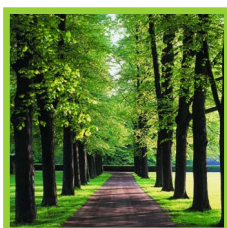
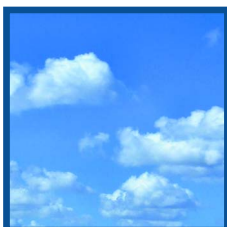


De berekening van de ecologische voetafdruk voor Vlaanderen



Studie uitgevoerd in opdracht van
MIRA, Milieurapport Vlaanderen

Onderzoeksrapport

MIRA/2010/01, juni 2010

De berekening van de ecologische voetafdruk van Vlaanderen

Stijn Bruers, Bruno Verbeeck

Ecolife vzw

**Studie uitgevoerd in opdracht van MIRA,
Milieurapport Vlaanderen**

MIRA/2010/01

Juni 2010



Dit rapport verschijnt in de reeks MIRA Ondersteunend Onderzoek van de Vlaamse Milieumaatschappij. Deze reeks bevat resultaten van onderzoek gericht op de wetenschappelijke onderbouwing van het Milieurapport Vlaanderen.

Dit rapport is ook beschikbaar via www.milieurapport.be.

Contactadres:

Vlaamse Milieumaatschappij
Milieurapportering (MIRA)
Van Benedenlaan 34
2800 Mechelen
tel. 015 45 14 61
mira@vmm.be

Wijze van citeren:

Bruers S. & Verbeeck B. (2010), De berekening van de ecologische voetafdruk van Vlaanderen, studie uitgevoerd in opdracht van de Vlaamse Milieumaatschappij, MIRA, MIRA/2010/01, Ecolife.

Dankwoord

Het voorliggend onderzoek kwam mede tot stand met de hulp van een aantal personen die we willen bedanken voor het aanleveren van gegevens en het geven van feedback en aanvullingen: Erika Vander Putten en Soetkin Maene (VMM), Ann Van der Linden en An Vercalsteren (VITO), Bruno Kestemont (ADSEI), Lies Janssen (Federaal Planbureau), Tine Bosschaert (Ecolife), Gert Goeminne (CDO Gent), Brad Ewing en William Coleman (GFN) en Steven de Saeger en Desiré Paelinckx (INBO).

Inhoudstafel

Dankwoord	3
Inhoudstafel	4
Inhoudstafel figuren	5
Inhoudstafel tabellen	6
1. Samenvatting.....	7
2. Inleiding	8
3. Concept ecologische voetafdruk	10
4. Methodologie	13
5. Basisgegevens en details van berekeningen	23
6. Resultaten	28
7. Knelpunten en verbetermogelijkheden.....	41
8. Conclusies	43
Begrippen en afkortingen	46
Referenties	47
Nuttige websites	48

Inhoudstafel figuren

Figuur 1: Verdeling ecologische voetafdruk per landgebruiktype	29
Figuur 2: Doorstroom van hulpbronnen volgens het voetafdrukconcept (Vlaanderen 2004)	32
Figuur 3: Schatting van de externe en interne ecologische voetafdruk van hernieuwbare materialen (Vlaanderen, 2004).....	33
Figuur 4: Vergelijking voetafdruk energieland NFA- en IO-methoden	37

Inhoudstafel tabellen

Tabel 1: Ecologische voetafdruk (EV) en biocapaciteit (BC) van België en de wereld (consumptievoetafdruk, per capita)	9
Tabel 2: Onderzoek naar de ecologische voetafdruk van Vlaanderen	10
Tabel 3: Opbrengst- en equivalentiefactoren van de verschillende landgebruiktypes voor Vlaanderen	14
Tabel 4: Gebruikte basisgegevens van de Vlaamse en Belgische voetafdrukrekeningen	23
Tabel 5: Gebruikte basisgegevens voor de biocapaciteitberekening.....	27
Tabel 6: Ecologische voetafdruk en biocapaciteit voor elk landgebruiktype (Vlaanderen, 2004).....	29
Tabel 7: Ecologische voetafdruk en biocapaciteit per capita voor elk landgebruiktype (Vlaanderen, 2004).....	30
Tabel 8: Vergelijking voetafdruk van consumptie gemiddelde Vlaming en wereldgemiddelde	30
Tabel 9: Vergelijking Vlaanderen met de wereld.....	31
Tabel 10: Vergelijking voetafdruk energieland NFA- en IO-methoden	36
Tabel 11: Verhouding voetafdruk/capita Vlaanderen (volgens Ecolife) en België (volgens GFN).....	39
Tabel 12: Vergelijking van de consumptievoetafdruk (gha/cap) volgens verschillende studies	39
Tabel 13: Vergelijking van de biocapaciteit (gha/cap) volgens verschillende studies	41

1. Samenvatting

De ecologische voetafdruk is een geïntegreerde duurzaamheidsindicator die het gebruik van land voor infrastructuur en recreatievoorzieningen, het gebruik van biomassa (hout, gewassen, vissen, ...) en de CO₂-emissies ten gevolge van het gebruik van fossiele brandstoffen integreert tot een kwantitatieve grootheid die te vergelijken is met de beschikbare biocapaciteit op Aarde. De eenheid van de ecologische voetafdruk en de biocapaciteit is een globale hectare (gha).

De voetafdruk bestaat uit zes landgebruiktypes:

- akkerland (voor voeding en vezels)
- grasland (voor veeteeltproducten)
- visland
- bosland (voor houtproducten, inclusief brandhout, timmerhout, papier, ...)
- bouwland (voor infrastructuur en recreatievoorzieningen)
- energieland (voor de opname van CO₂ ten gevolge van verbranding van fossiele brandstoffen)

De voetafdruk van hernieuwbare materialen bestaat uit de landgebruiktypes akkerland, grasland, visland en bosland.

In 2005 berekende het Centrum voor Duurzame Ontwikkeling (CDO) in opdracht van de Vlaamse Milieumaatschappij (VMM) de voetafdruk van hernieuwbare materialen voor Vlaanderen, voor de periode 1993-2003. Het doel van het hier voorliggende onderzoek was om de volledige ecologische voetafdruk van Vlaanderen te berekenen. Alle landgebruiktypes werden berekend voor het datajaar 2004, conform de National Footprint Accounts van GFN (de NFA-methode, berekend door Ecolife). Het energieland werd ook berekend volgens een tweede methode met behulp van een Vlaams Milieu-Input-Outputmodel (de IO-methode, berekend door de VITO).

De voetafdruk van de (effectieve) consumptie van een land of regio wordt berekend als de voetafdruk van productie plus import min export. De voetafdruk van productie in Vlaanderen bedraagt 4,6 gha/capita, die van netto-import 1,7 gha/capita. De consumptievoetafdruk van Vlaanderen (volgens de NFA-methode) bedraagt dus 6,3 gha/capita. De Vlaamse biocapaciteit bedraagt slechts 1,3 gha/cap. Vlaanderen heeft bijgevolg een ecologisch deficit (consumptievoetafdruk min biocapaciteit) van minstens 5 gha/cap. De wereldgemiddelde biocapaciteit bedraagt 1,8 gha/cap. Als iedereen als een Vlaming zou leven, hebben we dus meer dan 3 aardes nodig.

53% van de Vlaamse consumptievoetafdruk (3,3 gha/cap) bestaat uit energieland. De hernieuwbare materialen (van akkerland, bosland, grasland en visland) nemen 41% (2,6 gha/cap) voor hun rekening. 6% is bouwland (0,4 gha/cap). De consumptievoetafdruk van Vlaanderen is dus voornamelijk energiegebonden.

De Vlaamse voetafdrukberekening wordt sterk bepaald door de handel met andere regio's: de voetafdrukken van import en export zijn ongeveer 5 keer groter dan de voetafdrukken van productie en consumptie in Vlaanderen zelf. Vlaanderen is een netto-exporteur van de ecologische voetafdruk van energie-intensieve producten (voornamelijk polymeren, bewerkt staal en machines) en een netto-importeur van de ecologische voetafdruk van hernieuwbare materialen. De import van hernieuwbare materialen bestaat voornamelijk uit granen (tarwe, gerst), olierijke gewassen (palmolie, raapzaad/koolzaad), voedergewassen (soja) en secundaire houtproducten (papier, karton).

De externe ecologische voetafdruk is de verhouding van de voetafdruk van geïmporteerde producten ten opzichte van de voetafdruk van alle producten op de Vlaamse markt (dus import plus interne productie). Voor hernieuwbare materialen vormt de externe voetafdruk een indicator voor de afhankelijkheid van geïmporteerde hulpbronnen. De externe ecologische voetafdruk van hernieuwbare materialen bedraagt voor Vlaanderen zo'n 90%. Dit komt neer op 2,3 gha/cap van de consumptievoetafdruk. Vlaanderen is dus sterk afhankelijk van andere regio's voor hernieuwbare materialen.

De berekening van de consumptievoetafdruk van energieland volgens de NFA- en IO-methoden geeft vergelijkbare resultaten (resp. 3,3 en 3,5 gha/cap). Echter, de voetafdrukken van import en export van energieland liggen volgens de NFA-methode 4 keer hoger dan volgens de IO-methode. De NFA-methode kan enkele overschattingen bevatten: een overschatting van de CO₂-intensiteit van energie en overschattingen van de energie-intensiteiten van producten (gebaseerd op verschillende LCA-studies). Het is onduidelijk of deze overschattingen een afdoende verklaring bieden voor het verschil tussen de NFA- en de IO-methoden. De IO-methode is wellicht accurater, maar het grote voordeel van de NFA-methode is de mogelijkheid tot vergelijking met andere regio's en landen, omdat de NFA-methode gestandaardiseerd is door het Global Footprint Network.

Enkele maatregelen om de voetafdruk van Vlaanderen te verlagen zijn: hernieuwbare energie, energiebesparing, energie-efficiëntie, stimuleren van openbaar vervoer, stimuleren van cohousing, stadsinbreiding, renovatie/herbruik van oude gebouwen en industrieterreinen, vermindering van consumptie van vlees en zuivel, vermindering intensieve (akkerlandgebonden) veeteelt, vermindering van consumptie van vissoorten met een hoge positie in de voedselketen, beperking van het gebruik van oliegewassen voor agrobrandstoffen, stimuleren van lokale en seizoensgebonden voeding, beperken van overbodige verpakking, stimuleren van recycling van papier, duurzaam materialenbeheer,...

2. Inleiding

2.1. Historiek

Het concept van de ecologische voetafdruk werd begin jaren '90 ontwikkeld door Mathis Wackernagel en William Rees (Wackernagel & Rees, 1996). In de context van discussies rond het ecologische draagvlak van de Aarde zocht men naar een indicator die de milieu-impact van menselijke consumptie (het gebruik van hulpbronnen en de productie van afval) in kaart kon brengen. Aangezien de totale biologisch productieve oppervlakte op Aarde beperkt is en menselijke activiteit een bepaalde oppervlakte van ecosystemen vereist, is het oppervlaktegebruik een interessante indicator.

De ecologische voetafdruk (EV) meet de biologisch productieve grond- en wateroppervlakte die nodig is om hernieuwbare grondstoffen te leveren en afval (organisch afval en CO₂) te verwerken volgens de huidige technologieën (Wackernagel e.a., 2005). Het landgebruik (bv. infrastructuur), het gebruik van biomassa (bv. visbestanden) en de CO₂-emissies door het gebruik van fossiele energie integreert men tot één getal dat wordt uitgedrukt in 'globale hectaren' (gha). Een globale hectare is een hectare land- of zeeoppervlakte met een (wereld)gemiddelde biologische productiviteit.

De ecologische voetafdruk is bijzonder geschikt om de ecologische duurzaamheid van een land, een onderneming, een activiteit, een product of een persoon in kaart te brengen en te verbeteren. De meerwaarde van de ecologische voetafdruk bestaat er voornamelijk in dat er een objectieve duurzaamheidsbenchmark bestaat: de biocapaciteit of de totale oppervlakte biologisch productieve gronden (en zeeën). Deze oppervlakte houdt verband met het vermogen van de Aarde om natuurlijke hulpbronnen te produceren en CO₂ op te slaan. De mondiale biocapaciteit bedraagt 12 miljard gha. Aangezien de huidige wereldbevolking ongeveer 6,8 miljard mensen bedraagt, betekent dit dat er slechts 1,8 gha per persoon beschikbaar is. Dit is het Eerlijke Aandeel dat fungeert als duurzaamheidsbenchmark voor de ecologische voetafdruk van een persoon. De gemiddelde voetafdruk van een wereldburger bedraagt echter 2,7 gha (GFN, 2008a,b). Er is met andere woorden een ecologische overshoot: de mensheid overschrijdt de draagkracht van de aarde. In economische termen betekent dit dat de menselijke vraag (onze ecologische voetafdruk) hoger ligt dan het natuurlijke aanbod (de biocapaciteit), waardoor we het natuurlijk kapitaal van de aarde uitputten. Dit is een onduurzame situatie, en daarom is het belangrijk om de mondiale voetafdruk te reduceren tot een niveau dat voldoende onder de beschikbare biocapaciteit ligt.

In 2003 werd in de VS het Global Footprint Network (GFN) opgericht, een internationaal onderzoekscentrum en denktank ter promotie van de ecologische voetafdruk als duurzaamheidsindicator. Sinds 2006 verschijnt om de twee jaar het Living Planet Report, een publicatie van GFN, WWF en de Zoological Society of London, waarin het overzicht van de ecologische voetafdruk van nagenoeg alle landen wordt gepresenteerd (WWF, 2008). Ook in 2006 werden de eerste Ecological Footprint Standards gepubliceerd, de referentie voor de National

Footprint Accounts (NFA).¹ De NFA van een land of regio bevat een excel-document met gegevens rond productie, import, export, conversiefactoren, opbrengstwaarden, landgebruik, ... Om de twee jaar worden de methodologie van de NFA en de Ecological Footprint Standards verfijnd en verbeterd. Zo zijn er NFA-edities 2006, 2008, ...

De ecologische (consumptie)voetafdruk van België werd reeds door twee instanties berekend. Ten eerste werd door het GFN de voetafdruk berekend voor de periode 1961 tot 2003 volgens de NFA-editie 2006. In 2008 publiceerde het GFN een nieuwe NFA-editie tot en met het datajaar 2005 (GFN, 2008a). Een gemiddelde Belg had volgens de GFN-berekening in 2005 een consumptievoetafdruk van 5,1 gha. Dit is hoger dan het Eerlijke Aandeel, en tevens ook hoger dan de biocapaciteit in België (1,1 gha). Deze resultaten tonen de ecologische kwetsbaarheid van België (en Vlaanderen). Een aanzienlijk deel van de milieudruk van België en Vlaanderen wordt immers afgewenteld op het buitenland. Ten tweede berekende de Algemene Directie Statistiek en Economische Informatie (ADSEI) van de federale overheid in 2008 de Belgische voetafdruk voor het datajaar 2003 met nauwkeurigere productie- en handelscijfers (Janssen, 2008). Volgens de ADSEI bedroeg de consumptievoetafdruk zelfs 6,1 gha/persoon² en had België een biocapaciteit van 1,6 gha/persoon.

Tabel 1: Ecologische voetafdruk (EV) en biocapaciteit (BC) van België en de wereld (consumptievoetafdruk, per capita)

	EV	BC
Wereld, 2006 (GFN)	2,7	1,8
België, 2005 (GFN)	5,1	1,1
België, 2003 (ADSEI)	6,1	1,6

Bron: GFN, 2008; ADSEI, 2008

2.2. Doel van het onderzoek

De ecologische voetafdruk van consumptie kan in principe ook op regionaal niveau berekend worden. Verschillende regio's hebben reeds hun voetafdruk berekend (zie b.v. voor het Verenigd Koninkrijk: Simmons, 2000; WWF-UK, 2006). Wat Vlaanderen betreft, werd in 2005 in opdracht van de Vlaamse Milieumaatschappij (VMM) door het Centrum voor Duurzame Ontwikkeling (CDO) de Vlaamse EV van hernieuwbare materialen berekend voor de periode 1993-2003 (MIRA, 2005). De ecologische voetafdruk van hernieuwbare materialen (EVher) is de cumulatieve oppervlakte biologisch productief gebied die nodig is om de hernieuwbare materialen (b.v. granen, olierijke gewassen, houtproducten) te produceren die geconsumeerd worden binnen Vlaanderen. In deze studie werd dus geen volledige ecologische voetafdruk berekend (CO₂-emissies werden niet opgenomen in het onderzoek).

De voorliggende onderzoeksopdracht heeft als hoofddoelstelling *de volledige voetafdruk van Vlaanderen te berekenen voor het datajaar 2004*. Zoals we in hoofdstuk 4.2 bespreken, zijn verschillende methodes mogelijk. Er werd geopteerd om de voetafdruk volgens *twee methodes* te berekenen en te vergelijken:

- de eerste methode baseert zich op de National Footprint Accounts (de NFA-methode die GFN gebruikt),
- de tweede methode maakt gebruik van een milieu-input-outputmodel (IO-model met milieu-extensietabellen) voor Vlaanderen.

Ecolife nam het NFA-gedeelte voor zijn rekening, en VITO maakte gebruik van het IO-model voor het berekenen van CO₂-emissies ten gevolge van Vlaamse productie en consumptie. De berekening van

¹ De Ecological Footprint Standards bevatten algemene richtlijnen op vlak van methodologie, gegevensbronnen en rapportage voor een gestandaardiseerde toepassing van de voetafdrukmethodologie.

² Dat het cijfer van ADSEI hoger ligt dan de 5,1 gha/capita volgens GFN, heeft voornamelijk te maken met nauwkeurigere productie- en handelscijfers. GFN (GFN, 2008b) baseert zich op de productie- en handelsdatabases van de VN (COMTRADE en FAOSTAT). Die data zijn echter minder gedetailleerd dan deze van ADSEI. Ook het cijfer van biocapaciteit ligt volgens de ADSEI hoger omwille van een meer gedetailleerde indeling van landgebruiksgegevens.

de voetafdruk van hernieuwbare materialen met de IO-methode (op basis van de milieu-extensietabel van de materiaalstroom 'biomassa') werd niet uitgevoerd omdat dat een erg onnauwkeurig resultaat zou opleveren omwille van te geaggregeerde gegevens (zie hoofdstuk 4.2).

We willen hier een belangrijk onderscheid verduidelijken tussen de IO-methode en een IO-analyse. De IO-methode (zie Wiedmann, 2009) maakt gebruik van het IO-model met milieu-extensietabellen voor de berekening van ondermeer CO₂-emissies. Met deze methode kan men de *ecologische voetafdruk van CO₂-emissies* (de voetafdruk van energieland) berekenen. De IO-analyse daarentegen berekent niet de voetafdruk, maar vertrekt van de voetafdrukberekening volgens bv. de NFA-methode (zie Wiedmann et al., 2006). De IO-analyse wordt gebruikt om de ecologische voetafdruk (zoals berekend volgens de NFA-methode) *toe te kennen aan economische sectoren of consumptieactiviteiten*.

In dit rapport bespreken we de resultaten van de eerste fase van het onderzoek, waarbij we de voetafdruk van CO₂-emissies volgens de IO-methode (VITO) en de NFA-methode (Ecolife) vergelijken. We zullen ook de volledige ecologische voetafdruk volgens de NFA-methode berekenen en vergelijken met de resultaten van andere studies (CDO voor Vlaanderen, GFN voor België).

In een tweede fase van het onderzoek (niet in dit rapport) zal VITO de ecologische voetafdruk toekennen aan Vlaamse economische sectoren en relevante consumptieactiviteiten zoals gedefinieerd in het IO-model. Vervolgens zal VITO IO-analyses uitvoeren waarbij de ecologische voetafdruk zoals berekend volgens Ecolife als indicator gebruikt wordt.

Tabel 2: Onderzoek naar de ecologische voetafdruk van Vlaanderen

	NFA-methode (CDO)	NFA-methode (Ecolife)	IO-methode (VITO)
Voetafdruk van hernieuwbare materialen	MIRA, 2005	Voorliggende studie	/
Voetafdruk van CO₂-emissies	/	Voorliggende studie	Voorliggende studie
Totale voetafdruk	/	Voorliggende studie	/

3. Concept ecologische voetafdruk

3.1. Landgebruiktypes

Zoals besproken in de inleiding, meet de ecologische voetafdruk het landgebruik. In de huidige voetafdrukmethodologie wordt een onderscheid gemaakt tussen de 6 volgende landgebruiktypes:

- **Akkerland:** de oppervlakte nodig voor het telen van gewassen voor voeding (inclusief voedergewassen voor de veeteelt), vezels (bv. katoen) en energiegewassen (bv. koolzaad voor biodiesel). Aan de hand van opbrengstcijfers (ton/ha) kan men de akkerlandvoetafdruk van een hoeveelheid product berekenen.
- **Graasland** (of weiland): de oppervlakte die veedieren begrazen. Het graasland wordt gebruikt voor de productie van dierlijke producten (vlees, zuivel, leder, wol,...). Vaak gaat het om minder vruchtbare grond dan akkerland, en daarom werden in de voetafdrukmethodologie de landbouwgronden opgedeeld in akkerland en graasland.

