



Universiteit  
Leiden  
The Netherlands

## **Environmental footprints: assessing anthropogenic effects on the planet's environment**

Fang, K.

### **Citation**

Fang, K. (2015, November 24). *Environmental footprints: assessing anthropogenic effects on the planet's environment*. Institute of Environmental Sciences (CML), Faculty of Science, Leiden University, Leiden. Retrieved from <https://hdl.handle.net/1887/36421>

Version: Corrected Publisher's Version

License: [Licence agreement concerning inclusion of doctoral thesis in the Institutional Repository of the University of Leiden](#)

Downloaded from: <https://hdl.handle.net/1887/36421>

**Note:** To cite this publication please use the final published version (if applicable).

Cover Page



Universiteit Leiden



The handle <http://hdl.handle.net/1887/36421> holds various files of this Leiden University dissertation

**Author:** Kai Fang

**Title:** Environmental footprints : assessing anthropogenic effects on the planet's environment

**Issue Date:** 2015-11-24

# Samenvatting

## Inleiding

Diverse onderzoeksgroepen houden zich bezig met de ontwikkeling van voetafdruk-achtige indicatoren voor de invloed van de mens op ecosystemen. Dit zijn met name onderzoeksgroepen op het gebied van de ecologische economie en de industriële ecologie. Het achterliggende idee van een ecologische voetafdruk is inmiddels breed aanvaard als een benaderende maat voor de druk op of het effect van de mens op het milieu. Een groot aantal publicaties uit de afgelopen decennia heeft bijgedragen aan de totstandkoming van een wetenschappelijk begrip van en een communicatiestandaard voor de milieugerichte voetafdruk. Tegelijkertijd is er een tendens tot divergentie, waarbij verschillende en conflicterende veronderstellingen, principes en methodes de basis vormen voor de uitdaging om tot harmonisatie te komen. Ondanks de pogingen om een familie van voetafdrukken te creëren, is de kennis op dit gebied beperkt en gefragmenteerd. Bovendien is er een gebrek aan kennis van de gezamenlijke én individuele principes van de verschillende voetafdrukken, wat het gebruik in het milieubeleid in grote mate hindert.

## Onderzoeksvragen

Om de verwarring in de voetafdrukwereld weg te nemen beschrijft dit proefschrift, voor het eerst, een omvattend onderzoek naar de theoretische en methodologische aspecten van milieugerichte voetafdrukken en de verbanden met de meest recente inzichten uit de disciplines betreffende de planetaire grenzen voor door de mens ondernomen activiteiten. Er worden daarbij vijf onderzoeksvragen geformuleerd:

***OV1: Is het zinvol om verschillende milieugerichte voetafdrukken in één raamwerk onder te brengen?***

***OV2: Hoe kan een selectie van de milieugerichte voetafdrukken gebruikt worden om tot een goede geïntegreerde familie van voetafdrukken te komen?***

***OV3: Is een levenscyclusanalyse nodig om de milieugerichte voetafdrukken te berekenen?***

***OV4: Wat is de aanvullende betekenis van milieugerichte voetafdrukken en planetaire grenzen?***

***OV5: Hoe kunnen planetaire grenzen worden toebedeeld aan landen, en wat is het verband met het nationale duurzaamheidsbeleid?***

## Antwoorden op de onderzoeksvragen

**Antwoord op OV1:** Hoofdstuk 2 combineert de ecologische voetafdruk, de energie-, koolstof- en watervoetafdruk in een voetafdrukfamilie. Het laat zien dat de vier voetafdrukken in meer verschillen dan alleen in hun onderwerp. Ondanks de overlap van en de inconsistenties tussen de verschillende soorten voetafdrukken is de voetafdrukfamilie in staat gebleken een omvattend beeld van de druk van de mensheid op de diverse componenten van het systeem Aarde te geven. Het onderzoek biedt een goed uitgangspunt voor een nadere discussie over de integratie van de verschillende soorten voetafdruk; een belangrijke taak die nog geheel open lag voor de academische gemeenschap. Zonder deze systeemblik zal probleemafwenteling met een grote mate van waarschijnlijkheid optreden.

**Antwoord op OV2:** Hoofdstuk 3 ontwikkelt een stapsgewijze aanpak om de onderliggende conceptuele en wiskundige structuur van de bestaande koolstof-, water-, land- en materiaalvoetafdrukken bloot te leggen. De verschillende elementen maken een onderscheid mogelijk tussen de meeste, zo niet alle, voetafdrukken in twee categorieën: de inventarisatiegeoriënteerde voetafdrukken (inventory-oriented footprints, IVOFs) and de effectgeoriënteerde voetafdrukken (impact-oriented footprints, IPOFs). Hoewel beide typen voetafdrukken sterke en zwakke kanten kennen, is een integratie van voetafdrukken alleen mogelijk voor voetafdrukken van het IPOF-type. Daarnaast wordt een raamwerk ontwikkeld waarmee verschillende voetafdrukken van het IPOF-type verenigd kunnen worden in een samengestelde voetafdrukindex om het milieubeleid te ondersteunen. Dit is een fundamentele voorwaarde om betekenis te geven aan het begrip voetafdruk.

