tred houdt met de noodzakelijke uitfasering van fossiele energiebronnen. Vanuit klimaatwetenschappelijk oogpunt is een milieuvriendelijke energievoorziening uit 100 % hernieuwbare energie daarom al in 2035 noodzakelijk. Aan de andere kant veronderstelt het doel van klimaatneutraliteit in 2050 een verdeelsleutel voor het wereldwijde CO₂-budget die ten goede komt aan geïndustrialiseerde landen, evenals aanzienlijke, momenteel grotendeels speculatieve toekomstige extracties van CO₂ uit de atmosfeer.

Naast de emissies die binnen de federale staat voorkomen (bronnenbalans), is het in onze geglobaliseerde wereld belangrijk om rekening te houden met emissies die ook elders worden veroorzaakt door de productie van **producten die in NRW worden geconsumeerd** (vervuiler betaalt balans). Het Global Carbon Project berekent deze op consumptie gebaseerde CO₂-emissies op nationaal niveau met behulp van gegevens en modellen over handelsstromen van goederen en diensten en de bijbehorende CO₂-emissies. Voor 2016 bedroeg de **CO₂-uitstoot toe te schrijven aan het verbruik in Duitsland in totaal 888 Mt CO₂** (Le Quéré et al., 2018). Dit bedrag omvat de emissies die in andere landen en in Duitsland worden gegenereerd door de vervaardiging van de producten en de levering van de diensten die uiteindelijk in Duitsland zijn verbruikt of geclaimd. **Dit betekent dat de op consumptie gebaseerde emissies voor Duitsland meer dan 10 % hoger waren dan die vanuit een op productie gebaseerd perspectief (802 Mt CO₂** [cf. Strogies & Gniffke, 2019]). **Op het niveau van de deelstaten is de CO₂-uitstoot die gepaard gaat met het verbruik nog niet berekend.** Uitgaande van een gelijke verdeling van de op consumptie gebaseerde emissies van Duitsland onder de inwoners, zijn de consumentenbestedingen per huishouden in NRW immers slechts ongeveer 2 % hoger dan het federale gemiddelde, dit resulteert in 10,8 ton CO₂ per hoofd van de bevolking in 2016. NRW onderscheidt zich als een industriële locatie of een hoogproductieve staat, omdat in 2016, in tegenstelling tot het federale gemiddelde, de **op productie gebaseerde CO₂-emissies hoger waren dan op consumptie gebaseerde CO₂-emissies: 15,0 ton CO₂-emissies per hoofd van de bevolking** werden geproduceerd binnen de staat (cf. Hoffmann & Hoppe, 2018), d.w.z. ongeveer 40 % meer dan de gemiddelde uitstoot van de consumptie van een Duitse burger.

Hoewel de meeste EU-landen meer emissies per hoofd van de bevolking hebben volgens de op consumptie gebaseerde benadering die rekening houdt met