- **Visland:** de oppervlakte van zeeën en binnenlandse rivieren en meren die gebruikt worden voor visvangst (en een beperkte oppervlakte voor de oogst van zeewier). Om mariene gebieden te kunnen vergelijken met terrestrische gebieden, vergelijkt men de productie van dierlijke proteïnen van veeteelt en visvangst. Proteïnen van vlees staan gelijk aan proteïnen van vis, en zo kan men via visvangstcijfers een oppervlakte visland vergelijken met een equivalente oppervlakte akker- en graasland die nodig zouden geweest zijn voor de productie van evenveel proteïnen. Bij visland houdt men ook rekening met de bijvangst en de trofische niveaus van de gevangen vissen. Voor 1 kg vis van trofisch niveau 3 is ruwweg 10 kg vis van niveau 2 vereist, dus des te hoger het trofisch niveau van de gevangen vis, des te groter de voetafdruk.
- **Bosland** (of houtland): de oppervlakte nodig voor de productie van houtproducten (brandhout, papier, karton,...). De biologische productiviteit van bosland kan vergeleken worden met die van akkerland door de eigenschappen van klimaat en bodem te analyseren en daaruit af te leiden wat de opbrengst zou zijn van het meest productieve akkerbouwgewas dat op die plaats kan groeien en die opbrengst te vergelijken met de opbrengst van bestaand akkerland (De opbrengstwaarden maken gebruik van het Global Agro-Ecological Zones model. Zie Wackernagel, 2005).
- **Energieland:** de oppervlakte vruchtbare grond die nodig is om de antropogene CO₂-emissies (van elektriciteits- en warmteproductie, transport, industrie, landbouw, bosbouw, visserij, handel, diensten en verwarming huishoudens) te capteren met de huidige beschikbare technologie. De CO₂ die uitgestoten wordt bij de verbranding van energiegewassen (bv. bio-ethanol van suikerriet) en brandhout (evenals de CO₂ die mensen uitademen ten gevolge van metabolisme), wordt terug opgenomen door het akkerland en bosland. Die CO₂-emissies tellen dus niet mee in het energieland. De overige CO₂-emissies zijn grotendeels afkomstig van de verbranding van fossiele brandstoffen (en in beperkte mate bij b.v. cementproductie). Momenteel is er nog geen Carbon Capture and Storage (CCS) technologie beschikbaar³. Daarom dienen deze CO₂-emissies opgenomen te worden door de oceanen en door de ongebruikte bossen. Ongeveer een kwart kan opgenomen worden door de oceanen, maar die telt men niet mee in de voetafdruk aangezien het hier gaat over de biologisch weinig productieve oceanen. De resterende $\frac{3}{4}$ van de emissies moeten opgenomen worden door bossen die niet voor andere doeleinden (zoals houtproductie) dienen. Energieland heeft dus dezelfde productiviteit als bosland, maar dient enkel voor het opvangen van fossiele CO₂. Dit gegeven laat toe de voetafdruk van CO₂-emissies te vergelijken met de voetafdruk van het gebruik van bosland.
- **Bouwland:** de oppervlakte die gebruikt wordt voor infrastructuur (wegen, bebouwing, havens, bedrijventerreinen) en recreatievoorzieningen (sportterreinen, parken). Aangezien men meestal bouwt in de buurt van akkerland, veronderstelt men dat bouwland potentieel even vruchtbaar is als akkerland. Zo kan men dus bouwland vergelijken met akkerland en met de andere landgebruiktypes. De voetafdruk van bouwland telt niet het actuele gebruik van biomassa, maar wel de potentiële biomassa die men niet kan oogsten. Het gebruik van bouwland heeft dus een opportuniteitskost in vergelijking met het gebruik van die gronden voor akkerbouw.

De eerste vier landgebruiktypes (akkerland, graasland, bosland en visland) produceren biomassa (hernieuwbare materialen). De voetafdruk unificeert dus het gebruik van hernieuwbare materialen, fossiele brandstoffen en bebouwd land. Hoewel deze zes landgebruiktypes op het eerste zicht erg verschillend zijn, laat de voetafdrukmethodologie toe om ze met elkaar te vergelijken: CO₂-emissies worden gekoppeld aan het gebruik van energieland, wat kan vergeleken worden met het gebruik van bosland. Bosland kan vergeleken worden met akkerland en bouwland. Akkerland kan vergeleken worden met graasland, en graasland met visland. De voetafdruk laat toe om bijvoorbeeld de milieu-impact van visconsumptie te vergelijken met de impact van CO₂-emissies. Samen met het gegeven dat de totale vruchtbare oppervlakte op Aarde (de biocapaciteit) te berekenen is en eindig is, vormt de onderlinge vergelijkbaarheid van landgebruiktypes de sterkte van het ecologische voetafdrukmodel. Met andere woorden: we kunnen niet enkel appels met peren vergelijken, we weten ook wanneer we te veel appels en peren plukken.

³ We merken op dat van zodra de Carbon Capture en Storage (CCS) technologie operationeel zal zijn, de voetafdruk van energieland drastisch zou kunnen dalen. Het gebruik van bossen om CO₂ op te vangen is erg inefficiënt. In de ecologische voetafdrukmethodologie wordt geen uitspraak gedaan over welke methode van koolstofsekwestratie aangewezen is.

Samengevat kunnen we stellen dat de ecologische voetafdruk de milieu-impact meet van elke activiteit die gebruik maakt van biologisch productieve aarde. Een aantal milieu-impacten kunnen bijgevolg niet in rekening worden genomen.

- **Stoffen die niet door ecosystemen verwerkt kunnen worden.** Persistente toxische stoffen (dioxines,...), chemisch afval, verzurende stoffen, zware metalen, radioactief afval, broeikasgassen zoals stikstofoxiden, methaan en CFK's,... kunnen niet door de natuur verwerkt worden. De impact van deze stoffen zit dus niet in het voetafdrukmodel. Wat de emissies van broeikasgassen zoals methaan en stikstofoxiden betreft, kan de zogenaamde 'koolstofvoetafdruk' (carbon footprint) gebruikt worden.
- **Watergebruik en –vervuiling.** Enkel de CO₂-emissies ten gevolge van het energiegebruik voor het zuiveren van afvalwater en de productie van drinkwater worden in de voetafdruk opgenomen. Wat het totale watergebruik betreft kan de zogenaamde 'watervoetafdruk' gebruikt worden.
- **Landdegradatie en uitputting van grondstoffen.** De effecten van erosie en het uitputten van niet-hernieuwbare energiebronnen zoals aardolie en aardgas worden niet meegenomen in de voetafdruk. Ook meet de ecologische voetafdruk geen verschil tussen bv. onduurzame houtkap versus houtkap volgens FSC-normering, onduurzame visvangst versus MSC-visvangst,....

Hoewel deze drie factoren niet opgenomen worden in de ecologische voetafdruk, kunnen ze wel een negatieve invloed hebben op de biocapaciteit. We kunnen ook verwachten dat een situatie van overshoot, waarbij de ecologische voetafdruk hoger ligt dan de biocapaciteit, op termijn een negatieve invloed zal hebben op de biocapaciteit. Daar men niet precies weet hoe de biocapaciteit reageert in een situatie van overshoot, valt die reductie in biocapaciteit nog niet te becijferen. Evenmin kan men berekenen wat de gevolgen op bv. biodiversiteit zijn in een situatie van overshoot. We kunnen enkel verwachten dat de biocapaciteit en de biodiversiteit zullen dalen, maar we weten niet wanneer en hoe sterk. We kunnen dit vergelijken met een spaarrekening, waarbij we enkel weten dat we meer uitgaven dan onze inkomsten. We weten dus dat we vroeg of laat in het rood zullen staan, maar wanneer dat zal gebeuren kunnen we niet voorspellen, want we weten niet welk kapitaal er op onze spaarrekening staat, noch hoe onze inkomsten en intresten in de toekomst zullen dalen. Tussen 2005 en 2006 vertoont de mondiale biocapaciteit een lichte daling. Deze daling is gedeeltelijk te wijten aan de gevolgen van de overshoot: klimaatverandering, overstromingen, ontbossing en verwoestijning (GFN, 2009c).

De voetafdruk is enkel geschikt om een conservatieve schatting te maken van een overshoot (ecologische voetafdruk min biocapaciteit). Met behulp van de voetafdruk kan worden aangetoond dat er sprake is van 'overshoot' evenwel zonder kwantitatief exact de omvang van deze overshoot te bepalen. Dat wil zeggen dat, indien er onzekerheden zijn wat betreft data, men in de berekeningen de ecologische voetafdruk systematisch probeert te onderschatten en de biocapaciteit te overschatten. Dit heeft als gevolg dat een overshoot (indien aanwezig) onderschat wordt. In praktijk is er dus sprake van een hogere overshoot in vergelijking met deze die het voetafdrukmodel aangeeft.

3.2. Ecologische voetafdruk van consumptie

De voetafdruk van consumptie van een gemiddelde Vlaming kan op twee manieren worden berekend: via een bottom-up en via een top-down methode.

De bottom-up methode (ook wel componentmethode) vertrekt van gemiddelde consumptiegegevens per Vlaming, afkomstig van bv. huishoudenquêtes. Voor elke consumptie-eenheid (bv. 1 km met de wagen rijden, 1 kg tarwe eten, 1 m² bouwgrond gebruiken,...) wordt een voetafdrukintensiteit (globale hectaren per eenheid van consumptie) berekend aan de hand opbrengstwaarden van hernieuwbare producten, levenscyclusanalyse (LCA)-gegevens van de energie-inhoud van producten, directe CO₂-emissies van verwarming en mobiliteit, en voetafdrukgegevens van bouwland. Die voetafdrukintensiteiten worden dan vermenigvuldigd met de geschatte gebruiksgegevens van een Vlaming (bv. gemiddeld aantal km dat een Vlaming met de auto rijdt,...). Vervolgens worden alle voetafdrukwaarden van alle consumptieactiviteiten van alle inwoners in een regio opgeteld.

Deze bottom-up methode werd o.a. toegepast in de voetafdrukberekening van het eiland Guernsey (Simmons, 2000) en ligt tevens ten grondslag aan de ecologische voetafdrukcalculatoren die Ecolife ontwikkelt. Deze methode is niet geschikt voor de voetafdrukberekening voor grote regio's zoals Vlaanderen. Ten eerste is deze componentmethode erg omslachtig, en ten tweede is het moeilijk om

de voetafdruk van overheidsdiensten (justitie, defensie,...) en andere diensten in te schatten. Vandaar dat deze methode meestal een onderschatting geeft.

De top-down methode daarentegen is beter geschikt voor de voetafdrukberekening van een regio of een land. De top-down methode (ook wel compoundmethode) vertrekt van de volgende macro-economische vergelijking:

$$\text{Vergelijking 1} \\ EV_{\text{Consumptie}} = EV_{\text{Productie}} + EV_{\text{Import}} - EV_{\text{Export}} + EV_{\text{Voorraadwijzigingen}}$$

De ecologische voetafdruk van productie wordt geschat met behulp van Vlaamse gegevens van oppervlaktegebruik, materiaalgebruik en energiegebruik van huishoudens, overheden en bedrijven die in Vlaanderen opereren. De voetafdruk van import en export kan op verschillende manieren worden berekend: volgens de NFA-methode die gebruikt wordt door GFN en met de IO-methode (zie hoofdstuk 4.2). Enkel de voetafdruk van voorraadwijzigingen (bv. de verandering van de hoeveelheid granen in de graanreserves) is moeilijk in te schatten; vandaar dat we als uitgangspunt aannemen dat de voorraadwijzigingen constant (of verwaarloosbaar) zijn.

4. Methodologie

In deze sectie beschrijven we de algemene structuur van de berekeningen van de ecologische voetafdruk en de biocapaciteit. Deze structuur geeft weer hoe we 'fysieke' (echte) hectaren van landgebruik vertalen naar een geünificeerde eenheid, de 'globale' hectaren. Die omzetting is nodig, omdat niet alle gronden op aarde even biologisch productief zijn. Om correct het ruimtebeslag te berekenen en te vergelijken, maakt men gebruik van opbrengst- en equivalentiefactoren. Aan de hand van deze factoren presenteren we de wiskundige vergelijking voor de biocapaciteit en de vergelijkingen voor de voetafdrukken van hernieuwbare grondstoffen, bouwland en energieland. Vervolgens bespreken we de verschillende methoden om de totale voetafdruk van consumptie van een regio in kaart te brengen.

4.1. Opbrengstfactoren en equivalentiefactoren

De **opbrengstfactor** voor een specifiek landgebruiktype in een specifieke regio vertaalt een 'fysieke' (echte) hectare (ha) naar een wereldgemiddelde hectare (wha) van dat specifieke landgebruiktype. Zo is bv. Belgisch akkerland ongeveer 2,3 keer zo productief als wereldgemiddeld akkerland. Een hectare Belgisch akkerland staat dus gelijk aan 2,3 wereldgemiddelde hectare (wha). De opbrengstfactor van Belgisch akkerland bedraagt dus 2,3 wha/ha.

De **equivalentiefactor** voor een specifiek landgebruiktype vertaalt een wereldgemiddelde hectare (wha) in een 'globale' hectare (gha). Deze globale hectare is een gemiddelde over de verschillende landgebruiktypes. Een wereldgemiddelde hectare akkerland is ongeveer 2,6 keer zo productief als een wereldgemiddelde hectare van biologisch productieve grond, waarbij het gemiddelde genomen wordt over alle landgebruiktypes. In vergelijking met andere landgebruiktypes is akkerland dus erg productief. De equivalentiefactor voor akkerland bedraagt dus 2,6 gha/wha.

Samengevat: de opbrengstfactor vertaalt een hectare van een landgebruiktype van een regio in een wereldgemiddelde hectare van een landgebruiktype, de equivalentiefactor vertaalt die wereldgemiddelde hectare van dat landgebruiktype in een globale hectare van alle landgebruiktypes.

De opbrengstfactoren worden berekend aan de hand van de verhouding van regionale opbrengstcijfers en wereldgemiddelde opbrengstcijfers van gewassen, visvangst, ... De berekening van equivalentiefactoren is complexer, omdat men verschillende landgebruiktypes moet kunnen vergelijken. Die berekening wordt gedaan aan de hand van een productiviteitsindex van de Global Agro-Ecological Zones, en wordt beschreven in Wackernagel e.a., 2005.

In tegenstelling tot de equivalentiefactoren verschillen opbrengstfactoren van regio tot regio. De opbrengstfactoren voor Vlaanderen worden bepaald door de Vlaamse opbrengsten van gewassen, visvangst, bosbouw, ... We zullen in hoofdstuk 4.4.1 bespreken hoe deze opbrengstfactoren bepaald worden. Het resultaat voor de Vlaamse opbrengstfactoren en de globale equivalentiefactoren is samengevat in Tabel 3. Merk op dat bouwland dezelfde factoren heeft als akkerland, en dat

energieland geen opbrengstfactor heeft, omdat CO₂-opname door bossen niet regiogebonden is (Vlaamse CO₂-emissies verspreiden zich wereldwijd).

Tabel 3: Opbrengst- en equivalentiefactoren van de verschillende landgebruiktypes voor Vlaanderen

	Opbrengstfactor (wha/ha)	Equivalentiefactor (gha/wha)
Akkerland	2,62*	2,64
Graasland	2,28	0,50
Bosland	2,96	1,33
Visland	2,31	0,40
Bouwland	2,62*	2,64
Energieland	-	1,33

Bron: GFN (2008), *Ecolife

4.2. Verschillende methoden

Hoewel GFN een Ecological Footprint Standard opzet (GFN, 2009b), zijn er met de algemene vergelijkingen nog verschillende manieren mogelijk om de voetafdruk van een land of regio te berekenen. Mogelijke vragen daarbij zijn: hoe wordt de voetafdruk van consumptieactiviteiten berekend? Hoe worden indirecte CO₂-emissies van geïmporteerde goederen in rekening genomen? Hoe wordt de voetafdruk van een activiteit gealloceerd aan verschillende sectoren? Hoe wordt de voetafdruk van secundaire (afgewerkte en halfafgewerkte) producten berekend?

Wat het berekenen van de voetafdruk van consumptie van inwoners van een bepaalde regio betreft, zijn er afhankelijk van de beschikbare gegevens verschillende mogelijkheden. In hoofdstuk 3.2 bespreken we reeds de bottom-up en de top-down methoden. In deze studie werd de top-down methode gebruikt. De top-down methode kent twee varianten om de voetafdruk van import en export te berekenen.

- **De NFA-methode.** Dit is de methode die GFN gebruikt voor de voetafdrukrekening van een land (de National Footprint Accounts). Gemeenschappelijk aan deze NFA-methode en de bottom-up methode, is dat ze allebei gebruik maken van voetafdrukintensiteiten (globale hectaren per eenheid) voor de ingevoerde en uitgevoerde producten. De NFA-methode maakt hierbij gebruik van wereldgemiddelde voetafdrukintensiteiten van importproducten (bv. gemiddelde hectare graasland per ingevoerde liter melk, gemiddelde hectare energieland per ingevoerde ton machines,...). De verschillen tussen de NFA-methode en de bottom-up methode zijn voornamelijk dat de NFA-methode zich baseert op regionale productie-, import-, en exportgegevens, en niet op consumptiegegevens van huishoudens. Productie- en handelsgegevens van een land zijn meestal beter beschikbaar en betrouwbaarder dan consumptiegegevens afkomstig van enquêtes. Voor Vlaanderen zijn voldoende regionale handelsgegevens beschikbaar, dus een voetafdrukrekening volgens de NFA-methode is mogelijk.
- **De IO-methode.** Een Input-Output (IO) model bevat een matrix die de monetaire stromen tussen de verschillende economische sectoren (zowel van Vlaanderen als van andere regio's) onderling weergeeft, evenals de finale vraag aan deze economische sectoren (finale consumptie van huishoudens en overheid, export en investeringen). Met behulp van milieu-extensietabellen (zoals er bijvoorbeeld zijn voor emissies naar lucht en materiaalgebruik) kan men verschillende milieu-impacten aan elke economische sector en aan de totale productie, import en export toekennen. Zo kan met het input-output-model de totale CO₂-emissie berekend worden die gekoppeld is aan Vlaamse productie, import en export. Deze CO₂-emissies kunnen vervolgens op basis van kengetallen uit de NFA-methode vertaald worden naar globale hectaren (bv. energieland), zodat de voetafdruk van productie, import en export kan bepaald worden. Met deze gegevens kan men vervolgens de voetafdruk van consumptie afleiden. Er zijn ruwweg twee varianten van de IO-methode:
 - **Een nationaal IO-model.** Hier vertrekt men van een IO-matrix voor het ganse land. Als er regionale consumptiegegevens (bv. van huishoudenquêtes) beschikbaar zijn, kan men de ecologische voetafdruk van consumptie van een regio berekenen. In het Verenigd Koninkrijk werd de ecologische voetafdruk voor elke regio (Wales,...) berekend volgens een dergelijk nationaal IO-model (WWF-UK, 2006).

- **Een regionaal IO-model.** In dit model vertrekt men van een regionale IO-matrix. In tegenstelling tot de IO-methode die gebruik maakt van het nationaal IO-model, zijn er bij het regionale model geen consumptiegegevens van de huishoudens nodig om de consumptievoetafdruk van de regio te berekenen. Belangrijk is wel dat er handelsgegevens beschikbaar zijn tussen de verschillende regio's van het model. Vaak maakt men gebruik van een biregionaal model, waarbij de wereld is opgedeeld in twee regio's.

Een uitbreiding is het **multiregionaal IO-model**, waarbij import en export tussen meerdere regio's kunnen opgesplitst worden. In opdracht van het OVAM werd door het Federaal Planbureau, VITO en IdeaConsult een multiregionaal IO-model opgemaakt voor Vlaanderen. Naast een IO-matrix voor Vlaanderen werden eveneens matrices opgesteld voor Brussel en Wallonië (in het model opgenomen als één regio), import uit de EU en import uit Rest of World (RoW). Er werden eveneens IO-tabellen opgesteld voor Brussel en Wallonië (in het model opgenomen als 1 regio), import uit de EU en import uit Rest of World (RoW). Deze monetaire IO-tabellen (Avonds en Vandille, 2008) werden vervolgens aangevuld met milieu-extensietabellen door het VITO (Vercalsteren et al., 2008). Het geheel van deze tabellen vormen het Vlaamse IO-model (Bilsen et al., 2010). Met dit IO-model werd door het VITO de CO₂-emissie van de Vlaamse consumptie berekend. Deze berekende CO₂-emissies op basis van het IO-model kunnen we vertalen naar de ecologische voetafdruk (het energieland) en vergelijken met het energieland berekend volgens de NFA-methode.

In dit onderzoek worden zowel de NFA-methode als de IO-methode toegepast. Echter, een accurate berekening van de voetafdruk van hernieuwbare materialen en bouwland volgens de IO-methode bleek niet haalbaar. Er bestaan wel milieu-extensietabellen voor biomassa, maar om die biomassa te vertalen naar ecologische voetafdruk, heeft men gemiddelde opbrengstfactoren nodig. Die zijn niet voorhanden voor de regio's Brussel/Wallonië, EU en RoW. Voor bouwland bestaat geen milieu-extensietabel, dus ook hier was een IO-methode niet mogelijk. De milieu-extensietabel 'emissies naar lucht' werd gebruikt voor het berekenen van de CO₂-emissies. Bijgevolg werd enkel het energieland volgens de IO-methode berekend. De NFA-methode laat wel toe om de volledige voetafdruk te berekenen (van zowel energieland, hernieuwbare materialen als bouwland), en in een tweede fase van het onderzoek zal de VITO deze resultaten van de NFA-berekening gebruiken om een milieu-extensietabel voor de volledige voetafdruk op te stellen. Dit laat toe de volledige voetafdruk te koppelen aan de economische sectoren en consumptiecategorieën van het IO-model.

In wat volgt, bespreken we de berekening voor de biocapaciteit (hoofdstuk 4.3), de berekening voor de voetafdruk van hernieuwbare materialen en bebouwd land volgens de NFA-methode (hoofdstuk 4.4 en 4.5), en de berekening van het energieland volgens de NFA- en de IO-methoden (hoofdstuk 4.6).

4.3. Berekening biocapaciteit

Met behulp van opbrengst- en equivalentiefactoren is het mogelijk om de biocapaciteit van een landgebruiktype te berekenen. Om een bioproductief gebied uit te drukken in globale hectaren moet de oppervlakte van dat gebied vermenigvuldigd worden met de opbrengstfactor voor dat gebied in het specifieke land en met de equivalentiefactor voor dat type gebied:

Vergelijking 2

$$\text{Biocapaciteit (gha)} = \text{oppervlakte (ha)} \times \text{opbrengstfactor (wha/ha)} \times \text{equivalentiefactor (gha/wha)}.$$

De totale biocapaciteit is de som van de biocapaciteit van akkerland, graasland, visland, bossen en bouwland. Bossen kunnen niet enkel dienen voor houtproductie, maar ook voor opname van CO₂. Bijgevolg bestaat de biocapaciteit van bossen uit zowel bosland (houtland) als energieland. Met andere woorden, de biocapaciteit van bosland en energieland wordt berekend met dezelfde vergelijking: de oppervlakte bosareaal vermenigvuldigd met de opbrengst- en equivalentiefactor van bosland.