**Antwoord op OV3:** Hoofdstuk 4 bespreekt de voor- en nadelen van het gebruik van levenscyclusanalyse (LCA) voor milieugerichte voetafdrukken. Aan de ene kant maakt LCA het mogelijk om verschillende effecttypen in een gezamenlijk raamwerk onder te brengen, zoals dat bij de koolstof- en abiotische grondstofvoetafdruk gebeurt. Aan de andere kant is de beperking tot LCA een probleem wanneer er geen goede LCA-gegevens of karakterisatiefactoren beschikbaar zijn. Daarnaast zijn er belangrijke typen vragen waarvoor een LCA niet geschikt is. Een voorbeeld hiervan is de milieugerichte voetafdruk voor organisaties (organization environmental footprint, OEF). Daarmee is LCA een mogelijkheid en geen noodzaak bij het berekenen van milieugerichte voetafdrukken.

**Antwoord op OV4:** Hoofdstuk 5 betwijfelt het nut van de isolatie van de milieugerichte voetafdruk en de planetaire grenzen. De twee onderzoeksgemeenschappen blijken veel gemeen te hebben, maar ze hebben ook verschillende sterke en zwakke plekken. Uit de analyse blijkt dat het met de meest recente wetenschappelijke inzichten omtrent de planetaire grenzen mogelijk is om de milieugerichte voetafdrukken van een aantal op consensus-gebaseerde grenswaardes te voorzien. Omgekeerd kan het raamwerk van de

planetaire grenzen worden verbeterd met behulp van goed-gefundeerde voetafdrukmodellen die een preciezere en betrouwbaardere meting van de menselijke verstoring van het milieu geven. Om deze redenen wordt een raamwerk voorgesteld, waarbij het begrip milieugerichte duurzaamheidsbeoordeling (environmental sustainability assessment, ESA) op een nieuwe en explicietere manier wordt gedefinieerd.

**Antwoord op OV5:** In hoofdstuk 6 wordt de voetafdruk-grenzenduurzaamheidsanalyse (footprint–boundary environmental sustainability assessment, F–B ESA) in de praktijk geïmplementeerd, om de milieuduurzaamheid van 30 landen vanuit een productieperspectief te bepalen. De toedeling van de planetaire grenzen aan landen wordt bereikt op basis van bevolkingsomvang voor de koolstofuitstoot, en op basis van het bezit van natuurlijke grondstoffen voor water- en landgebruik. De duurzaamheidskloof kan aldus op nationale schaal worden vastgesteld in relatieve termen, waarbij duidelijk wordt in welke mate landen de milieugrenzen voor duurzame ontwikkeling naderen of overschrijden. Dit stelt beleidsmakers in staat om zich goed te laten informeren over de nationale duurzaamheidsprestaties, zowel op geaggregeerd als op gedesaggregeerd niveau. Verder ondersteunt dit werk de validiteit van het F–B ESA raamwerk.

## Hoofdconclusies

- Milieugerichte voetafdrukken zijn gedefinieerd als maten voor de door de mens veroorzaakte druk of effecten op het milieu van de aarde, onafhankelijk van de precieze eenheden en maatstaven.
- De IVOF's en IPOF's, die beiden op de milieu-ingrepen (onttrekkingen en emissies) werken op respectievelijk inventarisatie- en effectniveau, bieden twee strijdige paradigma's voor de voetafdrukfamilie.
- Het raamwerk voor de integratie van de IPOF's biedt beleidsmakers een eenduidige benadering om milieueffecten te beoordelen, en heeft een groter toepassingsgebied dan LCA.
- Hoewel gebruikers van de voetafdruk veel hebben geleerd en overgenomen van LCA zijn er beperkingen aan het gebruik van LCA voor milieugerichte voetafdrukken.
- Recente bevindingen wat betreft de planetaire grenzen blijken aanvullende waarde op de milieugerichte voetafdrukken te hebben, wat een voorwaarde is voor de economische en sociale dimensies van duurzame ontwikkeling.
- De duurzaamheidskloof tussen de omgerekende voetafdruk en de grensmaat speelt een centrale rol voor het begrijpen van de nationale duurzaamheidsprestaties op zowel individuele als collectieve gebieden.

## Vooruitblik

- De theoretische grondslagen van milieugerichte voetafdrukken moeten versterkt worden om de wetenschap van de voetafdrukken beter te ondersteunen.
- Verbetering van de prestaties van de individuele voetafdrukken op het gebied van conceptuele helderheid, methodologische robuustheid, beschikbaarheid van gegevens en beleidsrelevantie, is noodzakelijk.
- Er is behoefte aan de ontwikkeling van een systematisch en dynamisch raamwerk waarin een goed-gedefinieerde voetafdrukfamilie op eenduidige wijze kan worden gekwantificeerd en geïntegreerd.
- Verdere verheldering aan de hand van voorbeelden van de voor- en nadelen van op LCA gebaseerde voetafdrukken kan nuttig zijn.
- Vergroting van de consistentie en compatibiliteit van voetafdrukken en grensmaten zijn van groot belang voor de invulling van ESA.
- Er lijkt behoefte te zijn aan het gebruik van milieugerichte voetafdrukken in combinatie met andere analyse-instrumenten, zowel uit het oogpunt van productie als uit dat van consumptie.