	<p>goederen van over de hele wereld dan volgens op productie gebaseerde overwegingen in hun eigen land (zie Häyhä et al., 2018), onderscheiden Duitse deelstaten, en met name NRW, zich als exportgerichte industriële locaties met emissie-intensieve productie met hoge op productie gebaseerde emissiewaarden. Het rapport stelt vast dat het daarom belangrijk is om de consumptiepatronen te heroverwegen en als producent verantwoordelijkheid te nemen en dat een geschikte, toekomstgerichte focus met de systematische opname van klimaat- en milieubescherming een dringend noodzakelijke impuls kan geven aan de naleving van de planetaire grenzen.</p> <p>Berekeningsmethode en databronnen Zie hierboven.</p> <p>Planetaire grens voor de gekozen proxy-indicator Zie hierboven.</p>
<p>Verandering in integriteit biosfeer</p>	<p>Keuze proxy-indicatoren Indicatoren:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Ecologische toestand/potentieel van waterlopen - Soortenrijkdom en landschappelijke kwaliteit <p>Het definiëren van een controlevariabele voor de wereldwijde integriteit van de biosfeer die het verlies van soorten en andere ecologische functies van de biosfeer omvat, is een bijzondere uitdaging. Op dit moment wordt een tussenvariant voorgesteld, de Biodiversiteitsintactheidsindex (BII). De BII evalueert de verandering in flora- en faunapopulatieaantallen als gevolg van menselijke invloeden zoals land- of hulpbronnengebruik voor een verscheidenheid aan taxa en functionele groepen op het niveau van biomen of ecosystemen met behulp van de pre-industriële populaties als referentie. De index varieert van 100 % (populaties van alle functionele groepen op pre-industrieel niveau) tot lagere waarden die de omvang en mate van menselijke verandering in planten- en dierenpopulaties weerspiegelen. Een BII-waarde van 90 % wordt momenteel gebruikt als belastingslimiet.</p> <p>De aquatische gemeenschappen van NRW zijn ook niet in de beste vorm. Momenteel bevindt slechts ongeveer 20 % van de natuurlijke waterlopen (of ongeveer 9 % van alle rivieren in Noordrijn-Westfalen) zich in een 'zeer goede of goede ecologische toestand' - volgens de bevindingen op basis van algensoorten en bacteriën, waterplanten, macrozoöbenthos zoals krabben en insectenlarven, bepaalde vissoorten en chemisch-fysische en hydromorfologische criteria. Voor kunstmatige en sterk gewijzigde waterlopen wordt het 'ecologisch potentieel' dienovereenkomstig geëvalueerd omdat hun waterstructuur ernstig is veranderd, bijvoorbeeld door stuwen of kanalisatie. Slechts ongeveer 3 % hiervan (of iets minder dan 2 % van alle rivieren in het land) heeft een 'zeer goed of goed ecologisch potentieel'. De ecologische toestand van rivieren ook wordt weerspiegeld in de Rode Lijst van NRW uit 2010, volgens welke ongeveer 35 % van de vissen en rondbekken (kaakloze vissen) als uitgestorven of bedreigd worden beschouwd.</p>

Volgens de EU-kaderrichtlijn water is het doel dat in 2027 alle natuurlijke rivieren een goede ecologische toestand hebben bereikt en alle sterk veranderde en kunstmatige wateren 100 % een goed ecologisch potentieel hebben bereikt. Als men echter de ontwikkeling van de laatste twee campagnes (monitoringcycli 2012-2014 en 2015-2018) volgt, ziet men slechts een gematigde ontwikkeling in deze richting. Hoewel het aandeel kunstmatige of gemodificeerde waterlichamen met 'goed of zeer goed potentieel' steeg van 0,6 % naar 1,6 %, stagneerde het aandeel natuurlijke waterlichamen met ten minste een goed potentieel op 8,8 %. Als deze gematigde ontwikkelingsdynamiek doorzet, zou de doelstelling voor 2027 dus met een ruime marge worden gemist.

In 2016 publiceerde een team onder leiding van bioloog Tim Newbold voor het eerst een wereldwijde dataset van **BII** en optimaliseert het model sindsdien (cf. Newbold et al., 2016). Als men het gemiddelde neemt van de laatste resultaten van de BII-berekening voor het gebied van NRW, krijgt men **een gemiddelde waarde van 66 %**. Dit betekent dat de gemiddelde gemodelleerde populatiedichtheid van een reeks geanalyseerde soorten met sleutelfuncties gemiddeld slechts ongeveer 66 % van de bevolkingsdichtheid van de niet-aangetaste staat bedraagt. Deze verlaging van 34 % komt overeen met 3,4 maal de grenswaarde die wordt toegepast voor een verlaging van maximaal 10 %. Een dergelijke ernstige aantasting van de integriteit van de biodiversiteit wordt ondersteund door de cijfers van de Rode Lijst van bedreigde planten, schimmels en dieren van Noordrijn-Westfalen.