4.4. Berekening voetafdruk hernieuwbare materialen

Voor een hoeveelheid hernieuwbare materialen zoals gewassen, hout, voedsel (afkomstig van akkerland, graasland, visland en bosland) wordt de voetafdruk bepaald aan de hand van

wereldgemiddelde opbrengstwaarden (ton/wha). De hoeveelheid van het hernieuwbare materiaal wordt vermenigvuldigd met de equivalentiefactor van het bijhorende landgebruiktype en gedeeld door de wereldopbrengst van dat hernieuwbaar materiaal.

Vergelijking 3

$$\text{Voetafdruk(gha)} = \text{hoeveelheid (ton)} \times \text{equivalentiefactor (gha/wha)} / \text{wereldopbrengst(ton/wha)}.$$

4.4.1. Akkerland volgens NFA-methode

De *consumptievoetafdruk* van akkerland wordt bepaald aan de hand van de effectieve consumptie van de verschillende akkerbouwproducten (productie plus import min export), waarbij we rekening houden met het akkerland dat we moeten reserveren voor braakland.

Vergelijking 4

$$\text{Consumptievoetafdruk}_{\text{akker}} (\text{gha}) = \text{braaklandfactor} \times \sum [\text{productie} + \text{import} - \text{export (ton)}] \times \text{equivalentiefactor (gha/wha)} / \text{wereldopbrengst(ton/wha)}$$

- **Productie-, import- en exporthoeveelheden** – De sommatie in bovenstaande vergelijking loopt over alle akkerbouwproducten. Die som telt productie plus import min export, en dit is een goede schatting van de effectieve consumptie.
 - Bij import en export worden zowel primaire als secundaire en tertiaire producten in rekening gebracht. Primaire producten (bv. suikerbiet) worden geoogst op de akkers, secundaire (bv. ruwe suiker) en tertiaire producten (bv. geraffineerde suiker) zijn afgeleiden van primaire producten.
 - Om dubbel tellingen te vermijden, wordt voor de productie enkel de som over de primaire producten gebruikt.
- **Wereldopbrengsten** – GFN houdt een database bij van de wereldopbrengsten van een 180-tal akkerbouwproducten, op basis van FAO-gegevens. De wereldopbrengst van een specifiek akkerbouwproduct is bepaald door de totale wereldproductie (in ton) per totale wereldoppervlakte aan akkerland (in wha). De wereldopbrengst van een secundair product wordt bepaald aan de hand van wereldgemiddelde extractieverhoudingen (Extr). Dergelijke extractieverhoudingen geven aan hoeveel ton van het overeenkomstige belangrijkste primaire product men nodig heeft voor één ton van een secundair (of tertiaire) product. We kunnen dit uitdrukken als volgt:

Vergelijking 5

$$\text{Wereldopbrengst}_{\text{secundair}} = \text{wereldopbrengst}_{\text{primaair}} \times \text{Extr}$$

De **extractieverhoudingen** zijn wereldgemiddelden en dus landonafhankelijk. Dit impliceert dat voor elk land de omzetting van primaire naar secundaire producten in de voetafdrukberekening dezelfde is. Ook wordt aangenomen dat de extractieverhoudingen van een importproduct dezelfde is als die van het overeenstemmende exportproduct.

Bij de secundaire en tertiaire producten horen ook dierlijke producten en dieren die gebruik maken van akkerland. Op basis van wereldgemiddelden van voederbehoeften van veedieren (FAO) heeft GFN een database van **voederintensiteiten** (hoeveelheden granen, maïs, soja,... nodig per dier of dierlijk product) opgesteld. Hieruit kan men berekenen hoeveel gha akkerland worden in- en uitgevoerd bij de import en export van dieren en dierlijke producten. Ook de waarden van deze voederintensiteiten zijn landonafhankelijk, wat dus wil zeggen dat alle landen een gelijkaardige efficiëntie van veeteelt zouden hebben.

- **Braaklandfactor** - De braaklandfactor bedraagt 1,22, en wordt in rekening genomen, omdat wereldwijd ongeveer 22% van het akkerland een jaar braak zou moeten liggen om de bodemvruchtbaarheid te behouden.

Voor de berekening van de biocapaciteit is de **opbrengstfactor** van Vlaanderen nodig. Hiervoor maakt men gebruik van de volgende vergelijking:

Vergelijking 6

$$\text{Opbrengstfactor akkerland (wha/ha)} = \sum [\text{productie (ton)} / \text{wereldopbrengst (ton/wha)}] / \sum \text{productieoppervlakte (ha)}.$$

De som loopt hierbij over **indicatorproducten**. Dat zijn primaire akkerbouwproducten die niet op marginale gronden gecultiveerd worden (in de National Footprint Accounts wordt aangeduid welke producten gelden als indicator). Bovenstaande vergelijking stelt dus dat de opbrengstfactor de verhouding is van de wereldgemiddelde akkerbouwoppervlakte om dezelfde opbrengsten te genereren als de Vlaamse productie, en de oppervlakte van Vlaamse productie.

4.4.2. Graasland volgens NFA-methode

- De **productievoetafdruk** van graasland die gebruikt wordt bij de Vlaamse productie van dierlijke producten, wordt als volgt berekend. Aan de hand van Vlaamse productiecijfers van veeteelt (aantal dieren of gewicht van dierlijke producten) gaat men na wat al die dieren qua voeders nodig hebben (de voederbehoefte in ton – GFN gebruikt hierbij de gegevens van de FAO). Deze vraag naar veevoerders vergelijkt men met het *interne voederaanbod* van geoogste gewassen (ook uitgedrukt in tonnages veevoerders). In dit interne voederaanbod zitten: residu's van voedingsgewassen die in Vlaanderen geproduceerd worden (resten van bv. suikerbieten die niet geschikt zijn voor menselijke consumptie) en veevoedergewassen die in Vlaanderen geoogst worden (voornamelijk maïs). Het verschil tussen de voederbehoefte en het voederaanbod vormt de **graaslandbehoefte**:

Vergelijking 7

$$\text{Graaslandbehoefte (ton)} = \text{voederbehoefte (ton)} - \text{voederaanbod (ton)}.$$

Uit dit verschil tussen de totale vraag naar veevoerders en het interne voederaanbod van residu's en voedergewassen die in Vlaanderen geoogst worden, kan men berekenen hoeveel weiland men nog nodig heeft om aan de resterende vraag (de graaslandbehoefte) te voldoen. Hiervoor neemt men de GFN-waarde voor de opbrengst van graasland van ongeveer 3 ton gras/ha (wat overeenkomt met een wereldgemiddelde van 1,3 ton/wha). Indien de graaslandbehoefte positief is, moet die vanzelfsprekend gedekt worden door het beschikbare graasland in Vlaanderen. Indien er niet voldoende Vlaams graasland beschikbaar zou zijn, wordt die graaslandbehoefte verder gedekt door import van veevoedergewassen. Indien de gevraagde oppervlakte graasland groter is dan de beschikbare Vlaamse weilandoppervlakte (dit blijkt inderdaad het geval te zijn voor Vlaanderen), neemt men aan dat de totale beschikbare Vlaamse weilandoppervlakte in Vlaanderen gebruikt wordt voor veeteelt. De voetafdruk van die weilandoppervlakte (de productievoetafdruk van graasland) wordt berekend op de gekende manier, door de oppervlakte te vermenigvuldigen met de opbrengst- en equivalentiefactoren. We komen dus tot de volgende vergelijking voor de productievoetafdruk van graasland:

Vergelijking 8

$$\text{Productievoetafdruk}_{\text{graasland}} (\text{gha}) = \text{Min}[\text{graaslandbehoefte (ton)/grasopbrengst (ton/ha)} ; \text{weilandoppervlakte (ha)}] \times \text{opbrengstfactor (wha/ha)} \times \text{equivalentiefactor (gha/wha)}.$$

De opbrengst- en equivalentiefactoren werden berekend door GFN.

- De voetafdruk van graasland ten gevolge van **import en export** van dierlijke producten wordt, net zoals de voetafdruk van akkerland, berekend aan de hand van de wereldgemiddelde (landonafhankelijke) voederbehoefte (hoeveelheid gras en veevoerders dat een dier nodig heeft – gegevens van de FAO). Zo heeft 1 ton rundsvlees een graaslandvoetafdruk van 5,6 gha, naast 4,1 gha akkerland (voor maïs, soja,...). De import van 1 ton rundsvlees komt dus overeen met de import van 5,6 gha.

Vergelijking 9

$$\text{Importvoetafdruk}_{\text{graasland}} (\text{gha}) = \sum [\text{import veeteeltproduct (ton)}] \times \text{graaslandvoetafdruk veeteeltproduct (gha/ton)}.$$

De som loopt hier over alle veeteeltproducten die Vlaanderen importeert (levende dieren, karkassen en bewerkte dierlijke producten). De export kent een gelijkaardige vergelijking, waarbij ook dezelfde wereldgemiddelde graaslandvoetafdruk van veeteeltproducten wordt gebruikt.

De consumptievoetafdruk van graasland is dan opnieuw productie plus import min export.

4.4.3. Visland volgens NFA-methode

Net zoals bij akkerland wordt de consumptievoetafdruk van visland bepaald met behulp van productie-, import- en exporthoeveelheden en wereldopbrengsten.

Vergelijking 10

$$\text{Consumptievoetafdruk}_{\text{vis}} (\text{gha}) = \frac{\sum [\text{productie} + \text{import} - \text{export} (\text{ton})] \times \text{equivalentiefactor} (\text{gha}/\text{wha})}{\text{wereldopbrengst}(\text{ton}/\text{wha})}$$

- **Productie-, import- en exporthoeveelheden** – Net als bij akkerland loopt de som van import/export over alle primaire en secundaire producten, en de som van productie loopt enkel over primaire producten, om dubbeltellingen te vermijden.
- **Wereldopbrengsten** - Voor de berekening van de voetafdruk van visland maakt men gebruik van de wereldgemiddelde opbrengsten (ton/wha) van 1.464 soorten vissen, zeevruchten en zeewieren. Bij de opbrengstcijfers houdt men ook rekening met de bijvangst (by-catch) en het trofische niveau van de vis (de positie in de voedselketen). Het eerste trofische niveau is dat van het fytoplankton, waarvan de primaire productie gemeten wordt in ton koolstof (ton C) dat per zeeoppervlakte (wha) per jaar door het plankton wordt opgenomen als organische biomassa. Bij elke stap in de voedselketen wordt een gemiddelde omzettingsefficiëntie van 0,1 aangenomen. Dat wil zeggen dat een vispopulatie van trofisch niveau 3 ongeveer 10 kg vissen van niveau 2 moet eten om zelf 1 kg aan te groeien. De bijvangst wordt in rekening gebracht door een *gemiddelde bijvangstfactor* van 1,27. Dit wil zeggen dat voor 1 kg consumptievis er 0,27 kg bijvangst is. In de voetafdrukmethodologie rekent men met een vaste bijvangstfactor, onafhankelijk van de vissoort, de vangstmethode en de locatie. De vergelijking voor de visvangstopbrengst ziet er dan als volgt uit:

Vergelijking 11

$$\text{Wereldopbrengst (ton nat gewicht vis/wha)} = \text{Beschikbare Primaire Productie (ton C/wha)} * \text{gewichtfactor vis (ton nat gewicht vis/ton C)} * \text{omzettingsefficiëntie}^{(\text{trofisch niveau} - 1)} / \text{bijvangstfactor}.$$

Wat secundaire producten (visfilet, ...) betreft, geldt een gelijkaardige redenering als voor de akkerlandvoetafdruk, zie Vergelijking 5. Met behulp van de extractieverhoudingen en de primaire opbrengsten kan de wereldopbrengst (ton secundair product/wha) van secundaire producten berekend worden.

4.4.4. Bosland volgens NFA-methode

De consumptievoetafdruk van bosland wordt volledig analoog aan die van akkerland bepaald, met dat verschil dat er geen braaklandfactor is:

Vergelijking 12

$$\text{Consumptievoetafdruk}_{\text{bos}} (\text{gha}) = \frac{\sum [\text{productie} + \text{import} - \text{export} (\text{ton})] \times \text{equivalentiefactor} (\text{gha}/\text{wha})}{\text{wereldopbrengst}(\text{ton}/\text{wha})}$$

4.5. Berekening voetafdruk bebouwd land

De voetafdruk van bouwland (oppervlakte voor infrastructuur en recreatieterreinen) wordt op eenzelfde manier berekend als de biocapaciteit van bouwland:

Vergelijking 13

$$\text{Voetafdruk bouwland (gha)} = \text{oppervlakte (ha)} \times \text{opbrengstfactor bouwland (wha/ha)} \times \text{equivalentiefactor bouwland (gha/wha)}.$$

In de voetafdrukmethodologie wordt verondersteld dat het meeste bouwland gelegen is op voormalig akkerland of gronden die even vruchtbaar zijn als akkerland. De redenering hierachter is dat men meestal bouwt dicht bij de meest vruchtbare gronden. Vandaar dat de opbrengst- en equivalentiefactoren van bouwland verondersteld worden gelijk te zijn aan die van akkerland. Bouwland is dus potentieel even vruchtbaar als akkerland.

4.5.1. Bouwland volgens NFA-methode

De *productievoetafdruk van bouwland* wordt gegeven door Vergelijking 13, waarbij de oppervlakte gelijk is aan de Vlaamse oppervlakte voor infrastructuur en recreatieterreinen. Voor import en export

van bouwland ligt het moeilijker. De productie van goederen vereist een oppervlakte aan infrastructuur (oppervlakte van fabrieken, wegen, havens,...). Die oppervlakte is moeilijk nauwkeurig te alloceren aan de verschillende import- en exportproducten. Vandaar dat in de NFA-methode de import en export van bouwland niet wordt berekend. Dit zal meestal niet zo'n grote fout opleveren, omdat de wereldwijde productievoetafdruk van bouwland een relatief klein deel (ongeveer 2%; GFN 2009c) bedraagt van de totale mondiale voetafdruk. De *consumptievoetafdruk van bouwland* wordt dus gelijk gesteld aan de productievoetafdruk.

4.6. Berekening voetafdruk energieland

CO₂-emissies worden geabsorbeerd door oceanen en bossen. Daar de oceanen niet worden meegeteld in de voetafdruk en daar bossen een wereldgemiddelde koolstofsekwestratiesnelheid (ton CO₂/wha) hebben, bekomen we de vergelijking:

Vergelijking 14

$$\text{Voetafdruk energieland (gha)} = \text{CO}_2\text{-emissies (ton)} \times (1 - \text{fractie geabsorbeerd door oceanen}) \times \text{equivalentiefactor bosland (gha/wha)} / \text{sekwestratiesnelheid (ton/wha)}.$$

We kunnen deze vergelijking vereenvoudigen tot

Vergelijking 15

$$\text{Voetafdruk energieland (gha)} = \text{CO}_2\text{-emissies (ton)} \times 0,28 \text{ gha/ton CO}_2.$$

Een ton CO₂ wordt dus vermenigvuldigd met een voetafdrukintensiteit van 0,28 gha per ton (GFN, 2008). Op deze manier is er een direct verband tussen de voetafdruk en CO₂-emissies.

4.6.1. Energieland volgens NFA- en IO-methode

In dit onderzoek werd het energieland ten gevolge van consumptie in Vlaanderen berekend met zowel de NFA-methode als de IO-methode. In deze sectie bespreken we meer in detail hoe dit energiegedeelte van de ecologische voetafdruk berekend werd.

Beide methoden maken gebruik van de vergelijking dat de CO₂-emissies van de Vlaamse consumptie (C) gelijk is aan:

Vergelijking 16

$$C = P + H + B + I - E$$

waarbij

- **P** staat voor de directe emissies afkomstig van interne productie (landbouw, energieproductie, industrie, transport, handel en diensten),
- **H** zijn de directe emissies van de huishoudens (zijnde verwarming en privévervoer, maar geen elektriciteit of indirecte emissies van consumptieproducten...),
- **B** is een term voor het aandeel van internationale bunkerbrandstoffenverbruik (emissies van internationale scheepvaart en luchtvaart) dat op conto van de Vlaamse consument geschreven kan worden,
- **I** zijn de emissies gekoppeld aan de producten die Vlaanderen importeert en
- **E** zijn de emissies gekoppeld aan alle exportproducten (de emissies ten gevolge van de productie van die producten, maar niet van het internationaal transport van die producten).

Deze grootheden zijn uitgedrukt in ton CO₂ (of ton CO₂ per persoon), en de vertaling van een ton CO₂ naar een globale hectare gebeurt aan de hand van de omzettingcoëfficiënt (de voetafdrukintensiteit van CO₂) van 0,28 gha/ton CO₂ – zie Vergelijking 15.

Wat P en H betreft, gebruiken de NFA- en de IO-methoden dezelfde waarden, omdat deze interne emissies reeds nauwkeurig geregistreerd worden (Kernset Milieudata MIRA-T, 2006, emissies van broeikasgassen, op basis van gegevens van MIRA, Energiebalans Vlaanderen VITO, Econotec).

De bunkerbrandstoffen (B) kunnen op verschillende manieren in rekening worden gebracht. Eén mogelijkheid is om de waarden van internationale bunkers in de Kernset Milieudata MIRA-T 2006 over te nemen. Die waarde geeft alle bunkerbrandstoffen die de schepen en vliegtuigen in Vlaanderen bijtanken. Voor landen die veel exporteren, geeft dit echter een overschatting, omdat de voetafdruk van die bunkerbrandstoffen die gebruikt worden voor export, op conto van het land zouden moeten komen waar die goederen worden geconsumeerd. Volgens de GFN-methodologie wordt een bunkerbrandstoftaks toegekend aan Vlaanderen. De wereldwijde CO₂-emissies van bunkers bedragen ongeveer 3,27% van de emissies van de economische sectoren en huishoudens. Bijgevolg stelt men dat de taks voor Vlaanderen ook 3,27% van de interne emissies van productie (P) en huishoudens (H) bedraagt. Wij opteren voor de GFN-methode, omdat dit toelaat de voetafdruk te vergelijken met andere regio's. Conform de National Footprint Accounts gebruiken we dus de vergelijking

$$\text{Vergelijking 17} \\ B = 0,0327 \cdot (P+H)$$

In zowel de NFA als de IO-methode wordt de voetafdruk van internationaal toerisme toegekend aan het land/regio van verblijf. De voetafdruk die buitenlandse toeristen in Vlaanderen nalaten, komt op conto van de Vlaamse voetafdruk. Vlamingen die naar een andere regio reizen, dragen niet meer bij tot de Vlaamse voetafdruk, behalve dan een klein deel via de bunkerbrandstoftaks van internationaal transport.

De grote verschillen tussen de NFA- en de IO-methoden liggen in de berekening van indirecte emissies van import en export.

4.6.1.1. Energieland van import en export, NFA-methode

De National Footprint Accounts bevatten een database van indirecte energie-inhouden (IEI) van een 625-tal productgroepen. De IEI-waarden worden uitgedrukt in MJ/kg, en zijn gebaseerd op verschillende LCA-studies (verzameld door Stockholm Environmental Institute (SEI), IVEM Universiteit Groningen,...). Wegens gebrek aan landenspecifieke LCA-studies maken alle NFA's (van alle landen) gebruik van dezelfde IEI-waarden. De fysieke handelsstromen (uitgedrukt in ton) tussen landen of regio's worden vermenigvuldigd met de IEI-waarden om de indirecte energie van import en export te berekenen. Vervolgens worden deze waarden vermenigvuldigd met de CO₂-intensiteit van energie. GFN hanteert hierbij een CO₂-intensiteitswaarde van 0,14 kg CO₂/MJ (GFN, 2008a). Deze waarde komt overeen met de wereldgemiddelde CO₂-intensiteit van elektriciteit (ter vergelijking: olie heeft een CO₂-intensiteit van ongeveer 0,07 kg CO₂/MJ). Men gaat er dus van uit dat alle producten geproduceerd worden met elektriciteit. Tot slot worden de indirecte CO₂-emissies van import en export (uitgedrukt in ton CO₂) vermenigvuldigd met de voetafdrukintensiteit van CO₂ (0,28 gha/ton CO₂), zie Vergelijking 15. Dit geeft als resultaat het energieland (in gha) dat Vlaanderen importeert en exporteert via handel.

Naast het feit dat de NFA's soms oude en niet-specifieke LCA-waarden gebruiken, is er het probleem van een ongelijke afbakening van systeemgrenzen in de LCA-studies van waaruit de basiscijfers voor de voetafdrukmethode worden aangeleverd. De NFA baseert zich op verschillende LCA-studies die verzameld werden door verschillende instanties (voornamelijk het Stockholm Environmental Institute en het Centrum voor Energie en Milieukunde Universiteit Groningen). Dat houdt het risico in dat niet alle LCA-studies dezelfde afbakening hebben en even ver teruggaan in de productieketen. Het zou ook kunnen dat sommige gebruikte LCA-data de downstream (end-of-life) component mee in rekening brengen, evenals de energie nodig voor (internationaal) transport. Dat zou tot gevolg hebben dat de NFA-methode dubbeltellingen bevat, want in het energieland voor productie en bunkers wordt reeds een deel afvalverwerking en (internationaal) transport opgenomen. Wat afvalverwerking betreft, zou de dubbeltelling verwaarloosbaar zijn, want volgens de Kernset Milieudata bedraagt de CO₂-emissie van afvalverwerking van niet-biologisch materiaal slechts 0,05% van de totale emissies van productie en huishoudens. Ook het aandeel van internationaal transport (bunkers) bedraagt slechts 3%, dus kan die dubbeltelling niet groter zijn.

Wat de handel in energiedragers (fossiele brandstoffen en elektriciteit) betreft, is de methode enigszins anders. In de berekening van het energieland van consumptie wordt de import en export van elektriciteit niet meegenomen. Dat wil zeggen dat de CO₂-emissies van de elektriciteit die in Vlaanderen geproduceerd wordt, volledig op conto komen van de Vlaamse consumptie. Voor de

import en export van fossiele brandstoffen wordt enkel de IEI voor ontginning, raffinage en verwerking meegenomen in de berekeningen.

Samenvattend kunnen we de plus- en minpunten van de NFA-methode voor de berekening van energieland van import en export oplijsten.

Voordelen

- Bevat 625 productcategorieën.
- Eenvoudige analyse van de belangrijkste productcategorieën is mogelijk: men kan eenvoudig zien hoeveel energieland we importeren door welke producten.
- Maakt gebruik van fysieke in plaats van monetaire handelsstromen.
- Daar de NFA-methode internationaal gebruikt wordt als (voorlopige) standaard om de ecologische voetafdruk te berekenen, laat deze methode vergelijkbaarheid met andere regio's en landen toe.

Nadelen

- Hoewel er meer dan 600 productcategorieën opgenomen zijn in de NFA, en omdat er niet voldoende LCA-studies beschikbaar zijn voor al deze productgroepen, zijn er maar 89 unieke waarden voor de indirecte energie-inhouden van die productgroepen. Met andere woorden: vele productgroepen hebben eenzelfde (vaak erg ruwe) schatting voor hun indirecte energie-inhouden (IEI). Bv.: motoren, tractoren, elektrische apparaten en allerlei andere machines hebben een IEI van 100 MJ/ton.
- Voor de indirecte energie-inhouden (conversiefactoren) van producten maken de NFA gebruik van verschillende LCA-studies (met verschillende bereiken en methodologieën). Wegens gebrek aan recente LCA-studies dateren sommigen nog van de jaren '90 en zijn ze vaak niet specifiek voor de Vlaamse context. De waarden voor indirecte energie-inhoud zijn vaak ruwe schattingen en extrapolaties van case studies die niet van toepassing zijn op het referentiejaar en het referentieland. Productieprocessen en technologieën kunnen erg verschillen tussen verschillende regio's en over verschillende periodes.
- De import maakt geen onderscheid tussen de regio's: de indirecte energie-inhoud van een importproduct is onafhankelijk van het exporterende land. Voorlopig is het nog niet mogelijk om met bilaterale handelscijfers te werken, wegens gebrek aan betrouwbare LCA-studies voor verschillende landen.
- De omzetting van de LCA-waarden van energiegebruik (MJ) naar CO₂-emissies gebeurt aan de hand van een wereldgemiddeld cijfer voor elektriciteit, een vaste waarde dus die voor elk land dezelfde is. Hierdoor kunnen de CO₂-emissies worden overschat, omdat de CO₂-intensiteit van elektriciteit (per MJ) hoger is dan die van fossiele energiedragers.
- De import en export van elektriciteit worden niet meegenomen.

4.6.1.2. *Energieland van import en export, IO-methode*

In het Vlaamse milieu-IO-model worden per regio (Vlaanderen, Brussel-Wallonië, EU en RoW) 117 economische sectoren onderscheiden. In de Vlaamse **monetaire IO-tabel** zijn deze economische sectoren met elkaar verbonden. De tabel geeft per economische sector weer voor hoeveel EURO de andere sectoren aan deze sector levert. Of met andere woorden voor hoeveel EURO deze eerste sector producten aankoopt van de andere sectoren. In de IO-tabellen voor Brussel-Wallonië, EU en RoW wordt de economische link gelegd tussen de Vlaamse economische sectoren en de economische sectoren in de genoemde regio's. De verschillende tabellen geven weer voor hoeveel EURO deze sectoren buiten Vlaanderen aan de Vlaamse sectoren leveren. Ten slotte worden ook leveringen naar niet-economische sectoren binnen Vlaanderen weergegeven. Er wordt onderscheid gemaakt tussen leveringen aan huishoudens, overheid, IZW's, vaste activa, voorraadwijzigingen, export naar binnen en buiten EU.

Aan deze monetaire IO-tabellen werden vervolgens **milieu-extensietabellen (ME-tabellen)** gekoppeld. Deze ME-tabellen bevatten onder meer emissies naar lucht. Voor Vlaanderen werd voor de emissie van broeikasgassen de rapportering in het kader van het Raamverdrag Klimaatverandering van de Verenigde Naties (United Nations Framework Convention on Climate Change, afgekort als

UNFCCC) gebruikt. De verbrandingsgerelateerde broeikasgassen (zoals CO₂) werden over de verschillende economische sectoren verdeeld aan de hand van het totale brandstofverbruik. Ook de broeikasgasemissies van de internationale lucht- en scheepvaartbunkers worden opgenomen en toegekend aan de respectievelijke sectoren zee- en kustvaart en luchtvaart.

De milieu-extensietabel voor de import vanuit Brussel en Wallonië wordt voorlopig gebaseerd op deze voor Vlaamse productie. Dit komt er bijvoorbeeld op neer dat de Brusselse en Waalse staalsector per Euro output evenveel milieu-impact genereren als de Vlaamse staalsector. Voor de Europese economische sectoren werden de ME-tabellen ingevuld op basis van de EU-27 NAMEA 2000 databank. Deze databank is opgesteld op niveau van 60 sectoren en refereert naar data voor het jaar 2000. De databank is opgesteld op basis van beschikbare economische gegevens voor 20 landen, die 98% van de totale output van de EU-27 vertegenwoordigen. Milieurelevante gegevens zijn gebaseerd op 8 landen, die 69% van de totale output van de EU-27 vertegenwoordigen. Voor import uit de rest van de wereld naar Vlaanderen werd eveneens gebruik gemaakt van deze databank. Hiertoe werden de imports in EU-27 uit de databank gebruikt. Deze zijn gebaseerd op gegevens uit de individuele nationale IO-tabellen gecombineerd met gegevens uit de US Input-Output 1998 databank. De EU-27 NAMEA databank wordt beschouwd als een homogene databank. Bij het opstellen ervan is verondersteld dat elke sector een homogeen product produceert, wat impliceert dat alle producten van een sector dezelfde milieu-impact per Euro hebben. Een risico van dergelijke veronderstelling is een foute allocatie van milieu-impacten voor sectoren die in werkelijkheid erg heterogeen zijn. Voor meer informatie over het Vlaamse input-output model verwijzen we naar de rapporten die werden opgemaakt in het kader van deze opdracht (Vercalsteren et al., 2008)

Samenvattend kunnen we de voor- en nadelen van de IO-methode oplijsten.

Voordelen

- Multiregionaal: de milieu-extensietabel voor import maakt een onderscheid tussen de regio's Vlaanderen, Brussel-Wallonië, EU en RoW (Rest of World).
- Import-export van elektriciteit wordt meegenomen.
- Men kan per economische sector zien hoeveel energieland nodig is (zowel voor productie, als voor import en export).
- Het IO-model berekent conversiefactoren die bij het referentiejaar en de referentie-economie horen. Met andere woorden: er wordt geen gebruik gemaakt van gedateerde conversiefactoren (indirecte energie-inhouden gebaseerd op LCA case studies) die niet van toepassing zijn op de Vlaamse economie.

Nadelen

- Weinig sectoraal detail (slechts een 120-tal sectoren). Zo zit landbouw als één sector in het model, zodat bij de berekening van de indirecte CO₂-emissies geen onderscheid gemaakt wordt tussen de verschillende soorten voedingsproducten.
- De IO-methode maakt gebruik van monetaire in plaats van fysieke handelsstromen.
- Nog geen vergelijkbaarheid met andere regio's en landen mogelijk, omdat het gebruik van multiregionale IO-modellen voor het berekenen van de voetafdruk nog niet internationaal gestandaardiseerd is.

Aangezien beide methoden nog methodologische minpunten vertonen, is het niet duidelijk welke van de twee methoden momenteel het beste is. Op termijn zal de IO-methode (indien ze verder op punt staat) bijzonder geschikt zijn om de voetafdruk van import en export in te schatten (Wiedmann, 2009). De IO-methode zal dan ook de mogelijkheid bieden om de oorsprong van CO₂-emissies te achterhalen via inter-industrie handel, internationale toevoerketens en multi-nationale handelsstromen.

Echter, indien men kiest voor vergelijkbaarheid met andere landen en consistentie in berekening van de EV voor alle landgebruikstypes, dan is het voorlopig beter de gestandaardiseerde NFA-methode te gebruiken. We merken nog op dat in de toekomst GFN ook meer zal gaan werken met IO-modellen, zodat beide methoden naar elkaar zullen convergeren.

5. Basisgegevens en details van berekeningen

In dit hoofdstuk bespreken we de verdere details van de berekeningen voor de ecologische voetafdruk van Vlaanderen, met aandacht voor de gebruikte aannames en bronnen (basisgegevens). De berekening van de voetafdruk gebeurt op basis van het Excel-bestand van de National Footprint Accounts van België, editie 2008 (GFN, 2008a). Daar we voor het datajaar 2004 geschikte gegevens hebben als input voor dit Excel-bestand, zullen we de Vlaamse voetafdruk van het jaar 2004 berekenen. De totale Vlaamse bevolking bedroeg (op 31 dec 2004) 6.043.161 inwoners.

We overlopen opnieuw de verschillende landgebruiktypes. Per landgebruiktype lichten we telkens de gegevens gebruikt voor 1) de productievoetafdruk en 2) de voetafdruk van import en export toe. We vermelden telkens ook de databronnen gebruikt door GFN voor de berekening van de Belgische voetafdrukrekening (National Footprint Accounts, NFA).

In onderstaande overzichtstabel (Tabel 4) wordt een overzicht gegeven van de verschillende bronnen voor de verschillende gegevens gebruikt in deze studie, voor de Belgische NFA, en voor de voetafdruk van België door de ADSEI.

Tabel 4: Gebruikte basisgegevens van de Vlaamse en Belgische voetafdrukrekeningen

	Vlaanderen (Ecolife, 2010; MIRA, 2005)	België (GFN, 2008a)	België (Janssen, 2008)
Bevolking	ADSEI	FAOSTAT	FAOSTAT
Energie			
<i>Productie</i>	Kernset Milieudata MIRA-T	International Energy Agency	FOD Economie, Algemene Directie Energie
<i>Import-export</i>	Nationale Bank van België	UN COMTRADE	Nationale Bank van België
Akkerland			
<i>Productie</i>	ADSEI en CDO	FAO ProdSTAT	ADSEI
<i>Import-export</i>	Nationale Bank van België	FAO TradeSTAT	Nationale Bank van België
<i>Biocapaciteit</i>	ADSEI	CORINE	ADSEI
Graasland			
<i>Productie</i>	ADSEI	FAO ProdSTAT en ResourceSTAT	ADSEI
<i>Import-export</i>	Nationale Bank van België	FAO TradeSTAT	Nationale Bank van België
<i>Biocapaciteit</i>	ADSEI	CORINE	ADSEI
Bosland			
<i>Productie</i>	Agentschap Natuur & Bos	FAO ForesSTAT	ADSEI
<i>Import-export</i>	Nationale Bank van België	FAO TradeSTAT	Nationale Bank van België
<i>Biocapaciteit</i>	ADSEI	CORINE	ADSEI
Visland			

<i>Productie marien</i>	FAO FishSTAT en Dienst Zeevisserij	FAO FishSTAT	VLIZ
<i>Productie inland</i>	Vandecruys, 2004	FAO FishSTAT	FAO FishSTAT
<i>Productie aquacultuur</i>	Vlaams Ministerie van Landbouw	FAO FishSTAT	FAO FishSTAT
<i>Import-export</i>	Nationale Bank van België	FAO TradeSTAT	Nationale Bank van België
<i>Biocapaciteit</i>	World Resources Institute	World Resources Institute	World Resources Institute
Bouwland			
<i>Biocapaciteit</i>	ADSEI	CORINE	ADSEI

5.1. Basisgegevens voetafdruk energieland

5.1.1. Gegevens voor de NFA-methode

De **CO₂-emissies voor de berekening van de Vlaamse productievoetafdruk** (Vlaamse CO₂-emissies van huishoudens, landbouw, energieproductie, industrie, transport, handel en diensten) zijn afkomstig van de Kernset Milieudata MIRA-T, 2006, emissies van broeikasgassen, op basis van gegevens van VMM, Energiebalans Vlaanderen VITO, Econotec. Het gaat om een uitstoot van 76,8 Mton CO₂ voor het jaar 2004. Dat is meer dan de 64,8 Mton die berekend werd aan de hand van de Belgische CO₂-emissies (gerapporteerd door het International Energy Agency (IEA), de bron die GFN gebruikt in de Belgische NFA) toegekend aan Vlaanderen op basis van de relatieve bevolkingsaantallen. Vlaanderen is volgens deze cijfers dus relatief energie-intensiever dan de rest van België. Dit komt o.a. door een relatief sterkere (petro)chemische sector in Vlaanderen. Hieruit kunnen we verwachten dat de productievoetafdruk van Vlaanderen per capita hoger ligt dan de productievoetafdruk van België.

Voor de **import en export van energieland** in de NFA van België maakt GFN gebruik van de COMTRADE database, volgens de 4-digit SITC-codes (Standard International Trade Classification van de UN Statistics Division). De NFA-lijst bevat 625 productcategorieën. Voor de Vlaamse voetafdrukrekening werd in overleg met de VMM gekozen voor de Vlaamse handelscijfers opgesteld door de Nationale Bank volgens nationaal concept (NC4) voor het datajaar 2004 (zie VMM, 2006 voor verdere details). Deze NC4-database bevat een onderverdeling in categorieën volgens het 4-digit Geharmoniseerd Systeem en de Gecombineerde Nomenclatuur. De productgroepen volgens de NC4-codes (ongeveer 1.200 categorieën) werden manueel (op basis van de beschrijving) toegekend aan de categorieën volgens de SITC-code, en in de Excel-sheet van de NFA ingevoerd.

De totale **import en export van goederen** (in fysieke ton) voor Vlaanderen die in de NFA kon worden opgenomen, bedraagt resp. 164 Mton en 124 Mton. Dit is ongeveer 85% van het totale gewicht van import en export zoals in de Vlaamse NC4 gegeven. Dat wil dus zeggen dat niet alle import- en exportproducten (in de NC4) volledig in rekening konden worden genomen in de voetafdrukrekeningen, omdat de NFA die producten niet bevat of omdat de koppeling tussen de NC4-code en de SITC-code soms onduidelijk was.

5.1.2. Gegevens voor de IO-methode

De IO-methode maakt gebruik van de monetaire input-outputtabel voor Vlaanderen die werd opgemaakt door het Federaal Planbureau voor het Vlaams input-outputmodel (Avonds en Vandille, 2008). In opdracht van de Vlaamse overheid werd hiermee het Vlaams uitgebreid milieu-input-outputmodel opgesteld (Bilsen, e.a., april 2010). De import-export wordt berekend met behulp van monetaire handelsdata van de Nationale Bank van België voor het jaar 2003. De CO₂-emissies zijn van het jaar 2004.

5.2. Basisgegevens voetafdruk akkerland

GFN maakt in de Belgische NFA gebruik van FAOSTAT (PRODSTAT en TRADESTAT) voor de opbrengstcijfers, de oppervlakten en de import en export van akkerbouwproducten.

Voor de berekening van de Vlaamse productievoetafdruk in voorliggende studie werd gebruik gemaakt van de opbrengstgegevens van het Centrum voor Duurzame Ontwikkeling (CDO) voor de berekening van de ecologische voetafdruk van hernieuwbare materialen (MIRA, 2005). De meeste van deze opbrengstgegevens (ton/ha) zijn afkomstig van de Algemene Directie Statistiek en Economische Informatie (ADSEI). De overige opbrengstgegevens werden aan het CDO geleverd door het laboratorium voor Landbouwplantenteelt van de vakgroep Plantaardige Productie van de Faculteit Landbouwkundige en Toegepaste Biologische Wetenschappen van de UGent, van het Provinciaal Onderzoek- en Voorlichtingscentrum voor Land- en Tuinbouw en het Proefcentrum voor Fruitteelt. De oppervlakten van de verschillende gewassen zijn afkomstig van de ADSEI, gebaseerd op de jaarlijkse landbouwtelling van mei.

De opbrengst- en oppervlaktegegevens werden manueel in het NFA-excelbestand ingevoerd op basis van de beschrijving van het gewas. De totale oppervlakte en productiecijfers voor Vlaanderen die volgens deze databronnen konden worden opgenomen in de voetafdrukberekening, bedragen 387.524 ha en 13.265.029 ton voor het jaar 2004. Volgens de landbouwtelling 2004 (ADSEI) bedraagt de totale oppervlakte van productieakkerland in Vlaanderen 399.908 ha. De voetafdruk van akkerland is dus een lichte onderschatting, omdat niet alle teelten (sierteelten, tuinen voor eigen gebruik en boomkwekerijen) werden opgenomen in de voetafdrukberekening.

De TRADESTAT gegevens voor import en export van akkerlandproducten in de Belgische NFA zijn geklasseerd volgens de HS 2002 code, de Harmonised System gebruikt door het FAO. Voor de Vlaamse voetafdrukberekeningen werden de Vlaamse handelscijfers opgesteld door de Nationale Bank volgens nationaal concept (NC4) voor het datajaar 2004 gebruikt (zie 0 Basisgegevens voetafdruk energieland). De HS 2002 code die gebruikt werd in de Belgische NFA, stemt overeen met de NC4 code die gebruikt werd voor de Vlaamse voetafdrukrekening, maar bevat meer categorieën. Zo bevat bijvoorbeeld de categorie "peulvruchten" (code 0708) de subcategorieën erwten, bonen, snijbonen en overige peulvruchten. Vlaanderen importeert volgens de NC4 data ongeveer 151.000 ton peulvruchten. Die hoeveelheid werd verdeeld over de subcategorieën volgens de Belgische importcijfers. Zo bestaat 41% procent van de Belgische import van peulvruchten uit erwten. We veronderstellen dan ook dat 41% van de 151.000 ton Vlaamse import uit erwten bestaat.

5.3. Basisgegevens voetafdruk grasland

Om de Vlaamse **productievoetafdruk van grasland** te bepalen, werd gebruik gemaakt van gegevens over het aantal veedieren (runderen, schapen, geiten,...), volgens de landbouwtelling van mei 2004 uitgevoerd door de ADSEI. Met deze gegevens wordt de vraag naar veevoerders berekend. Het blijkt dat de geogoste veevoerders en de residu's van voedselgewassen deze vraag naar veevoerders in Vlaanderen niet dekken. Daarom wordt aangenomen dat de totale oppervlakte van grasland in Vlaanderen wordt gebruikt (indien er dan nog een resterende vraag is, wordt die opgevuld door import van veevoerders; zie hoofdstuk 4.4.1 Grasland volgens NFA-methode). De voetafdruk van die oppervlakte is dan gelijk aan de biocapaciteit van grasland in Vlaanderen. Die biocapaciteit wordt berekend met de oppervlakte grasland volgens de ADSEI. (In de voetafdrukrekening van België gebruikt GFN de CORINE database om de oppervlakte van grasland in België te bepalen.)

De **voetafdruk van import en export van grasland** wordt bepaald aan de hand van de NC4 data voor import en export van dieren en dierlijke producten en de waarden die GFN gebruikt voor grasland per eenheid dier of dierlijk product (op basis van wereldgemiddelde voederbehoeften volgens de FAO).

5.4. Basisgegevens voetafdruk visland

Om de Vlaamse **productievoetafdruk van visland** te berekenen zijn er drie databases voor de productiecijfers nodig: mariene visvangst (op de Noordzee), binnenlandse visvangst en binnenlandse aquacultuur.

- Wat **mariene visvangst** betreft, gebruiken we de waarden van de Belgische NFA (GFN, 2008a) voor het jaar 2005 (gebaseerd op FAO FishSTAT), want enkel Vlaanderen ligt aan de Noordzee. De totale aanvoer volgens de Belgische NFA (23.682 ton) komt goed overeen met de gegevens van de Dienst Zeevisserij voor Vlaanderen, jaar 2004 (23.608 ton) – het cijfer gebruikt voor berekening van Vlaamse voetafdruk hernieuwbare materialen (MIRA, 2005). Vandaar dat we besloten om de Belgische gegevens volledig over te nemen. We merken wel op dat het Departement Zeevisserij van het Centrum voor Landbouwkundig Onderzoek (UGent) schattingen heeft gemaakt van de bijvangst voor de verschillende visserijmethoden op de Noordzee. De bijvangst is ongeveer 2,9 keer zo hoog als de aanvoer. De bijvangstfactor voor Vlaamse visvangst bedraagt dan ook 3,9. Deze hoge bijvangstcijfers voor Vlaanderen worden volgens de NFA-methode echter *niet* in rekening genomen. Volgens deze methode wordt enkel het internationaal gemiddelde, de bijvangstfactor van 1,27, gebruikt.
- De **binnenlandse visvangstcijfers** zijn afkomstig van een eindverhandeling van het Limburgs Universitair Centrum (LIC) (Vandecruys, 2004). Die studie bevat de visvangst van hengelsport. Het gaat om 1.204 ton/jaar. Ter vergelijking, de Belgische NFA (gebaseerd op FAO FishSTAT) spreken van slechts 496 ton/jaar. Daar het CDO zich voor de berekening van de Vlaamse voetafdruk van hernieuwbare materialen (MIRA, 2005) ook baseert op de studie van het LIC, nemen we die waarde op in de Vlaamse voetafdrukberendingen. Om die 1.204 ton te verdelen over de verschillende vissoorten, werd dezelfde verdeling als bij de Belgische NFA genomen.
- Volgens het Ministerie van Landbouw moet de Vlaamse productie van **aquacultuur** voor het jaar 2004 geschat worden op 100 ton paling en 250 ton karper. Deze cijfers werden gebruikt voor berekening van Vlaamse voetafdruk hernieuwbare materialen (MIRA, 2005).