De ernst van de situatie is niet beperkt tot de inheemse biodiversiteit, zoals die wordt aangepakt in de **op productie gebaseerde benadering**. De productie van goederen die in NRW worden geconsumeerd, wordt geassocieerd met sterke interventies in ecosystemen in bijna alle regio's van de wereld. Bij de **op consumptie gebaseerde benadering** voor de classificatie van de druk op de planetaire grens moet daarom rekening worden gehouden met de invloed van het consumptiegedrag van NRW op de biodiversiteit op de respectieve productielocaties. Lenzen et al., 2012 analyseerde de effecten van internationale handel op biodiversiteit: 25.000 records van bedreigingen van diersoorten van de Rode Lijst van de IUCN werden gekoppeld aan de productie van meer dan 15.000 goederen uit 187 landen om meer dan 5 miljard toeleveringsketens te evalueren in termen van hun impact op de biodiversiteit. Volgens deze studie veroorzaakt de consumptie in Duitsland 230 soorten bedreigingen binnen Duitsland en nog eens 395 bedreigingen in het buitenland. De druk die Duitsland uitoefent op de biodiversiteit in andere regio's van de wereld is buitengewoon hoog (vergeleken met de druk die wordt uitgeoefend door consumptie in andere landen op de biodiversiteit in Duitsland). Als de bedreigingen van import en export worden verrekend, is Duitsland de op twee na grootste 'netto-importeur van soortenbedreigingen' na de VS en Japan. Aan de andere kant worden landen met een relatief lage binnenlandse consumptie maar hoge exportprestaties van goederen waarvan de productie sterk interfereert met ecosystemen beschouwd als 'netto-exporteurs van soortenbedreigingen' (bv. export van palmolie uit Indonesië en Maleisië of visserij in Papoea-Nieuw-Guinea)'.

	<p>Berekeningsmethode en databronnen Zie hierboven.</p> <p>Planetaire grens voor de gekozen proxy-indicator Zie hierboven.</p>
Aantasting ozonlaag	Niet opgenomen
Verzuring van de oceanen	Niet opgenomen
Verstoring biogeo-chemische kringlopen van stikstof en fosfor	<p>Keuze proxy-indicatoren Indicatoren:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Nitraatconcentratie in grondwater - Stikstofoverschot van de oppervlakte cultuurgrond <p>De totale som van stikstof uit industriële (productie van chemicaliën en meststoffen) en opzettelijk geïnduceerde biologische fixatie (via stikstofbindende bacteriën in geteelde peulvruchten) mag niet meer bedragen dan 62 gigaton (Gt) stikstof per jaar volgens het concept van planetaire grenzen, waarbij regionale distributie een cruciale rol speelt.</p> <p>Omdat de verdeling van vaste stikstof zo relevant is, wordt ook een wereldwijde gelijke verdeling voor de classificatie van de bijdrage van NRW aan de wereldwijde stikstoffixatie verdeeld over het gehele landbouwareaal van de wereld beschouwd. Met een wereldwijde uitbreiding van de landbouw tot ongeveer 1.591 megahectare (cf. Klein Goldewijk et al., 2017) en de planetaire grens van 62 Gt² stikstof per jaar, betekent dit een maximale belasting van ongeveer 39 kg stikstoffixatie per hectare landbouwgrond en jaar.</p> <p>Het gebruik van minerale meststoffen in NRW – en daarmee de benodigde industriële stikstoffixatie – bedroeg in 2019 gemiddeld 92 kg stikstof per hectare cultuurgrond (cf. NRW Landbouwkamer, 2021). Dit betekent dat de industriële fixatie in NRW ongeveer 2,4 keer de limiet van 39 kg stikstof per hectare stikstoffixatie bereikt. Het is echter niet alleen binnen de landsgrenzen dat landbouw en industrie de natuurlijke stikstofcyclus ernstig verstoren, zoals deze classificatie van de op productie gebaseerde benadering laat zien. Tal van producten (voedsel, maar ook kleding en lederwaren) worden geïmporteerd naar NRW en Duitsland, die elders afhankelijk zijn van de fixatie van stikstof geïnduceerd door de mens. In die zin wordt stikstofuitstoot indirect aangetroffen in veel consumptiegoederen, wat kan worden geschat in de volgende op consumptie gebaseerde benadering.</p> <p>Om een stikstofvoetafdruk voor individuele landen te genereren, volgde een studie van Oita et al. (2016) de emissies van verschillende stikstofverbindingen bij de productie, verwerking en transport van producten en voor de levering van diensten en combineerde deze met een handelsdatabase van de bijbehorende import en export. Er werd rekening gehouden met de uitstoot van ammoniak, stikstofoxiden en lachgas in de atmosfeer, evenals met de uitstoot van stikstof naar oppervlaktewateren en grondwater als gevolg van bodemuitspoeling en oppervlakteaafvoer (met name nitraat uit de landbouw). Met een</p>