De **import- en exportcijfers van visproducten** werden gehaald uit de NC4 data voor Vlaamse import en export. Die database bevat 11 categorieën visproducten en zeevruchten (levende vis, bevroren vis, visfilet, schaaldieren,...). Die categorieën werden toegekend aan de 117 categorieën in de NFA, opnieuw door gebruik te maken van dezelfde verdeling als voor Belgische import en export (de Belgische NFA). Daarvoor werden de gegevens in de Belgische NFA samengevoegd volgens de 11 categorieën. Een voorbeeld: België importeerde in 2005 82 ton ingevroren geelvintonijn. De totale Belgische import van ingevroren vis (categorie nr. 0303) bedroeg 15.825 ton, en de Vlaamse import van ingevroren vis bedroeg 6.112 ton. Met deze cijfers wordt de Vlaamse import van ingevroren geelvintonijn geraamd op $82 \times 6.112/15.825 = 32$ ton.

5.5. Basisgegevens voetafdruk bouwland

De voetafdruk van bouwland in Vlaanderen is gelijk aan de Vlaamse biocapaciteit van bouwland (zie 5.7 Basisgegevens biocapaciteit).

5.6. Basisgegevens voetafdruk bosland

Om de Vlaamse **productievoetafdruk van bosland** te berekenen werd gebruik gemaakt van de gegevens die werden verzameld door het CDO voor de berekening van de ecologische voetafdruk van hernieuwbare materialen (zie MIRA, 2005, p.74). De data over de opbrengst van de bosbouw zijn gebaseerd op gegevens van de toenmalige Afdeling Bos en Groen (inmiddels: Agentschap voor Natuur en Bos (ANB)) van de Vlaamse overheid en van de verschillende houtvesterijen. Die Vlaamse opbrengst voor het jaar 2004 bedroeg 548.615 m³ hout op basis van een dichtheid voor vers geveld hout van 0,8 ton/m³. (Ter vergelijking: dit is slechts 13% van het Belgische cijfer in de Belgische NFA. De verklaring voor dit lage percentage is dat voornamelijk Wallonië veel bosbouwactiviteit kent.) Met een opbrengstfactor voor vers geveld hout van 2,36 m³/wha (cijfer van GFN, gebaseerd op FAO studies) kan meteen de productievoetafdruk van bosland berekend worden.

Import en export van houtproducten werden gehaald uit de NC4-data van de Nationale Bank. Die database bevat 69 categorieën houtproducten (inclusief papierproducten, houtpulp,...). Die categorieën werden opnieuw aan de hand van de beschrijving geaggregeerd en toegekend aan de 33 categorieën in de NFA.

5.7. Basisgegevens biocapaciteit

Om de biocapaciteit van Vlaanderen te bepalen, werd gebruik gemaakt van de volgende bronnen:

Tabel 5: Gebruikte basisgegevens voor de biocapaciteitsberekening

Landgebruik- type	Bron	toelichting	Oppervlakte
Bouwland	ADSEI Bodemgebruik 2004	categorieën: woongebied; nijverheidsgebouwen en –terreinen; steengroeven, putten en mijnen; handelsgebouwen en -terreinen; openbare gebouwen en terreinen; terreinen voor gemengd gebruik; terreinen voor vervoer en telecommunicatie; terreinen voor technische voorzieningen; en recreatiegebied en andere open ruimte	341.610 ha
Visland maritiem	World Resources Institute (WRI)	Deze bron wordt ook gebruikt door GFN voor de voetafdruk van maritiem visland van België, en geeft de oppervlakte water van de continentale plaat plus territoriale wateren van België	361.150 ha
Visland inland en kustwateren	ADSEI Bodemgebruik 2004	Zelfde data als in het ruimtegebruiksmodel van VITO	29.719 ha
Bosland	Bosinventaris 2000 van het Agentschap Natuur en Bos		146.381 ha
Graasland	ADSEI Landbouwtelling 2004	Graasland bevat tijdelijke en permanente weiden hoofdzakelijk voor afgrazen en afmaaien.	229.911 ha
Overig begroeid land	ADSEI Bodemgebruik 2004	Bevat moerassen, moerasbossen, duinen, heide, slikke en schorre.	27.128 ha
Akkerland	Totale oppervlakte van Vlaanderen min de overige landoppervlakten.	Bevat productief akkerland, evenals niet-geregistreerd akkerland, verlaten boomgaarden, hobbytuinen,...	577.477 ha

- **Bouwland:** ADSEI Bodemgebruik 2004. Deze bevat de categorieën: woongebied; nijverheidsgebouwen en –terreinen; steengroeven, putten en mijnen; handelsgebouwen en -terreinen; openbare gebouwen en terreinen; terreinen voor gemengd gebruik; terreinen voor vervoer en telecommunicatie; terreinen voor technische voorzieningen; en recreatiegebied en andere open ruimte. Dit geeft een totaal van 341.610 ha.
- **Visland maritiem:** World Resources Institute (WRI). Deze bron wordt ook gebruikt door GFN voor de voetafdruk van maritiem visland van België, en geeft de oppervlakte water van de continentale plaat plus territoriale wateren van België. Dit geeft 361.150 ha.
- **Visland inland en kustwateren:** ADSEI Bodemgebruik 2004. Dit bedraagt 29.719 ha.
- **Bosland:** Bosinventaris 2000 van het Agentschap Natuur en Bos Deze gegevens bevatten ook de oppervlakte moerasbos. 146.381 ha.
- **Graasland:** ADSEI Landbouwtelling 2004. Graasland bevat tijdelijke en permanente weiden hoofdzakelijk voor afgrazen en afmaaien. 229.911 ha.
- **Overig begroeid land:** ADSEI Bodemgebruik 2004. Bevat moerassen, moerasbossen, duinen, heide, slikke en schorre. 27.128 ha. ADSEI Dit cijfer komt overeen met de oppervlakten gerapporteerd in de Natuurrapporten Vlaanderen (27.100 ha): oppervlakten voor heiden, moerassen en moerasbos⁴ (22.500 ha) gepubliceerd in het Natuurrapport van 2005 (Dumortier et al., 2005), oppervlakte duinen (2.800 ha) gepubliceerd in het Natuurrapport van 2003 (Provoost et al., 2003) en oppervlakte slikken en schorren (1.800 ha) gepubliceerd in het Natuurrapport van 2009 (Van Daele, 2009). De oppervlakten voor heiden, moerassen en moerasbos komen uit een analyse van de Biologische Waarderingskaart. De kenmerken van de huidige BWK laat enkel ruwe oppervlakteberekeningen toe, waardoor de opgegeven oppervlakten te beschouwen zijn als grootteordes met een foutenmarge van ± enkele honderden ha. De oppervlakteberekeningen voor de duinen, slikken en schorren zijn gebaseerd op gedetailleerde vegetatiekaarten en hebben een hoge nauwkeurigheid.

⁴ Daar de Bosinventaris ook de categorie moerasbos bevat, is er een dubbel telling van moerasbos dat wordt meegeteld in zowel bosland als overig begroeid land. Deze fout is miniem omdat er in Vlaanderen weinig moerasbos is.

In de voetafdrukmethodologie wordt aangenomen dat de categorie overig begroeid land dezelfde productiviteit (en dus dezelfde opbrengst- en equivalentiefactoren) heeft als grasland. Vandaar dat bij de biocapaciteitsberekening grasland en overig begroeid land worden samengevoegd.

- **Akkerland:** er werd aangenomen dat de overblijvende oppervlakte in Vlaanderen toegekend wordt aan de categorie akkerland. De totale oppervlakte (land en kustwateren) van Vlaanderen bedraagt 1.352.225 ha. Nemen we de bovenvernoemde landcategorieën in mindering, dan blijft er 577.477 ha over voor akkerland. Merk op dat deze waarde hoger is dan de 399.908 ha geregistreerd productief akkerland volgens de landbouwtelling. Met andere woorden: de bovenvermelde gebruikte bronnen (de landbouwtelling, de ADSEI voor bouwland en de bosinventaris) konden een oppervlakte van zo'n 180.000 ha niet toekennen. De reden om deze resterende oppervlakte aan akkerland (het meest productieve landgebruikstype) toe te kennen, is omwille van de gangbare methodologische keuze om bij dataonnauwkeurigheid de ecologische voetafdruk te onderschatten en de biocapaciteit te overschatten, zodat de overshoot (de voetafdruk min de biocapaciteit) onderschat wordt. De huidige biocapaciteitsberekening bevat dus waarschijnlijk een overschatting van de oppervlakte akkerland, wat resulteert in een overschatting van de totale biocapaciteit.

Om de biocapaciteit te berekenen, dienen bovenstaande oppervlakten nog vermenigvuldigd te worden met de opbrengst- en equivalentiefactoren. De opbrengstfactor van akkerland werd bepaald aan de hand van de opbrengsten en productieoppervlakten van de Vlaamse akkerbouw (volgens gegevens van ADSEI en landbouwtelling, zie sectie 5.2). Voor de andere landgebruikstypes werden de opbrengstfactoren van België (volgens de Belgische NFA) overgenomen.

6. Resultaten

De bespreking van de resultaten in dit hoofdstuk is als volgt ingedeeld:

- 6.1 Algemene resultaten van de ecologische voetafdrukrekening van Vlaanderen volgens de NFA-methode.
 - 6.1.1 Biocapaciteit en EV van productie, import, export en consumptie, voor elk landgebruiktype
 - 6.1.2 Vergelijking van Vlaanderen met de rest van de wereld, met aandacht voor de ecologische overshoot (vraag/aanbodverhouding) en het ecologisch handelsdeficit.
 - 6.1.3 De doorstroom van hulpbronnen in Vlaanderen volgens het EV-concept.
 - 6.1.4 Import-export van hernieuwbare materialen en energie
 - 6.1.5 De externe en interne ecologische voetafdruk.
 - 6.1.6 De belangrijkste producten en grondstoffen in de verschillende voetafdrukcomponenten.
- 6.2 Vergelijking van de resultaten met andere methodes, regio's en studies.
 - 6.2.1 Vergelijking met de IO-methode (voor het energieland).
 - 6.2.2 Vergelijking met België en andere studies voor Vlaanderen.
 - 6.2.2.1 Vergelijking met de Belgische NFA van GFN.
 - 6.2.2.2 Vergelijking met de CDO-studie naar de Vlaamse voetafdruk van hernieuwbare materialen (MIRA, 2005).

6.1. Algemene resultaten

6.1.1. Ecologische voetafdruk en biocapaciteit per landgebruiktype

Tabel 6 geeft de resultaten van de ecologische voetafdruk van productie, import, export en consumptie voor elk landgebruiktype, volgens de NFA-methode.

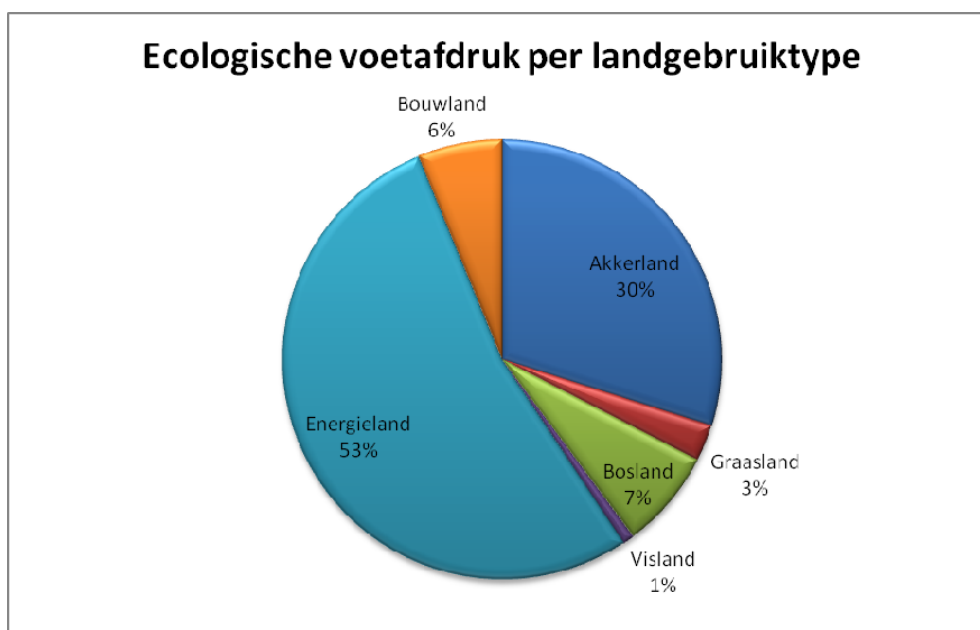
Tabel 6: Ecologische voetafdruk en biocapaciteit voor elk landgebruiktype (Vlaanderen, 2004)

Landgebruiktype [-]	EV _{Productie} [gha]	EV _{Import} [gha]	EV _{Export} [gha]	EV _{Consumptie} [gha]	Biocapaciteit [gha]
Hernieuwbare materialen	3.697.516	35.056.056	23.261.862	15.491.710	5.420.070
Akkerland	2.917.689	21.147.277	12.693.712	11.371.254	3.996.440
Graasland ⁵	260.276	1.976.684	1.209.538	1.027.422	290.986
Bosland	309.995	11.471.981	9.017.236	2.764.740	577.673
Visland	209.556	460.114	341.376	328.294	554.970
Energieland	21.995.018	118.999.822	120.755.292	20.239.548	-
Bouwland	2.364.118	-	-	2.364.118	2.364.118
TOTAAL	28.056.652	154.055.879	144.017.154	38.095.376	7.784.188

Bron: Ecolife (2010)

Uit deze tabel blijkt dat de voetafdruk van consumptie voor elk landgebruiktype (behalve visland⁶) hoger ligt dan de Vlaamse biocapaciteit. Dit komt voornamelijk door de hoge importvoetafdruk. We hebben met andere woorden een *ecologisch handelsdeficit* tegenover andere landen. De voetafdruk van consumptie is als volgt samengesteld (Figuur 1):

Figuur 1: Verdeling ecologische voetafdruk per landgebruiktype



Bron: Ecolife (2010)

Het grootste aandeel van de ecologische voetafdruk van Vlaanderen (iets meer dan de helft) bestaat uit energieland. Dit is vergelijkbaar met de rest van de wereld (zie Tabel 8: energieland 1,4 gha/cap, totale voetafdruk 2,7 gha/cap). De voetafdruk van Vlaanderen is dus net zoals de rest van de wereld voornamelijk energiegebonden. De hernieuwbare materialen (afkomstig van akkerland, grasland, bosland en visland) hebben een aandeel van 41%. De resterende 6% is bouwland.

⁵ De biocapaciteit van graasland bevat ook de categorie "overig begroeid land", die bestaat uit duinen, moerassen, heide, slikke en schorre.

⁶ We merken op dat de methodologie voor de berekening van de productievoetafdruk van visland gebaseerd is op wereldgemiddelde opbrengstcijfers met wereldgemiddelde bijvangstwaarden. De bijvangst voor visserij op de Noordzee (volgens het Departement Zeevisserij van het Centrum voor Landbouwkundig Onderzoek, UGent) is echter veel groter (3,90) dan dit wereldgemiddelde (1,27).

Door Tabel 6 om te rekenen naar voetafdruk per capita, wordt de voetafdruk van een gemiddelde Vlaming weergegeven (Tabel 7).

Tabel 7: Ecologische voetafdruk en biocapaciteit per capita voor elk landgebruiktype (Vlaanderen, 2004)

Landgebruiktype [-]	EV _{Productie} [gha/cap]	EV _{Import} [gha/cap]	EV _{Export} [gha/cap]	EV _{Consumptie} [gha/cap]	Biocapaciteit [gha/cap]
Hernieuwbare materialen	0,61	5,80	3,85	2,56	0,90
Akkerland	0,48	3,50	2,10	1,88	0,66
Graasland	0,04	0,33	0,20	0,17	0,05
Bosland	0,05	1,90	1,49	0,46	0,10
Visland	0,03	0,08	0,06	0,05	0,09
Energieveld	3,64	19,69	19,98	3,35	-
Bouwland	0,39	-	-	0,39	0,39
TOTAAL	4,64	25,49	23,83	6,30	1,29

Bron: Ecolife (2010)

Een gemiddelde Vlaming heeft dus een ecologische consumptievoetafdruk van 6,3 gha. Dat is 2,3 keer hoger dan de ecologische voetafdruk van een gemiddelde wereldburger volgens GFN (2,7 gha). Tabel 8 geeft de vergelijking tussen de Vlaamse en wereldgemiddelde voetafdruk per capita voor elk landgebruiktype.

Tabel 8: Vergelijking voetafdruk van consumptie gemiddelde Vlaming en wereldgemiddelde

	Vlaanderen	Wereld	percentage Vlaanderen/wereld
Totale voetafdruk consumptie	6,30	2,69	234%
Akkerland	1,88	0,64	294%
Graasland	0,17	0,26	65%
Bosland	0,46	0,23	199%
Visland	0,05	0,09	60%
Energieveld	3,35	1,41	238%
Bouwland	0,39	0,07	559%

Bron: Ecolife (2010), *GFN (2008b)

Merk op dat een Vlaming een lagere graasland- en vislandvoetafdruk heeft dan het wereldgemiddelde, terwijl akkerland drie keer hoger ligt. Dat heeft deels te maken met het feit dat een Vlaming veel dierlijke producten consumeert van een intensieve veeteelt die zich kenmerkt door een hoog gebruik van akkerland voor veevoerders. Op veel andere plaatsen in de wereld (Afrika,...) is de veeteelt veel extensiever (meer gebruik van graasland). In hoofdstukken 6.1.6 en 8.2 komen we hierop terug.

6.1.2. Vraag/aanbodverhouding en ecologisch handelsdeficit

Naast deze ongelijke verdeling is er ook sprake van een ecologische onduurzaamheid: de voetafdruk van een gemiddelde Vlaming ligt 3,5 keer hoger dan de mondiale biocapaciteit per capita (het eerlijke aandeel van 1,8 gha⁷ (zie Tabel 9)). Als iedereen zou leven zoals een Vlaming, hebben we dus meer dan 3 planeten nodig. Als we kijken naar de bioproductiviteit van Vlaanderen, dan is de situatie nog ernstiger, want de Vlaamse biocapaciteit per capita bedraagt slechts 1,3 gha. Met andere

⁷ Volgens GFN bedroeg de biocapaciteit in 2005 2,1 gha/cap. Vermoedelijk was dat een overschatting, want nieuwe en oudere edities van de NFA spreken van 1,8 gha/cap. Vandaar dat we deze laatste waarden hier genomen hebben (zie GFN, 2006, GFN, 2008a, GFN 2009a).

woorden: de Vlaamse vraag naar biocapaciteit (de voetafdruk) is 5 keer groter dan het Vlaamse aanbod. Vlaanderen heeft een ecologisch deficit (consumptievoetafdruk min Vlaamse biocapaciteit) van meer dan 30 miljoen gha. Via handel (netto import) importeert Vlaanderen een voetafdruk van zo'n 10 miljoen gha. Dit maakt Vlaanderen als regio kwetsbaar, omdat enerzijds de biocapaciteit overschreden wordt en anderzijds Vlaanderen sterk afhankelijk is van buitenlandse biocapaciteit. De volgende tabel vat deze gegevens samen.

Tabel 9: Vergelijking Vlaanderen met de wereld

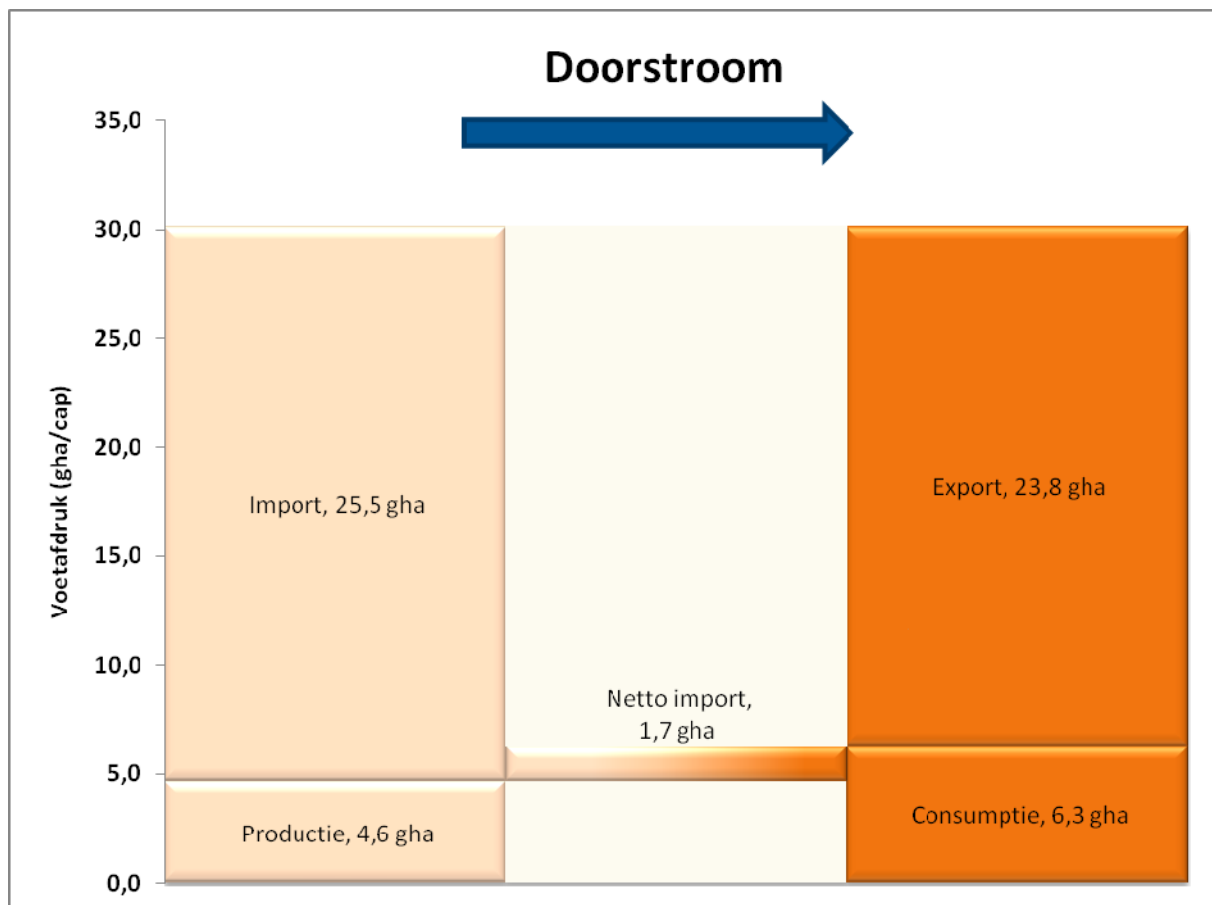
	Vlaanderen [gha]	Wereld (2005) [gha]
Ecologische reserve	-30.311.189	-4.082.670.718
Netto handel (import min export)	10.038.724	-
Voetafdruk per capita	6,3	2,7
Biocapaciteit per capita	1,3	1,8
Vraag/aanbod verhouding (voetafdruk/biocapaciteit)	4,9	1,5
Verhouding als iedereen zou leven conform een Vlaamse consumptiestijl	3,5	-

Bron: Ecolife (2010), GFN (2008)

6.1.3. Doorstroom van hulpbronnen

Daar de ecologische voetafdruk het gebruik van hulpbronnen (grond, energie en hernieuwbare materialen) meet in één eenheid (gha), en daar we gebruik maken van een macro-economische beschrijving (met productie, import, export en consumptie), kunnen we de Vlaamse voetafdrukrekening gebruiken om de doorstroom van hulpbronnen in kaart te brengen. Deze doorstroom van hulpbronnen geeft weer hoeveel hulpbronnen via productie en import (inputzijde) stromen naar finale consumptie en export (exportzijde). Figuur 2 laat de doorstroom van hulpbronnen zien.

Figuur 2: Doorstroom van hulpbronnen volgens het voetafdrukconcept (Vlaanderen 2004)



Totale voetafdruk (van alle landgebruiktypes samen), volgens productie, import, export en consumptie.

Bron: Ecolife (2010)

We merken op dat zowel de importvoetafdruk als de exportvoetafdruk van Vlaanderen relatief groot zijn in vergelijking met productie en consumptie. De onzekerheid op de consumptievoetafdruk wordt bijgevolg heel sterk bepaald door de foutenmarge op de import- en exportwaarden. Een onder- of overschattingfout van bv. 10% op de import (2,5 gha/cap) kan een fout van 40% ($=2,5/6,3$) op de consumptie geven. De grootte van die foutenmarges op import en export is echter niet bekend. Vandaar dat we geen onzekerheidsmarges voor de ecologische voetafdruk kunnen bepalen.

6.1.4. Import-export van hernieuwbare materialen en energie

Uit Tabel 7 blijkt dat Vlaanderen een netto-importeur is wat de voetafdruk wat hernieuwbare materialen betreft (akkerland, bosland, graasland en visland). Dat wil zeggen dat Vlaanderen voor hernieuwbare materialen relatief sterk van andere regio's afhankelijk is. Het energieland daarentegen heeft een netto-export, wat wil zeggen dat Vlaanderen een exporteur is van energie-intensieve producten (chemische producten zoals polymeren, bewerkte metaalproducten zoals machines,...).

We merken wel op dat Vlaanderen ook veel energiedragers (fossiele brandstoffen, uranium en elektriciteit) importeert. De netto-export van energieland (door netto-export van energie-intensieve producten) wordt dus voor een groot deel mogelijk gemaakt doordat Vlaanderen energiedragers importeert en die energie gebruikt om energie-intensieve producten te fabriceren. Het energieland binnen de productievoetafdruk van Vlaanderen is dus voor een groot deel afkomstig van geïmporteerde energiedragers. Met andere woorden: ook wat energieland betreft, is Vlaanderen erg kwetsbaar gezien haar afhankelijkheid (grote import van energiedragers) van andere regio's.

6.1.5. Externe en interne ecologische voetafdruk van hernieuwbare materialen

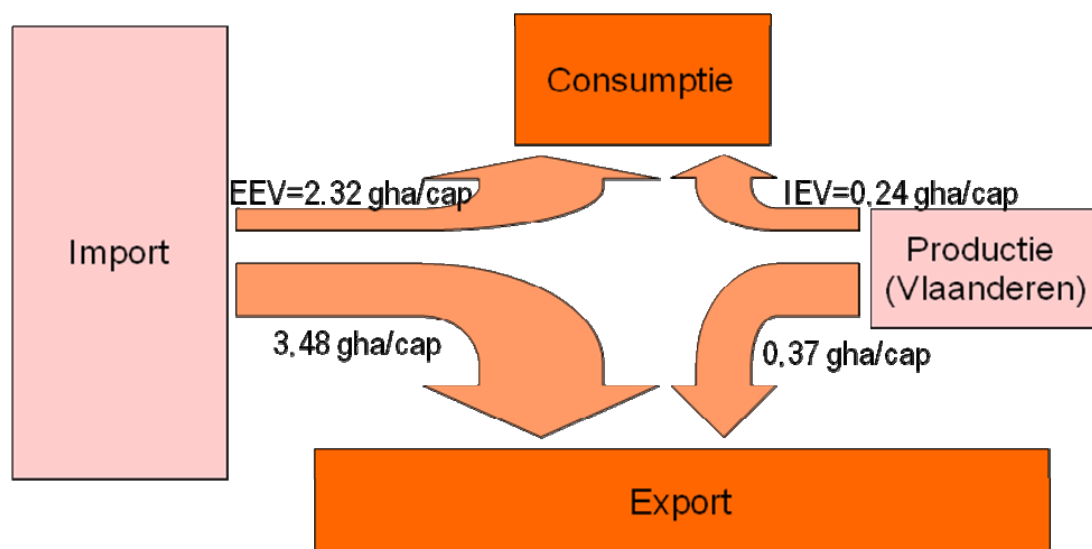
Zoals vermeld is Vlaanderen sterk afhankelijk van andere regio's in het gebruik van hernieuwbare materialen. Naar analogie met het concept van de externe watervoetafdruk (Hoekstra & Chapagain, 2008), kunnen we ook spreken van de externe ecologische voetafdruk van hernieuwbare materialen.⁸

De consumptievoetafdruk van hernieuwbare materialen kan worden opgesplitst in een interne en een externe voetafdruk.

- De **interne ecologische voetafdruk** van hernieuwbare materialen (IEVher) is de voetafdruk van de *Vlaamse* productie die bestemd is voor Vlaamse consumptie.
- De **externe ecologische voetafdruk** van hernieuwbare materialen (EEVher) is de *importvoetafdruk* bestemd voor Vlaamse consumptie. De externe ecologische voetafdruk geeft dus de bioproductieve oppervlakte buiten Vlaanderen weer die gebruikt wordt voor Vlaamse consumptie van hernieuwbare materialen.

Van de input-zijde (import plus productie) bedraagt de importvoetafdruk van hernieuwbare materialen 90%. Indien we aannemen⁹ dat alle producten (van interne productie plus import) op dezelfde markt komen waarbij herkomst geen rol speelt in de consumptiekeuzes, vormt deze 90% een schatting van het aandeel van de Vlaamse consumptievoetafdruk die zijn oorsprong buiten Vlaanderen heeft (dus afkomstig van hernieuwbare materialen van buiten Vlaanderen). Met andere woorden: 90% van wat de Vlaming aan hernieuwbare materialen consumeert, zou dan van import afkomstig zijn. Van de totale consumptievoetafdruk van hernieuwbare materialen (2,6 gha/cap) bekomen we dus een EEVher van 2,3 gha/cap en een IEVher van 0,24 gha/cap. Dat wil dus zeggen dat een Vlaming gebruik maakt van 0,25 gha Vlaamse biocapaciteit en 2,3 gha niet-Vlaamse biocapaciteit om in zijn behoeften aan hernieuwbare materialen te voorzien. (zie Figuur 3). De EEV en de IEV zijn de bovenste twee pijlen in die figuur.

Figuur 3: Schatting van de externe en interne ecologische voetafdruk van hernieuwbare materialen (Vlaanderen, 2004).



De externe ecologische voetafdruk van hernieuwbare materialen bedraagt 2,3 gha/cap. 3,5 gha/cap van de import is bestemd voor export. De interne productie bestemd voor export bedraagt 0,37 gha/cap.

Bron: Ecolife (2010)

⁸ Wat bouwland betreft is er geen externe voetafdruk, omdat de methodologie geen rekening houdt met de handel in bouwland. Ook van energieland kunnen we geen externe voetafdruk bepalen, omdat CO₂-emissies in Vlaanderen wereldwijd worden geabsorbeerd door bossen, en omdat Vlaanderen zowat alle energiedragers importeert. Met andere woorden: de externe ecologische voetafdruk van energieland zou ongeveer 100% bedragen.

⁹ Deze aanname wordt soms gemaakt in studies over de watervoetafdruk van een regio (Hoekstra & Chapagain, 2008). Volgens deze veronderstelling zou dan ook het aandeel van productie bestemd voor consumptie gelijk zijn aan het aandeel van import bestemd voor consumptie.

6.1.6. Belangrijkste producten en grondstoffen

Tot slot van onze bespreking van de algemene resultaten geven we aan welke productgroepen en grondstoffen het grootste aandeel hebben in de verschillende landgebruiktypes, zowel voor productie, netto-import en consumptie. We merken nog op dat de IO-methode beter dan de NFA-methode geschikt is om voetafdrukken toe te kennen aan consumptie-activiteiten. Onderstaande conclusies voor de consumptievoetafdrukken zijn dus nog erg hypothetisch.

Akkerland en grasland

- **Productie.** In vergelijking met de productievoetafdruk van akkerland (0,48 gha/cap) is de productievoetafdruk van grasland vrij klein: 0,05 gha/cap. Voor akkerland zijn er drie opvallende uitschieters: tarwe heeft een voetafdruk van 0,10 gha/cap, voedermaïs komt op de tweede plaats met 0,07 gha/cap, en aardappelen op de derde plaats met 0,05 gha/cap.
- **Netto-import.** Vlaanderen is een netto-importeur van akkerland (1,4 gha/cap) en grasland (0,13 gha/cap). Net zoals bij de productie is ook bij netto-import de voetafdruk van grasland tien keer kleiner dan die van akkerland. En net zoals bij productie scoort ook hier tarwe het hoogst, met een netto-import van 0,35 gha/cap. Op de tweede plaats komen sojaproducten (sojabonen, -olie, -meel en -saus) met 0,23 gha/cap. Ook opvallend is de netto-import van olierijke producten: palmvruchten en palmolie (0,09 gha/cap), raapzaad/koolzaad en raapzaad/koolzaadolie (0,15 gha/cap), lijnzaad en lijnzaadolie (0,06 gha/cap) en zonnebloem/olie (0,10 gha/cap) zijn samen verantwoordelijk voor 0,4 gha/cap. Op het vlak van netto-export zien we dat Vlaanderen voornamelijk een exporteur is van veeteeltproducten (netto-export van 0,29 gha/cap). Dit komt voornamelijk door de netto-export van varkensvlees met 0,32 gha/cap.
- **Consumptie.** Hoewel we met de NFA-methode geen exacte voetafdrukwaarden van consumptieproducten kunnen bepalen, blijkt uit bovenstaande bespreking van productie en netto-import dat Vlaanderen een grote consument is van zetmeelproducten (aardappelen en granen zoals tarwe), olierijke producten (voornamelijk raapzaad/koolzaad, zonnebloemolie en palmolie) en veeteeltproducten. Uit de evolutie van de voetafdruk van België tussen 1961 en 2006 blijkt bovendien dat de netto-import van olierijke producten en veevoedergewassen (granen, bietpulp en soja) de afgelopen 50 jaar sterk gestegen is, evenals de teelt van voedermaïs (GFN, persoonlijke communicatie; GFN 2009a: NFA Belgium 1961-2006). In het licht van de lage consumptievoetafdruk van grasland (0,18 gha/cap, minder dan het wereldgemiddelde van 0,26 gha/cap) zien we dus een duidelijke tendens naar een hogere consumptie van dierlijke producten afkomstig van intensieve veeteelt. Intensieve veeteelt kenmerkt zich door een hoog gebruik van akkerland (voor voedermaïs, soja,...) en een laag gebruik van grasland. Wat de olierijke producten betreft, merken we op dat palmolie vaak gebruikt wordt in verwerkte voedingsproducten, detergenten, cosmetica en agrobrandstoffen. Ook koolzaad vindt een belangrijke toepassing als agrobrandstof.

Bosland

- **Productie.** De interne houtproductie in Vlaanderen (0,05 gha/cap) is relatief laag in vergelijking met de rest van België (gemiddelde voor België: 0,25 gha/cap).
- **Netto-import.** De netto-import van bosland voor Vlaanderen bedraagt 0,4 gha/cap. Voornamelijk de netto-import van papier en karton (0,17 gha/cap) valt op, evenals chemische houtpulp (0,14 gha/cap).
- **Consumptie.** Uit de som van productie en netto-import blijkt dat de boslandvoetafdruk van een Vlaming voornamelijk het gevolg is van het gebruik van papier en karton.

Visland

- **Productie.** De productievoetafdruk van visland is relatief klein (0,03 gha/cap). Atlantische kabeljauw zorgt voor het grootste aandeel met 0,01 gha/cap). Kabeljauw heeft een hoge voetafdruk (ongeveer 35 gha visland/ton) omdat het een soort is die hoog staat in de voedselketen (effectieve trofische positie: 4,4) en lage opbrengstwaarden heeft (0,01 ton/wha). Daar het Belgische deel van de Noordzee volledig grenst aan Vlaanderen, kunnen we kijken naar de evolutie van de Belgische productievoetafdruk over de periode 1961-2005 (GFN, persoonlijke communicatie). Die voetafdruk daalde sterk, omdat ten eerste het totale vangstcijfers (in ton gevangen vis) sterk daalde, en ten tweede voornamelijk de vangstcijfers van de vissoorten met een hoge voetafdruk (zoals Atlantische kabeljauw) het sterkst daalden. Zo daalde de vangst van kabeljauw met een factor 10 (15.000 ton in 1961, tegenover 1550 ton in 2006 – zie GFN 2009a: NFA Belgium 1961-2006).
- **Netto-import.** Enkel de netto-import van zalm (0,02 gha/cap) heeft enige relevantie. Volgens de Belgische NFA steeg de netto-import van visland de afgelopen 30 jaar, omdat de import van vis steeg (GFN 2009a: NFA Belgium 1961-2006)
- **Consumptie.** Het aandeel van visland in de totale voetafdruk van Vlaanderen is erg klein (1%, ofwel 0,05 gha/cap).¹⁰ Door de daling van de voetafdruk van productie en de stijging van netto-import voor België, is er slechts een lichte stijging van de Belgische consumptievoetafdruk van visland. Een gelijkaardige trend kan zich ook voordoen voor Vlaanderen.

Energieland

- **Productie.** De totale productie komt neer op 3,6 gha/cap. Hiervan is bijna één derde (1,1 gha/cap) toe te schrijven aan de directe emissies van de elektriciteitssector. 0,85 gha/cap komt van de industrie (waarbij de (petro)chemie verantwoordelijk is voor 0,4 gha/cap), het wegverkeer telt voor 1,34 gha/cap, de directe emissies van de huishoudens geeft 0,63 gha/cap, de dienstensector 0,3 gha/cap en de landbouwsector 0,15 gha/cap.
- **Netto-import.** In gewicht is Vlaanderen een netto-importeur van producten (volgens de volledige NC4-handelsdata voor het jaar 2004 was er een netto-import van bijna 60.000 Mton producten). Toch is Vlaanderen een netto-exporteur van energieland. Dat komt voornamelijk door de export van hoog energie-intensieve producten (machines, chemische producten, ...) en de import van lage energie-intensieve producten (ruwe materialen). De netto-export (de voetafdruk van export min import) van polymeren bedraagt zo'n 1,70 gha/cap, en is daarmee de grootste factor in de export van energieland. Dit wordt verklaard door de sterke chemische sector in Vlaanderen.
- **Consumptie.** Het is erg moeilijk om met de NFA-methode energieland toe te kennen aan consumptie-activiteiten. Daarvoor is de IO-methode beter geschikt.

Bouwland

- **Productie/consumptie.** De voetafdruk van bouwland bedraagt 0,39 gha/cap. 43% daarvan is woongebied, 31% zijn terreinen voor vervoer en telecommunicatie en 11% zijn nijverheidsgebouwen en terreinen.

6.2. Vergelijking van de resultaten met andere studies, regio's en methoden

6.2.1. Vergelijking energieland volgens NFA- en IO-methoden

De VITO heeft met behulp van een Vlaams Input-Outputmodel de import en export van energieland (CO₂-emissies) berekend. De resultaten en de vergelijking met de NFA-methode zijn weergegeven in Tabel 10.

¹⁰ Volgens de NFA-editie 2009/2010 (GFN, 2009a) is de Belgische consumptievoetafdruk van visland drie keer hoger dan volgens de NFA-editie 2008 (0,17 gha/cap tegenover 0,05 gha/cap). Dit heeft voornamelijk te maken met hogere opbrengstwaarden (ton/wha) van ingevoerde visproducten in de 2008-editie, waardoor de voetafdrukwaarden (gha/ton) van visproducten in de 2008-versie kleiner is dan in de 2009-versie. Met andere woorden, een herberekening van de Vlaamse voetafdruk van visland volgens de 2009/2010-editie zou resulteren in een hogere waarde.

Tabel 10: Vergelijking voetafdruk energieland NFA- en IO-methoden

	NFA- methode (Ecolife) [gha/cap]	IO-methode (VITO) [gha/cap]
Productie	2,56	2,56
Bunkers	0,12	0,12
Huishoudens	0,96	0,96
Import excl. elektriciteit	19,69	4,50
Import elektriciteit	-	0,52
Export	19,98	5,06
Consumptie (Vergelijking 16)	3,35	3,59

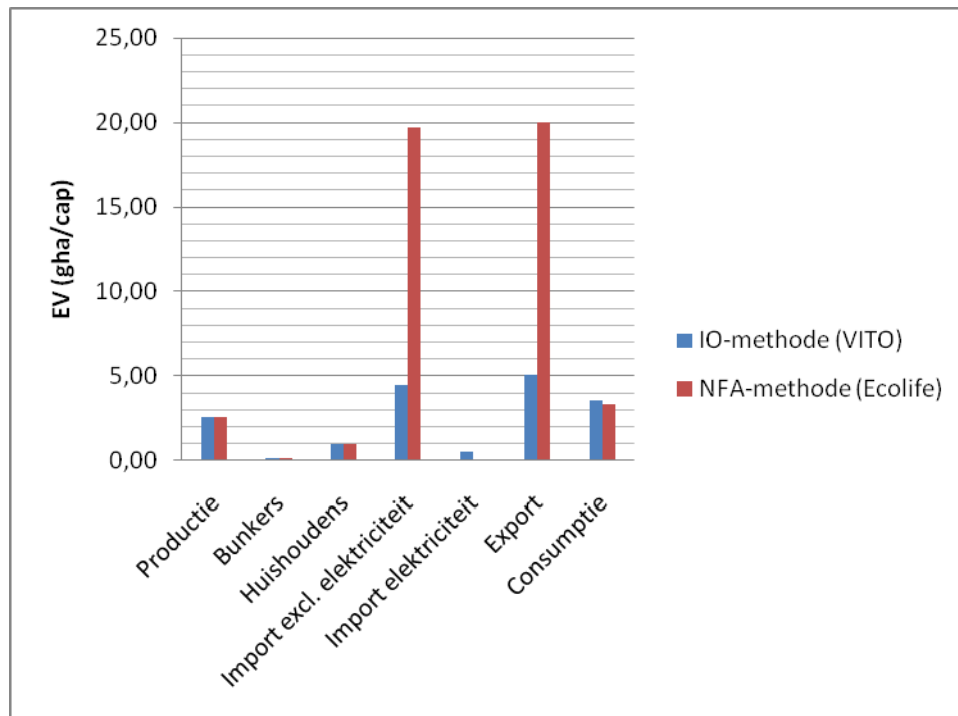
Bron: Ecolife (2010), VITO (2010)

De waarden van productie, bunkers en huishoudens is dezelfde voor beide methoden (zie 0 Berekening voetafdruk energieland). De methoden verschillen echter op vlak van de import en export. Wat opvalt, is dat de import-exportwaarden volgens de NFA-methode 4 keer hoger zijn dan bij de IO-methode. Toch is het totale consumptiecijfer ongeveer hetzelfde: het verschil bedraagt slechts 7%. In beide berekeningen is de export iets hoger dan de import (zoals vermeld in 0 houdt de IO-methode ook rekening met de import van elektriciteit).

We willen er hier nog aan herinneren dat zoals in sectie 5.1.1 vermeld, slechts zo'n 85% van de totale import- en exportgewicht in rekening werd genomen in de NFA voor Vlaanderen, omdat niet alle producten van de NC4-handelsdata konden worden toegekend aan de productcategorieën van de NFA. Dit geeft waarschijnlijk nog een kleine onderschatting van de import-exportvoetafdrukken volgens de NFA-methode.

Het IO-model van de VITO maakt ook gebruik van de NC4-data van de Nationale Bank, maar dan in monetaire eenheden in plaats van fysieke eenheden, en voor het jaar 2000 in plaats van 2004. Dit maakt vergelijking moeilijk. In het kader van het opstellen van een milieu-input-outputmodel voor Vlaanderen heeft het Federaal Planbureau monetaire input-outputtabellen voor Vlaanderen voor het jaar 2003 geconstrueerd. Die zijn afgeleid van de Vlaamse aanbod- en gebruikstabellen, die zelf via top-downmethodes, uitgaande van de regionale rekeningen en de Belgische aanbod- en gebruikstabellen, opgesteld (Avonds en Vandille, 2008) De emissies van de verschillende economische sectoren werden opgenomen in het model. De IO-resultaten op basis van het Vlaamse milieu-input-outputmodel zouden bijgevolg geen onderschattingen mogen zijn zoals bij de NFA-methode wel het geval is.