² Waarschijnlijk 62 Tg ?

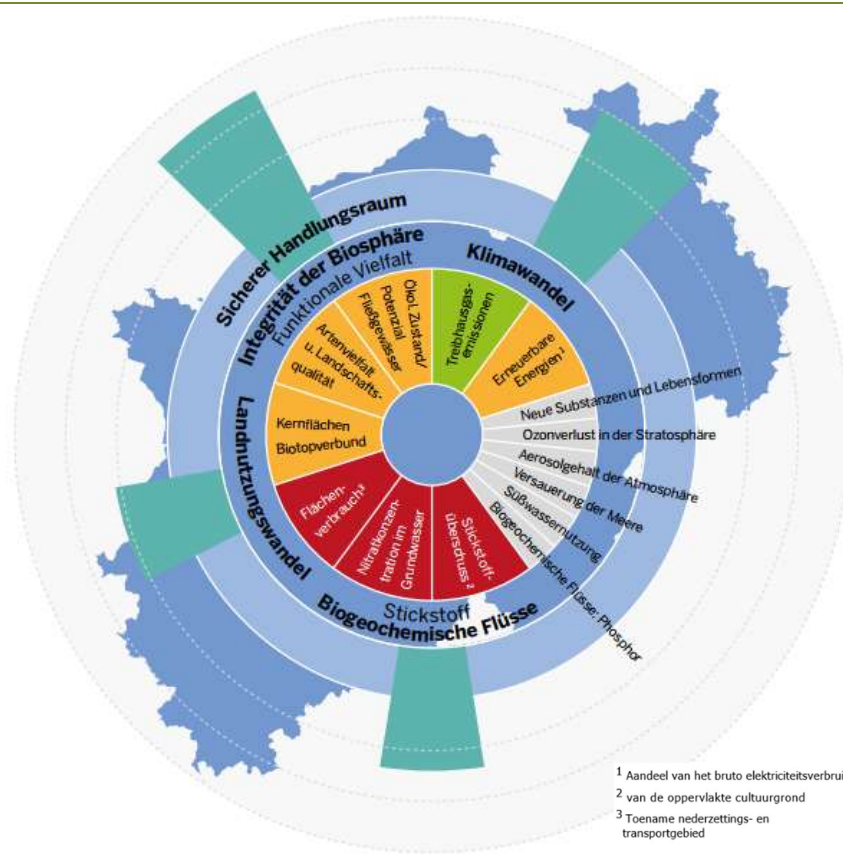
	<p>stikstofvoetafdruk van 44,5 kg stikstof per hoofd van de bevolking per jaar ligt Duitsland ruim boven het wereldwijde gemiddelde van 27 kg per hoofd van de bevolking per jaar. Welvarende consumenten geven de voorkeur aan dierlijke producten en sterk bewerkte voedingsmiddelen en zijn over het algemeen meer afhankelijk zijn van energie-intensieve goederen en diensten. Daarnaast verkleinen ontwikkelingslanden met een forse export van landbouwproducten, voedsel en textiel hun voetafdruk enorm door de indirecte export van stikstofuitstoot. Toch hebben de emissies nog steeds effect op de grond, waardoor locatiegebaseerde analyses binnen het land van enorm belang blijven (zie hierboven).</p> <p>Het aandeel stikstofverbindingen dat mogelijk in het water terecht kan komen, is 21 kg stikstof per hoofd van de bevolking per jaar voor de Duitse voetafdruk, dat wil zeggen iets minder dan de helft. Er wordt echter geen onderscheid gemaakt tussen organische en anorganische stikstof, zodat deze waarde niet direct kan worden vergeleken met de stikstoffixatie door minerale meststoffen, zoals deze werd afgeleid in de op productie gebaseerde benadering door de verkoop van minerale meststoffen. Een analyse voor de classificatie van de druk van NRW op de planetaire grens van de biochemische stikstofcyclus in de op consumptie gebaseerde benadering zou ook rekening moeten houden met de handelstroom van peulvruchten en hun verwerkingsroutes.</p> <p>Berekeningsmethode en databronnen Zie hierboven.</p> <p>Planetaire grens voor de gekozen proxy-indicator Zie hierboven.</p>
<p>Land-gebruiks-verandering</p>	<p>Keuze proxy-indicatoren Indicatoren:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Kerngebieden van het biotoopnetwerk - Landgebruik (toename nederzettings- en transportgebied) <p>Tot nu toe zijn er twee benaderingen geweest om de verantwoordelijkheid van NRW aan te pakken met betrekking tot het bijdragen aan de druk op de planetaire grens van verandering in landgebruik.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Men houdt rekening met de sleutelfuncties van biosystemen, onder meer voor klimaatregulering, en leidt een tolerantiegrens voor ontbossing af van maximaal 15 % van de tropische en boreale bossen en 50 % van de bossen in gematigde klimaatzones – waaronder Duitsland – (cf. Steffen et al., 2015). Voor het gebied van Noordrijn-Westfalen kan worden aangenomen dat de bosbedekking grotendeels gesloten is, met uitzondering van wateren, heidevelden en open plekken als gevolg van de invloed van grote zoogdieren (cf. Schulte, 2003). Rekening houdend met 627 km² wateroppervlak en ongeveer 400 km² voor de oorspronkelijke uitbreiding van veengebieden, geschat aan de hand van geologische kaarten en bodemkenmerken (cf. Schopp-Guth & Guth, 2003), zou dit ongeveer 33.000 km² zijn. Volgens de inventarisatie van staatsbosbeheer 2014 bedroeg het bosareaal van Noordrijn-Westfalen, inclusief open plekken, 9.345 km². Volgens de studie is