Figuur 4: Vergelijking voetafdruk energieland NFA- en IO-methoden



Bron: Ecolife, VITO (2010)

Voor het verschil tussen de import-exportwaarden volgens de NFA- en de IO-methode zien we volgende drie mogelijke verklaringen.

- Een deel van de verklaring is het feit dat de NFA-methode gebruik maakt van een hoge waarde voor de CO₂-intensiteit van energie. De NFA-methode maakt gebruik van wereldgemiddelde elektriciteitsproductie met een waarde van 0,14 kg CO₂/MJ. Ter vergelijking heeft aardolie een CO₂-intensiteit van 0,07 kg/MJ. Met andere woorden: dit gegeven kan hoogstens een overschatting met een factor twee opleveren voor productcategorieën die niet geproduceerd worden met elektriciteit maar wel met aardolie. Dit is dus geen afdoende verklaring voor de factor vier tussen de NFA- en de IO-methode.
- Een tweede element dat kan meespelen is dat de LCA-waarden voor de indirecte energie-inhouden die gebruikt worden in de NFA-methode onvoldoende geactualiseerd zijn en onvoldoende specifiek zijn voor de Vlaamse context. Indien er bv. energie-efficiëntieverbeteringen voor de productie van sommige importproducten zijn, zouden de huidige indirecte energie-inhouden lager zijn. Met andere woorden: mogelijks zijn de IEI-waarden in de NFA-methode te hoog.
- Een derde mogelijke verklaring ligt in de systeemgrenzen van de LCA's waarop de NFA-methode zich baseert. Het zou kunnen dat de IEI-waarden in de NFA hoog zijn omdat de scope van de LCA's erg uitgebreid is (met kans op dubbeltelingen).

Deze drie elementen kunnen ervoor zorgen dat de voetafdrukintensiteiten (gha/ton) van de import- en exportproducten overschat worden. Kijken we bv. naar de netto-export van polymeren (1,7 gha/cap), dan blijkt die waarde hoger te zijn dan de som van de energievoetafdruk van de energie- en petrochemische sectoren in Vlaanderen (samen hebben deze sectoren een productievoetafdruk van 1,5 gha/cap).¹¹ De voetafdruk van import-export wordt dus mogelijks ernstig overschat. Het is onduidelijk of bovenstaande drie verklaringen afdoende zijn.

¹¹ We moeten hier wel bij vermelden dat Vlaanderen 0,9 gha/cap aan koolwaterstoffen importeert, en dat een deel van deze koolwaterstoffen gebruikt worden om polymeren van te maken. Een deel van het energieland van geëxporteerde polymeren komt dus van energieland van geïmporteerde koolwaterstoffen.

Een gelijkaardige vergelijking tussen de NFA-methode en de IO-methode (met een multiregionaal IO-model) voor de berekening van import en export van energieland werd uitgevoerd door het Stockholm Environment Institute (SEI) voor het Verenigd Koninkrijk (Wiedmann, 2009). De opvallende conclusie van die studie is dat de totale import en exportvoetafdrukken tussen de twee methoden niet zo veel verschillen: de IO-methode heeft een import 4% lager dan de NFA-methode, en een export 7% hoger. De studie wijst wel op het feit dat de onderverdeling in economische sectoren wel grote verschillen laat zien. Dat komt omdat de NFA-methode geen voetafdrukwaarden kan toekennen aan handel in diensten (voornamelijk transportdiensten), terwijl het IO-model wel dienstensectoren bevat. De studie bespreekt vervolgens verdere verschillen tussen de twee methoden: de NFA-methode gebruikt wereldgemiddelde CO₂-intensiteiten terwijl de IO-methode rekening houdt met de CO₂-intensiteiten van drie verschillende regio's in de wereld. De NFA-methode maakt gebruik van oudere en landenspecifieke factoren voor de indirecte energie-inhoud van producten, terwijl het IO-model factoren berekent die bij het referentiejaar en de referentie-economie horen. Deze verschillen zijn niet afdoende om bovenstaande discrepantie tussen de twee methoden voor de Vlaamse voetafdrukberkening te verklaren. We merken wel op dat de studie van het SEI nog werkt met een oudere NFA-editie 2006, die gebruik maakt van lagere CO₂-intensiteiten van energie (0,07 kg CO₂/MJ, tegenover 0,14 kg CO₂/MJ volgens de NFA-editie 2008).

6.2.2. Vergelijking met andere studies en regio's

6.2.2.1. Vergelijking met België (GFN)

Daar de voetafdruk per capita wordt uitgedrukt, kunnen we de resultaten voor Vlaanderen vergelijken met die van België (GFN, 2008a), volgens een verdeelsleutel gebaseerd op de bevolkingscijfers. Vlaanderen telde eind 2004 6.043.000 inwoners, en België telde 10.419.000 inwoners, zodat de verhouding 0,58 kan gebruikt worden om de voetafdruk per capita van Vlaanderen te vergelijken met die van België.

Volgens de National Footprint Accounts van België (GFN, 2008a) bedraagt de voetafdruk van een gemiddelde Belg 5,1 gha. Aangezien de voetafdruk van een Vlaming geraamd werd op 6,3 gha, zou men kunnen concluderen dat Wallonië en Brussel een lage voetafdruk hebben. We moeten echter voorzichtig zijn met deze conclusie. Dat de Vlaamse waarden hoger liggen dan de GFN waarden voor België, heeft voornamelijk een methodologische verklaring, namelijk de gebruikte data van import en export. De data die GFN gebruikt (UN COMTRADE en FAOSTAT) zijn minder specifiek dan de gegevens van de Nationale Bank, en de berekening van de voetafdruk van Vlaanderen is gebaseerd op die van de Nationale Bank (de NC4 database).

De totale import en export (in ton per capita) van Vlaanderen (volgens de NC4 database) liggen ongeveer 30% hoger dan de waarden voor België (volgens de COMTRADE database). Als we bijgevolg de import- en exportvoetafdrukken van België (volgens GFN, editie 2008, datajaar 2005) en Vlaanderen (datajaar 2004) vergelijken, merken we dat de waarden voor Vlaanderen (in gha/capita) resp. 33% en 29% hoger liggen dan de waarden van België.

De Vlaamse productievoetafdruk is 7% hoger dan de Belgische productievoetafdruk. Dit is vooral het gevolg van de relatief meer bebouwing¹² en hogere CO₂-emissies in Vlaanderen dan in België. Vlaanderen heeft in vergelijking met België een hoge CO₂-intensiteit in de elektriciteitssector en de (petro)chemische sector. Daardoor is de voetafdruk per capita van energieland en bouwland in Vlaanderen hoger dan in de rest van België.

Dit alles heeft als resultaat dat de consumptievoetafdruk van Vlaanderen 23% hoger ligt dan de GFN-waarde voor België (zie ook 6.2.2).

¹² Wat bouwland betreft, zou het kunnen dat het verschil tussen Vlaanderen en België niet reëel is, omdat in de voetafdrukberkeningen voor Vlaanderen en België gebruik gemaakt werd van verschillende bronnen voor landgebruik. Uit gegevens van ADSEI blijkt dat de oppervlakte bouwland per capita voor Vlaanderen slechts 1% hoger ligt dan voor België. Met andere woorden, mogelijks is de CORINE data voor bouwland die gebruikt wordt in de Belgische NFA een onderschatting.

Tabel 11: Verhouding voetafdruk/capita Vlaanderen (volgens Ecolife) en België (volgens GFN)

Productie	Import	Export	Consumptie
+7%	+33%	+29%	+23%

De percentages geven de verhouding tussen de voetafdrukwaarden (in gha/cap) van Vlaanderen tegenover België weer. De Vlaamse productievoetafdruk per capita is 7% hoger dan de Belgische productievoetafdruk.

Bron: Ecolife (2010)

6.2.2.2. Vergelijking met CDO en andere studies

In dit deel vergelijken we de resultaten van het voorliggende onderzoek (volledige voetafdrukrekening van Vlaanderen voor het datajaar 2004) met drie andere studies.

- In 2005 berekende het Centrum voor Duurzame Ontwikkeling (CDO) de voetafdruk van hernieuwbare materialen (MIRA, 2005). Belangrijk is dat de studie van het CDO gebruik maakte van de methode volgens de NFA, editie 2005/2006 (zie GFN, 2006), terwijl het voorliggende onderzoek van Ecolife gebruik maakt van de NFA, editie 2008 (zie GFN, 2008a).
- de GFN berekeningen voor België plus Luxemburg voor het datajaar 2003 (GFN, 2005) en
- de GFN berekening voor België voor het datajaar 2005 (GFN, 2008a).

De volgende tabel vat de resultaten van de vier studies samen.

Tabel 12: Vergelijking van de consumptievoetafdruk (gha/cap) volgens verschillende studies

Studie	CDO	GFN	GFN	Ecolife
Datajaar	2002	2003	2005	2004
Regio	Vlaanderen	Bel+Lux	België	Vlaanderen
Akkerland	1,30	0,91	1,44	1,88
Graasland		0,17	0,18	0,18
Visland	0,44	0,24	0,03	0,05
Bosland	0,22	0,33	0,60	0,46
Energieland		2,75	2,51	3,28
Bouwland		0,34	0,38	0,47
Totaal		4,74	5,14	6,32

Bron: Ecolife (2010), GFN (2006, 2008a), MIRA (2005)

De gecursiveerde waarden verwijzen naar de vroegere voetafdrukmethodologie die GFN hanteerde (de NFA-editie 2006), de niet-gecursiveerde waarden zijn gebaseerd op de nieuwe GFN-methodologie (NFA-editie 2008). Die verschillende methodologie kan een deel van de verschillen verklaren. We bespreken de voornaamste verschillen per landgebruiktype.

Akkerland en graasland:

- CDO 2002 heeft hogere waarde dan GFN 2003, omdat het CDO de voetafdruk van akkerland en graasland als één geheel heeft berekend.
- Ecolife 2004 en GFN 2005 hebben hogere waarden dan GFN 2003 en CDO 2002, omwille van de andere methodologie: de nieuwe NFA-editie rekent een braaklandtaks door van 22% in plaats van 11%. Verder zijn er kleine veranderingen in opbrengstwaarden en andere productie-, import- en exportdata. Dit heeft als voornaamste gevolg dat de exportvoetafdruk volgens GFN 2003 hoger ligt, wat de consumptievoetafdruk doet dalen.
- Ecolife 2004 heeft hogere waarde dan GFN 2005, omwille van meer nauwkeurige handelsdata (zie 6.2.2.1).

Visland

- CDO 2002 heeft een hogere waarde dan GFN 2003, omwille van hogere bijvangstcijfers en andere productie- en handelscijfers. Voor de productie van visland werd een andere methodologie gebruikt dan GFN om de bijvangst in rekening te brengen (CDO hanteerde de specifieke bijvangstgegevens voor Belgische visvangst, volgens het Departement Zeevisserij van het Centrum voor Landbouwkundig Onderzoek, UGent). Daardoor is de productievoetafdruk voor visland volgens CDO 5 keer hoger dan in GFN 2003 (0,30 gha/cap ipv 0,06 gha/cap).
- GFN 2005 en Ecolife 2004 hebben lagere waarden dan GFN 2003 en CDO 2002, omwille van veel hogere opbrengstwaarden (de nieuwe NFA-editie 2008 heeft opbrengstwaarden die 4,7 keer hoger zijn dan de vorige NFA-editie) en meer gedetailleerde opsplitsing in productgroepen (GFN 2003 werkte met 8 categorieën van vis en zeevruchten, terwijl de onderverdeling volgens de nieuwe NFA editie 2008 veel fijner is). In GFN 2003 was het tonnage import ook dubbel zo groot als in GFN 2005, terwijl het tonnage export ongeveer hetzelfde bleef.
- Ecolife 2004 heeft een hogere waarde dan GFN 2005, want de productie per capita in Vlaanderen is hoger dan de productie per capita voor België (dat is omdat Wallonië en Brussel geen marien gebied hebben) en de netto-import van visproducten per capita is voor Vlaanderen en België ongeveer hetzelfde. Daar productie hoger ligt en netto-import hetzelfde is, is consumptie in Vlaanderen hoger.

Bosland

- CDO 2002 heeft een lagere waarde dan GFN 2003, omwille van veel lagere houtproductie in Vlaanderen, terwijl het verschil tussen import en export klein blijft. Wel gebruikte het CDO andere opbrengstwaarden zodat import- en exportvoetafdrukken van hout volgens CDO drie keer zo hoog liggen als GFN 2003.
- GFN 2005 en Ecolife 2004 hebben hogere waarden dan GFN 2003 en CDO 2002, omwille van andere opbrengstwaarden, met als gevolg dat de importvoetafdruk steeg en de exportvoetafdruk daalde.
- Ecolife 2004 heeft een lagere waarde dan GFN 2005, omdat de productie van hout in Vlaanderen slechts 13% van die in België (volgens GFN 2005) bedraagt. Men zou verwachten dat Vlaanderen per capita relatief meer houtland importeert dan België per capita (omwille van houtimport uit Wallonië), maar de voetafdruk van import en export stijgt slechts lichtjes voor Vlaanderen.

Energieland

- CDO 2002 berekende de voetafdruk van energieland niet.
- Ecolife 2004 heeft hogere waarde dan GFN 2005, omdat de interne emissies in Vlaanderen (3,6 gha/cap) hoger liggen dan het Belgisch gemiddelde (3,1 gha/cap), en omdat de netto-export van energieland voor Vlaanderen (0,3 gha/cap) lager ligt dan voor België (0,6 gha/cap).

Bouwland

- CDO 2002 berekende de voetafdruk van bouwland niet.
- Ecolife 2004 heeft hogere waarde dan GFN 2005, omdat Vlaanderen relatief meer bebouwd is dan Wallonië. Merk op dat in de voetafdrukmethodologie er geen import/export van bouwland in rekening wordt genomen (in de zin van handel in 'virtueel' bouwland, door import/export van producten die relatief veel bouwland nodig hebben voor hun productie). Met andere woorden, het bouwland in een regio wordt volledig toegekend aan de consumptievoetafdruk van die regio.

Biocapaciteit

Wat de biocapaciteit betreft, zijn er minder verschillen tussen de vier studies. De totale biocapaciteit van Vlaanderen blijft ongeveer 1,3 gha/capita. De biocapaciteit van Vlaams akkerland (Ecolife 2004) is hoger dan het Belgische gemiddelde (GFN 2005). Bosland daarentegen vertoont de omgekeerde tendens. Vlaams visland heeft vanzelfsprekend een hogere biocapaciteit dan het Belgisch gemiddelde, omdat Wallonië geen visland heeft. Tot slot is de Vlaamse biocapaciteit van bouwland

per capita hoger dan het Belgische gemiddelde, omdat Vlaanderen meer bebouwd is¹³, en ook omdat de potentiële bioproductiviteit van bouwland per definitie gelijk is aan die van akkerland.

Tabel 13: Vergelijking van de biocapaciteit (gha/cap) volgens verschillende studies

Studie	CDO	GFN	GFN	Ecolife
Datajaar	2002	2003	2005	2004
Regio	Vlaanderen	Bel+Lux	België	Vlaanderen
Akkerland	0,40	0,40	0,40	0,66
Grasland		0,04	0,12	0,05
Visland	0,02	0,01	0,05	0,10
Bosland	0,16	0,41	0,23	0,09
Bouwland		0,34	0,38	0,39
Totaal		1,20	1,18	1,29

Bron: Ecolife (2010), GFN (2006, 2008), MIRA (2005)

7. Knelpunten en verbetermogelijkheden

In dit hoofdstuk willen we enkele knelpunten en verbetermogelijkheden wat betreft dataverzameling en vergelijkbaarheid met andere regio's, studies en datajaren aanstippen. Wat data betreft, bespreken we de knelpunten van resp. de handelsgegevens (7.1) en de productie (7.2).

7.1. Data van handel

Omdat de voetafdrukken van import en export veel groter zijn dan die van productie en consumptie, is voornamelijk de betrouwbaarheid van de import-exportdata van en naar Vlaanderen van belang. Een relatief kleine fout op de handelsdata kan een relatief grote fout op het eindresultaat genereren (zie sectie 6.1.3). De data van de Nationale Bank zijn het meest geschikt om de Vlaamse voetafdruk te berekenen. Daarom werd in overleg met de VMM de NC4 database van de Nationale Bank gebruikt voor de Vlaamse voetafdrukberkening. Er zijn twee (relatief kleine) minpunten aan het gebruik van deze NC4-database.

- Wat het **akkerland** betreft, bevat de NC4 database minder categorieën van akkerbouwproducten dan de TRADESTAT database van het FAO (volgens de HS 2002 codes). De NFA-berekening van akkerland maakt gebruik van deze HS 2002 codes. Dat wil zeggen de NFA meer categorieën bevat dan de gebruikte NC4 database voor Vlaanderen. Bv. de NC4 code 0708 (peulvruchten) wordt volgens HS 2002 verder onderverdeeld in subcategorieën erwten, groene bonen, sperziebonen en overige peulvruchten. In de voetafdrukberkening voor Vlaanderen werd dit probleem verholpen door de Belgische NFA (datajaar 2005) te gebruiken om de NC4 categorieën verder op te splitsen naar de HS subcategorieën. Bv. de Belgische import van erwten en groene bonen bedroeg resp. 41% en 48% van de totale import van peulvruchten, en er werd dan verondersteld dat de Vlaamse import ook deze percentages hebben. We vermoeden daarom dat een verdere mate van detaillering van de NC4-database geen significante invloed zou hebben op het eindresultaat.¹⁴
- Wat het **energieland** betreft, is de NC4-code verschillend van de SITC-code die gebruikt wordt in de NFA. Dit heeft tot gevolg dat we manueel (op basis van beschrijving) de NC4-categorieën moeten toekennen aan de SITC-categorieën. Dit bleek haalbaar te zijn voor zo'n 85% (in gewicht) van de totale import en export. Daar er dubbel zoveel NC4-categorieën dan SITC-categorieën zijn

¹³ Zoals reeds opgemerkt, zou dat verschil in bouwland/capita ook te wijten kunnen zijn aan het gebruik van verschillende databronnen.

¹⁴ Uit een ruwe gevoeligheidsanalyse waarbij we de toegepaste verdeling lieten variëren (bv. Vlaamse import van erwten laten variëren van 0% tot 100% van de totale import van peulvruchten), bleek dat de voetafdruk op de import en exportwaarde van akkerland met maximum 10% varieerde.

(1250 tegenover 625), is de NC4-database voldoende gedetailleerd om te gebruiken in de voetafdrukrekeningen voor Vlaanderen.

7.2. Data van productie

De **productievoetafdruk van akkerland** duidt op een onderschatting, omdat de productie op akkerland met natuur- en milieudoelen niet in rekening werd gebracht. Bij de berekening van de opbrengsten van akkerland, werd in overleg met de VMM gebruik gemaakt van de gegevens van de ADSEI (landbouwtelling). De optelsom van alle productieoppervlakten die in de Vlaamse voetafdrukrekening opgenomen werden (dus alle oppervlaktes waarvoor overeenkomende opbrengstgegevens beschikbaar zijn), bedraagt 387.524 ha. Dit komt overeen met de landgebruikgegevens volgens de ADSEI (399.908 ha). De mate van detaillering van de ADSEI-productiecijfers is dus voldoende wat akkerland voor productie betreft. Dat impliceert wel dat enkel de productieve akkerlandgegevens in rekening werden genomen, en niet het akkerland met natuur- en milieudoelen. Het is erg moeilijk om die extra akkerlandgegevens in rekening te brengen met de huidige methodologie, omdat de opbrengst per hectare op akkerland met natuurdoelen lager zal liggen dan op productief akkerland, en dit zou de opbrengstfactor negatief kunnen beïnvloeden.

De **productievoetafdruk van visland** in het Vlaamse binnenland, is gebaseerd op een eindverhandeling over hengelsport (Vandecruys, 2004). Die studie becijfert de totale Vlaamse opbrengst van binnenlandse visvangst op 1.204 ton/jaar. Dat is meer dan twee keer hoger dan het cijfer dat GFN gebruikt in de NFA voor gans België (gebaseerd op de FISHSTAT database van het FAO). Dit geeft te denken over de betrouwbaarheid van deze gegevens (het is onduidelijk welke bron het betrouwbaarste is). Daar de productievoetafdruk van binnenlands visland relatief klein is vergeleken met de totale voetafdruk, heeft deze onbetrouwbaarheid slechts weinig impact op het totale eindresultaat.

7.3. Vergelijkbaarheid met de rest van België en andere datajaren

Vergelijkbaarheid tussen Vlaanderen en de rest van België

Momenteel kunnen we de Vlaamse voetafdruk niet op uniforme wijze vergelijken met de regio's Wallonië en Brussel, omdat er nog geen voetafdrukberekeningen van Wallonië en Brussel werden gemaakt die gebruik maken van dezelfde (vergelijkbare) databronnen (bv. de NC4-handelsdata van de Nationale Bank). Men kan ook niet zomaar de Belgische NFA (GFN, 2008a) gebruiken om de voetafdruk te verdelen over Vlaanderen en de rest van België, omdat de COMTRADE en FAOSTAT databases in de Belgische NFA niet vergelijkbaar zijn met de handelgegevens van de Nationale Bank. Evenmin kan men de Vlaamse voetafdrukberekening vergelijken met de ADSEI berekening voor België (Janssen 2008), omdat die laatste berekening nog (deels) gebruik maakt van de oudere NFA-editie 2006 en niet van de editie 2008 die gebruikt werd in deze studie.