momenteel slechts ongeveer 28 % van de potentieel oorspronkelijk beboste gebieden bebost en is de tolerantiegrens voor ontbossing sterk overschreden. Een dergelijke vertaling van de planetaire grens naar een landelijk doel is echter problematisch, niet in de laatste plaats omdat deze definitie bedoeld is voor grotere aaneengesloten bosbiomen en de specificatie van het oorspronkelijk beboste gebied vol onzekerheden zit.

- Een andere, eerdere benadering richt zich op veranderingen in landgebruik door de uitbreiding van landbouwgrond, dat niet meer dan 15 % van het landoppervlak mag bedragen (cf. Rockström et al., 2009). In deze definitie wordt de transformatie van natuurlijke ecosystemen als een proxy voor de uitbreiding van landbouwgrond beschouwd. Als hier opnieuw het principe van gelijke verdeling wordt toegepast en voor elke natiestaat en elke federale staat een maximale uitbreiding van landbouwgrond van 15 % van het grondgebied wordt vastgesteld, zou dit een tolerantiegrens van ongeveer 5.120 km² landbouwgrond voor NRW betekenen. Het huidige areaal landbouwgrond van ongeveer 10.643 km², is echter met een factor 2,1 meer dan twee keer zo groot als deze richtwaarde.

Het lijkt geen twijfel dat inwoners van Duitsland en Noordrijn-Westfalen in tijden van globalisering ook indirect betrokken zijn bij veranderingen in landgebruik in het buitenland. De **productie en consumptie van vlees** zijn bijvoorbeeld twee van de belangrijkste oorzaken van ontbossing van het regenwoud in landen als Brazilië (cf. Machovina et al., 2015) van waaruit eiwitrijke soja wordt geïmporteerd (cf. Chemnitz et al., 2016). De hoge vleesconsumptie in Duitsland van ongeveer 60 kg per hoofd van de bevolking per jaar en de vleesexport dragen hier dan ook aan bij (cf. BLE, 2019). Ook het verbruik van palmolie in Duitsland oefent een sterke druk uit op natuurlijke ecosystemen in andere regio's van de wereld. Oliepalmplantages zijn de belangrijkste reden voor de toenemende vernietiging van regenwouden in Maleisië en Indonesië (cf. Nellemann et al., 2007). Op die manier oefenen ook Duitsland en Noordrijn-Westfalen druk uit op land als hulpbron buiten hun grondgebied. Terwijl de op **productie gebaseerde benadering** rekening hield met **landgebruik binnen NRW**, verwijst de **op consumptie gebaseerde benadering** naar de **verandering in landgebruik die aan NRW kan worden toegeschreven als gevolg van consumptie**. Door landgebruik voor de productie en levering van goederen en diensten te combineren met internationale handelsstromen, is het mogelijk om het landgebruik voor de consumptie van individuele landen te bepalen. In een overeenkomstige studie wijzen Yu et al. (2013) op een buitengewoon hoog percentage landgebruik in het buitenland voor Duitsland: 87 % van de druk op landbronnen veroorzaakt door de Duitse consumptie treft het buitenland en komt neer op een claim van 71 megahectare, d.w.z. bijna twee keer de oppervlakte van het federale grondgebied. Daarmee zit Duitsland ruim boven het wereldwijde gemiddelde van 27 %. In vergelijking met andere Europese landen behoort Duitsland ook tot de landen met het grootste aandeel landgebruik in het buitenland. Het buitenlandse aandeel van landgebruik door consumptie is bijvoorbeeld 80 % voor het VK, 63 % voor Spanje en 53 % voor Zweden. Voorbeelden van landen met een bijzonder laag landgebruik in het

	<p>buitenland zijn Australië, Brazilië, Indonesië en Rusland. Daar zijn de gebieden die in het land worden gebruikt voor de productie van goederen die bestemd zijn voor consumptie in andere landen aanzienlijk groter dan de gebieden die ze in het buitenland claimen voor eigen consumptie.</p> <p>Berekeningsmethode en databronnen Zie hierboven.</p> <p>Planetaire grens voor de gekozen proxy-indicator Zie hierboven.</p>
Zoetwater-gebruik	Niet opgenomen
Lucht-vervuiling	Niet opgenomen
Nieuwe entiteiten	Niet opgenomen
Berekening van de veilige ruimte	
Allocatie-benadering	<p>Er wordt in het rapport niet ingegaan op specifieke allocatiebenaderingen of de motivatie voor een bepaalde keuze van allocatiebenadering.</p> <p>De NRW-bijdragen werden bepaald via de globale uniforme verdeling (per hoofd van de bevolking of per gebied).</p> <p>In het gesprek met de EIONET werkgroep werd aangegeven dat enkel gekozen werd voor de 'equal per capita' allocatie, omwille van beperkte tijd en budget voor het uitvoeren van het onderzoek.</p> <p>In een nieuw onderzoek wil men wel rekening houden met meerdere allocatieprincipes.</p>
Data-bronnen	
Resultaat	
Conclusies	In de figuur hieronder wordt het resultaat van de toets aan de planetaire grenzen voor Noordrijn-Westfalen weergegeven.



- Als de trend zich voortzet, zou de streefwaarde van de indicator bereikt worden of met minder dan 5% worden gemist
- Als de trend doorzet, zou de streefwaarde van de indicator met 5% tot 20% worden gemist
- Als de trend doorzet, zou de streefwaarde van de indicator met meer dan 20% worden gemist
- De indicator beweegt niet in de gewenste richting
- Op productie gebaseerde NRW-bijdrage aan de overeenkomstige planetaire grens

De NRW-bijdragen aan de druk op de vier meest precare planetaire grenzen werden bepaald via de globale uniforme verdeling (per hoofd van de bevolking of per gebied) en de bijbehorende controlevariabelen en weergegeven als muntkleurige stralen. Ze verwijzen naar de op productie gebaseerde benadering (zonder import en export op te nemen) en overschrijden momenteel met een veelvoud de veilige ruimte van actie die wordt weergegeven als een ring, die compatibel is met de planetaire grenzen. Voor dit doel wordt de status van het bereiken van de doelstelling van twee milieu- of duurzaamheidsindicatoren (waarvan de doelen zijn bepaald door de zittende deelstaatregering) gevisualiseerd binnen elk impactgebied van de planetaire grenzen. De statussen werden ingedeeld op basis van de voortzetting van de huidige ontwikkelingen (meestal trends over de laatste tien jaar en naargelang de overschrijding, gemeten als een percentage (%) van het verschil tussen de streefwaarde en de huidige waarde).

Beleidsgevolgen	NRW, als een hoogontwikkelde industriële locatie, heeft tekorten in termen van de milieudoelen die het zichzelf heeft gesteld en levert een belangrijke bijdrage aan de druk op planetaire grenzen. De resultaten van het onderzoek geven duidelijk aan dat NRW nog niet op de noodzakelijke koers zit. Dit geldt zowel voor de zelfgekozen milieudoelstellingen als voor passende mondiale
------------------------	---

verantwoordelijkheid. Net als in andere geïndustrialiseerde landen zijn er drie tekortkomingen:

- Er zijn lacunes in de uitvoering, met name lacunes in de verwezenlijking van de doelen die zij zichzelf hebben gesteld. Het sluiten hiervan zou al een belangrijke stap zijn en is een niet te onderschatten taak voor een geïndustrialiseerd land.
- Er zijn ook ambitiekloven: de zelfopgelegde doelstellingen schieten tekort om op belangrijke thematische gebieden het 'veilige' gebied van planetaire stabiliteit voor toekomstige ontwikkeling te garanderen of om er de juiste bijdragen aan te leveren.
- Er is vaak te weinig transparantie over het verloop en de impact van de afgesproken transformatiepaden, waardoor het moeilijk is om ze te beoordelen. Het onlangs gepubliceerde *State of the Environment Report NRW 2020* levert hier een belangrijke bijdrage aan in het kader van het rapportagesysteem van de staat (www.umweltzustandsbericht.nrw.de). Planetaire grenzen in de context van ontwikkelingen in NRW zouden kunnen bijdragen aan het noodzakelijke discours in de toekomst als een elementaire oriëntatie.

Vanuit de resultaten voorgesteld in het rapport, wordt afgeleid dat optimalisaties in het milieubeleid onvoldoende zullen zijn om haar milieu-impact binnen de grenzen van de veilige gebruiksruimte te houden. en integratie van Een integratie van het milieubeleid in het economisch, sociaal en financieel beleid zal hiervoor nodig zijn. Dit is een fundamentele aanpassing. Als industriële locatie staat NRW hier voor een enorme opgave. Tegelijkertijd kan NRW ook een zeer interessante pionier worden in het opzetten van een sociaal en ecologisch duurzame markteconomie voor de 21e eeuw die het algemeen welzijn waarborgt – en daarmee een rolmodel op nationaal, Europees en internationaal niveau.

1.5.3 Referenties

Geconsulteerde bronnen:

- Lucht, W., Werner, C. & Gerten, D. (2021) Planetare Ökologische Grenzen einhalten: Nordrhein-Westfalen in der Klima- und Umweltkrise. Herausgegeben vom Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen, 65 p.