Vergelijkbaarheid tussen verschillende datajaren

In dit onderzoek werd voor de eerste keer de volledige voetafdruk van Vlaanderen berekend, voor het datajaar 2004. Om de evolutie van de Vlaamse voetafdruk te bestuderen, zijn in principe voetafdrukberekeningen voor andere datajaren nodig. Wat de import-exportcijfers betreft, heeft de Nationale Bank gegevens volgens nationaal concept (NC4) beschikbaar vanaf het datajaar 2002. Voor vroegere datajaren kan men gebruik maken van de gegevens volgens communautair concept, zoals gebruikt in de CDO-studie (zie MIRA, 2005).

Tot slot herinneren we eraan dat GFN om de twee jaar haar methodologie bijstelt. Met deze tweejaarlijkse herziening moeten we rekening houden bij het vergelijken van de ecologische voetafdruk over verschillende datajaren. Zo is de CDO-studie gebaseerd op de NFA-editie 2006, en zijn er nogal wat aanpassingen gebeurd in de nieuwere NFA-editie 2008. De komende NFA-editie 2010 (GFN, 2009b) zal minder aanpassingen kennen (de belangrijkste aanpassing is dat enkele opbrengstwaarden geüpdate werden). Het is mogelijk om de totale voetafdruk van Vlaanderen voor het datajaar 2004 te herberekenen volgens deze nieuwe NFA-editie 2010.

8. Conclusies

8.1. Aanbevelingen methodologie

De voetafdruk van een regio kan op verschillende manieren berekend worden. Hierbij zijn de NFA-methode en de IO-methode de twee interessantste methoden. De beschikbare data van productie en handel zijn geschikt om de NFA-methode (volgens editie 2008) te volgen. Wat de IO-methode betreft is het enkel mogelijk om het energieland gedeelte te berekenen. De IO-methode heeft potentieel sterke voordelen qua nauwkeurigheid, maar voorlopig is het advies van deze studie om de NFA-methode te volgen in rapporteringen over de voetafdruk. Dit omwille van vergelijkbaarheid met andere regio's (de NFA-methode is voorlopig de internationale standaard om voetafdrukken van regio's te berekenen). Hoewel de IO-methode nog niet aangewezen is, kan het Vlaamse IO-model (Bilsen et al, 2010) wel gebruikt worden voor een IO-analyse, waarbij de resultaten van de NFA-methode gebruikt worden om voetafdrukken toe te kennen aan economische sectoren evenals aan consumptieactiviteiten. In fase twee van voorliggend onderzoek (uitvoerder: VITO) zal de koppeling met het IO-model gebeuren en zullen IO-analyses worden uitgevoerd.

8.2. Wat zijn de belangrijke sturende factoren?

In hoofdstuk 6.1.6 bespraken we de producten die de grootste voetafdruk hebben qua productie en netto-import. Aan de hand van die inzichten kunnen we belangrijke sturende factoren onderzoeken. We overlopen eerst de algemene/autonome sturende factoren, en vervolgens bespreken we de belangrijkste sturende factoren per landgebruikstype.

8.2.1. Algemene sturende factoren.

Allerlei autonome ontwikkelingen bepalen mee de ecologische voetafdruk van Vlaanderen. Ontwikkelingen op internationaal niveau zijn slechts ten dele en onrechtstreeks vanuit Vlaanderen beïnvloedbaar. We bespreken hier bondig de belangrijkste factoren die mee de ecologische voetafdruk van Vlaanderen beïnvloeden. Voor uitvoerige toelichting verwijzen we naar andere MIRA-achtergronddocumenten (www.milieurapport.be).

Geografische ligging. Vlaanderen is één van de dichtst bebouwde regio's van Europa. Vlaanderen bestaat uit een dicht netwerk van wegen, spoorwegen en waterwegen. De centrale ligging van Vlaanderen in Europa bezorgt haar ook een rol als internationale logistieke draaischijf met een hoge verkeers- en transportdensiteit tot gevolg. De voetafdruk van wegeninfrastructuur bedraagt 0,12 gha/cap (31% van bouwland – ADSEI Grondgebruik 2004).

Kleine dichtbevolkte oppervlakte. Vlaanderen is één van de dichtst bevolkte regio's van Europa. De relatief kleine oppervlakte en een Vlaamse biocapaciteit van slechts 1,3 gha/cap impliceert dat Vlaanderen sterk afhankelijk is van andere regio's. Vlaanderen heeft een hoge externe ecologische voetafdruk van hernieuwbare materialen (naar schatting 90% van de totale consumptievoetafdruk van hernieuwbare materialen komt van import). Dit resulteert in een groot ecologisch deficit (consumptievoetafdruk min biocapaciteit) van 5 gha/cap.

Klimatologische omstandigheden. Ook klimatologische omstandigheden hebben invloed op productie- en consumptiepatronen in Vlaanderen. De verwarmings- en koelingsbehoeften, en dus het energiegebruik, van gebouwen en woningen hangen sterk af van wisselende klimatologische omstandigheden. Gebouwenverwarming zorgt voor uitstoot van CO₂ en broeikasgassen en dus voor een belangrijk deel van de milieudruk. Niettemin blijkt uit bv. de Milieuverkenning 2030 (MIRA, 2009) dat er nog heel wat mogelijkheden zijn voor energiebesparing.

Demografische ontwikkelingen. Demografische ontwikkelingen bepalen op hun beurt mee de ecologische voetafdruk van Vlaanderen. Uit de tijdsevolutie van de Belgische voetafdruk van 1961 tot 2005 (GFN, 2008), blijkt dat ongeveer de helft van de stijging van de voetafdruk te wijten is aan de bevolkingstoename (zie ook Janssen, 2008). Niet enkel de bevolkingstoename maar ook fenomenen als vergrijzing en ontgroening (d.i. dalend aantal jongeren in de bevolking), en gezinsverdunding (d.i. afname van gemiddelde gezinsgrootte – Federaal Planbureau, 2009) hebben invloed op onze productie- en consumptiepatronen in Vlaanderen. De toename van meer en kleinere huishoudens brengt een extra milieubelasting mee: een hoger energiegebruik, een toename van het aantal

(auto)verplaatsingen en meer behoefte aan woongelegenheden. 43% van het Vlaamse bouwland is woongebied (ADSEI Bodemgebruik 2004), wat een voetafdruk oplevert van 0,17 gha/cap. Ter vergelijking: de wereldgemiddelde bouwlandvoetafdruk (inclusief wonen en infrastructuur, wegen,...) bedraagt slechts 0,07 gha/cap. Dit komt deels door de relatief grotere potentiële vruchtbaarheid van Vlaamse bouwgronden ten opzichte van wereldgemiddeld bouwland¹⁵, maar waarschijnlijk ook doordat een Vlaming woont in een relatief groot huis met relatief weinig bewoners.

Economische conjunctuur en structuur. De internationale economische conjunctuur is een belangrijke parameter voor de milieudruk in Vlaanderen. De recente internationale financiële crisis heeft geleid tot een daling van de economische activiteit. Naast de conjunctuur is ook de structuur van de economische activiteit in Vlaanderen bepalend voor de milieudruk. Het toenemend belang van diensten in de Vlaamse economie ten opzichte van agrarische en industriële activiteiten en de ruimtelijke spreiding van de werkgelegenheid zijn hierbij van belang. Bedrijfssectoren hebben immers onderling sterk verschillende impact op de milieukwaliteit. Naar gelang de groei of daling van economische activiteit in bijvoorbeeld milieu-intensieve sectoren als de landbouw en de energiesector zal de milieudruk (en dus de productievoetafdruk van die sectoren) stijgen of dalen.

8.2.2. Sturende factoren per landgebruikstype

Akkerland en graasland. Vlaanderen kent een sterke stijging van de consumptie en productie van dierlijke producten (Federaal Planbureau, 2009). Bovendien wordt de veeteelt intensiever (meer gebruik van akkerland en minder van graasland). Dit blijkt niet enkel uit de hoge productie en import van veevoeders (granen, soja, maïs,...) geteeld op akkerland, maar ook uit het feit dat een Vlaming een graaslandvoetafdruk heeft die lager ligt dan het wereldgemiddelde (0,17 gha/cap tegenover 0,26), terwijl zijn akkerlandvoetafdruk meer dan 3 keer hoger ligt dan het wereldgemiddelde (1,9 gha/cap tegenover 0,6 gha/cap). Een andere opvallend gegeven is de hoge netto-import van olierijke gewassen zoals koolzaad/olie (0,15 gha/cap), palmolie en zonnebloemolie. Deze producten worden gebruikt als agrobrandstof, maar ook voor verwerkte voedingsproducten, detergents, cosmetica,...

Bosland. Uit de voetafdrukberekening blijkt duidelijk de hoge consumptie van papier en karton.

Visland. Productie en netto-import van visproducten bedragen resp. 0,03 en 0,02 gha/cap¹⁶. In de Noordzee is de vangst van Atlantische kabeljauw en andere vissoorten met een hoge voetafdruk (soorten die hoog in de voedselketen staan en lage opbrengstwaarden hebben) sterk gedaald (GFN, 2009a, NFA Belgium 1961-2006). Volgens het Instituut voor Landbouw- en Visserijonderzoek vertonen in het Belgisch gedeelte van de Noordzee slechts twee van de zeven commerciële vissoorten (namelijk schol in en mindere mate haring) voorraden die zich binnen veilige referentiewaarden bevinden (Federaal Planbureau, 2009).

Bouwland. Zoals we reeds vermeldde, is Vlaanderen sterk bebouwd (vele relatief grote huizen met relatief weinig bewoners), en heeft Vlaanderen een dicht wegennet omwille van de geografische ligging (logistieke draaischijf) en een verspreide bebouwing die personenvervoer aanmoedigt.

Energieland. Zoals uit de berekening van de ecologische voetafdruk van Vlaanderen blijkt, zorgen de energieproductie- en consumptie voor een aanzienlijk aandeel van de milieudruk in Vlaanderen. De globale milieudruk van ons energiegebruik bestaat uit de directe emissies ten gevolge van de consumptie van energie enerzijds en uit de directe en indirecte emissies ten gevolge van de productie van elektriciteit en goederen anderzijds. Naast het energiegebruik voor industriële en huishoudelijke doeleinden, is ook de energiemix in Vlaanderen, d.i. het aandeel van de verschillende energiedragers, bepalend voor de energievoetafdruk. Een belangrijk deel van onze energiebehoefte wordt immers bepaald door het gebruik van fossiele brandstoffen. De productie van hernieuwbare energie blijft tot op heden beperkt.

¹⁵ De opbrengstfactor van Vlaams bouwgrond is 2,6 wha/ha. Deze hogere potentiële vruchtbaarheid van Vlaams bouwland impliceert dat de opportunitetskost groter is: bouwen in Vlaanderen offert relatief vruchtbaardere gronden op.

¹⁶ Deze waarden zijn onderschattingen, omdat de NFA-editie 2008 met te hoge opbrengstwaarden rekende. Kijken we naar de netto-import voor België, dan geeft NFA-editie 2008 een waarde van 0,01 gha/cap, terwijl NFA-editie 2009 en waarde van 0,15 gha/cap geeft.

Het elektriciteitssector zorgt voor de grootste CO₂-emissies (24 Mton CO₂/jaar - Kernset Milieudata MIRA-T, 2004), gevolgd door de industrie met 19 Mton CO₂ in 2004. Daarvan komt de helft op rekening van de (petro)chemische industrie. Op de derde plaats komt het wegverkeer met 15 Mton CO₂ in 2004. Vervolgens hebben we huishoudens, diensten en landbouw met resp. 14 Mton, 7 Mton en 3 Mton CO₂. Vlaanderen kent veel directe emissies van CO₂ (77 Mton/jaar). Maar een deel van deze productievoetafdruk van energieland wordt geëxporteerd onder de vorm van energie-intensieve producten zoals polymeren, machines en bewerkte metalen.

We kunnen hier ook kijken naar de evolutie van de netto export van energieland voor België, van de periode 1961 tot 2006 (GFN, 2009a, NFA Belgium 1961-2006). Het blijkt dat de Belgische netto export steeg tot midden jaren '90, waarna een daling intrad. Dat wil zeggen dat België meer en meer hoog energie-intensieve producten exporteerde tot midden jaren '90, waarna de omgekeerde tendens plaatsvond (meer en meer hoog energie-intensieve producten importeren). Een mogelijke verklaring van deze tendens is de delocalisatie van zware industrie uit België (GFN, persoonlijke communicatie). Het zou interessant zijn om een analoge studie te maken voor Vlaanderen.

8.3. Wat kan Vlaanderen doen om de ecologische voetafdruk te verlagen?

De ecologische voetafdruk van Vlaanderen toont aan dat de ecologische draagkracht van de aarde op dit moment ruim overschreden wordt. Ook in Vlaanderen is de voetafdruk een veelvoud van de aanwezige biocapaciteit. Een structurele koerswijziging is nodig, gericht op meer duurzame productie- en consumptiepatronen gekenmerkt door drastische emissiereducties. Bovenvermelde sturende factoren kunnen inzichten bieden in welke beleidskeuzes mogelijk en nodig zijn om de ecologische voetafdruk van Vlaanderen te verlagen. We geven hier enkele opties, waarbij we opnieuw de verschillende landgebruiktypes overlopen.

Akkerland en grasland. Een eerste vanzelfsprekende maatregel om de akkerlandvoetafdruk te reduceren, is het voorkomen van voedselverspilling. De mogelijkheid van zulke besparing werd geanalyseerd in een rapport over de voetafdruk van Wales (Dawkins, 2008). Dit zou resulteren in een globale daling van geconsumeerde landbouwproducten. Naast een daling in consumptie is ook een verschuiving van consumptiepatronen een optie. De belangrijkste verschuiving is die van dierlijke naar plantaardige eiwitbronnen. Zoals blijkt uit verschillende studies (Reijnders, 2003; Aiking, 2006; Blonk, 2008; Steinfeld, 2006; GFN 2008a op basis van gegevens van o.a. de FAO), hebben dierlijke eiwitproducten (vlees, vis en zuivel) een hogere CO₂-emissie, gebruik van landbouwgrond en ecologische voetafdruk dan plantaardige alternatieven zoals sojaproducten (tofu, tempeh, sojamelk,...), vleesvervangers (seitan,...), peulvruchten en noten. Zo heeft rundvlees een wereldgemiddelde akkerlandvoetafdruk van 4,1 gha/ton en een graslandvoetafdruk van 5,5 gha/ton (GFN, 2008a), terwijl sojabonen een akkerlandvoetafdruk van slechts 1,1 gha/ton hebben (en geen graslandvoetafdruk). Dit geeft het belang aan van vleesmatiging. Maar niet enkel eten we te veel vlees en kunnen we ons consumptiepatroon verschuiven, ook de productie van dierlijke producten kan beïnvloed worden met beleidsmaatregelen. Uit de Vlaamse voetafdrukberekening valt op dat we voornamelijk producten eten van erg intensieve (akkerlandgebonden) veeteelt. Daardoor offeren we als het ware kostbaar akkerland op voor veevoerders. De opportuniteitskost van het gebruik van akkerland ligt hoger dan van grasland, omdat grasland moeilijker bewerkt kan worden (grasland is minder geschikt voor directe menselijke consumptie). Vandaar dat een daling van akkerlandgebonden veeteelt een voorkeur heeft.

Vlaanderen kent ook een grote productie en netto-import van olierijke gewassen (koolzaad, ...). Deze doen vaak dienst als agrobrandstof. Welnu, biodiesel op basis van koolzaad heeft een ecologische voetafdruk van 0,19 gha/GJ, terwijl diesel een voetafdruk heeft van 0,023 gha/GJ (Ecolife, ongepubliceerde berekeningen op basis van gegevens verzameld door ADSEI). Eerste generatie agrobrandstoffen zoals koolzaadolie hebben dus een relatief hoge ecologische voetafdruk.

Visland. De consumptievoetafdruk van visland kan men verlagen door een lagere visconsumptie, en dan voornamelijk een lagere consumptie van vissoorten met een hoge voetafdruk (soorten die hoog in de voedselketen staan), zoals koolvis, tonijn, kabeljauw, zalm en heilbot. Het gebruik van algen, zowel voor brandstof als voor voedsel, biedt nieuwe perspectieven (Cazaux, 2010). Zeewier en algen hebben een zeer lage vislandvoetafdruk van 0,013 gha/ton (GFN, 2008a), omdat ze onderaan de voedselketen zitten. Ter vergelijking: de vislandvoetafdruk van zeedieren kan variëren van 0,17 gha/ton voor mosselen tot 42 gha/ton voor koolvis.

Bosland. Daar printpapier en karton een hogere boslandvoetafdruk hebben dan houten producten (2,3 gha/ton voor printpapier, tegenover 0,9 gha/ton voor houten platen), en daar de boslandvoetafdruk van Vlaanderen voornamelijk afkomstig is van de consumptie van papier en karton, spreekt het voor zich dat men bosland best kan reduceren door een reductie van papier- en kartongebruik. Dit kan o.a. door reductie (minder printen, vermijden van overbodige verpakking,...), hergebruik en recycling.

Bouwland. De voetafdruk van bouwland kan men beperken door geconcentreerdere bebouwing (stadsinbreiding, green city planning,...), renovatie/hergebruik van oude gebouwen en industrieparken, aanmoedigen van samenwonen (cohousing), stimuleren van openbaar vervoer (om wegen te ontlasten), ruimtelijke ordening die rekening houdt met toegankelijkheid van openbaar vervoer, hogere parkeertarieven,... Zie bv. de transitiearena Duurzaam Wonen en Bouwen (DUWOBO).

Energieland. Tot slot bespreken we de belangrijkste factor in de Vlaamse voetafdruk: energieland. Deze factor heeft dan ook een groot reductiepotentieel. Conform de trias energetica staat daarbij het terugdringen van onnodig en overmatig energieverbruik, het zoveel mogelijk gebruik maken van hernieuwbare energie, en ten slotte zuinig en efficiënt gebruik maken van fossiele bronnen centraal. Dit vertaalt zich naar beleid gericht op een alternatieve elektriciteitsproductie (bv. zon, wind,...), efficiëntieverbeteringen van productie en producten (bv. zuinigere toestellen en verlichting), een strengere energieprestatiewetgeving van gebouwen (passiehuizen, isolatie), een vergroening van het wagenpark (zuinigere wagens), een modal shift (meer fiets en openbaar vervoer), het aanmoedigen van autodelen (carpoolen), een slimme kilometerheffing, snelheidsbeheersing, meer gebruik van binnenvaart en spoorweg in plaats van wegtransport, ... Deze maatregelen kunnen de directe CO₂-emissies van huishoudens, landbouw, transport, energie en industrie terugdringen. Maar ook de indirecte CO₂-emissies ten gevolge van de consumptie van producten dient men in rekening te brengen. Duurzaam materialenbeheer is hierbij van belang (zie bv. Plan C – Vlaams Transitienetwerk Duurzaam Materialenbeheer). Op het vlak van energieland bij voeding denken we opnieuw aan vleesmatiging als maatregel om CO₂-emissies van onze voedselconsumptie te reduceren (Blonk, 2008), evenals het stimuleren van lokale voedselproductie en meer seizoensgebonden voedselconsumptie (minder diepvries en verwarmde kas). Ook verpakking speelt een belangrijke rol (denk aan de plasticproductie van de chemische industrie). Zo heeft flessenwater een veel hogere voetafdruk (CO₂-emissies bij productie) dan kraantjeswater.

Voor uitgebreide achtergrondinformatie over de aangewezen transitie naar een duurzame koolstofarme economie in Vlaanderen verwijzen we naar "*Milieuverkenning 2030. Hfdst. 14. Vlaanderen in transitie?*" (MIRA, 2009). Het is in dit stadium nog onmogelijk te zeggen hoeveel globale hectare voetafdruk Vlaanderen met bovenvermelde voorstellen zou kunnen uitsparen en wat de economische kosten daarvan zullen zijn. Een verdere analyse (bv. met behulp van het Vlaamse IO-model) zal hiervoor nodig zijn. Het IO-model zal dan ook toelaten om de analyse te maken per consumptieactiviteit en per economische sector, eerder dan per landgebruikstype. Een vergelijkbare studie voor Wales werd uitgevoerd door het Stockholm Environment Institute (Dawkins, 2008).

Begrippen en afkortingen

ADSEI: Algemene Directie Statistiek en Economische Informatie.

Biocapaciteit: de beschikbare oppervlakte biologisch productief land en zee. Dit vormt het aanbodzijde in het model van de ecologische voetafdruk. De eenheid van biocapaciteit is globale hectare (of globale vierkante meter).

CDO: Centrum voor Duurzame Ontwikkeling, Universiteit Gent

Consumptievoetafdruk: de voetafdruk van effectieve consumptie (productie plus import min export).

Ecologische overshoot: het verschil tussen de biocapaciteit van een regio en de productievoetafdruk van die regio.

Ecologische reserve/deficit: het verschil tussen de biocapaciteit van een regio en de consumptievoetafdruk van die regio. Indien deze waarde positief is, spreekt men van een ecologische reserve, anders van een deficit.

Ecologische voetafdruk: de gebruikte oppervlakte biologisch productief land en zee. Dit vormt de vraag naar land dat gebruikt wordt voor bebouwing en infrastructuur (wegen, terreinen,...), de productie van hernieuwbare materialen (gebruik van biomassa) en de opname van CO₂ (gebruik van fossiele brandstoffen). De eenheid van voetafdruk is globale hectare (of globale vierkante meter).

Equivalentiefactor: factor om een wereldhectare (wha) van een landgebruikstype om te zetten in globale hectare (gha). Deze factor is evenredig met de gemiddelde bioproductiviteit van dat landgebruikstype.

Externe ecologische voetafdruk: deel van de consumptievoetafdruk afkomstig van import. Deze voetafdruk geeft de afhankelijkheid weer van buitenlandse hulpbronnen.

GFN: Global Footprint Network, organisatie die onderzoek doet naar de ecologische voetafdruk.

gha: afkorting voor globale hectare, een hectare wereldgemiddeld bioproductief land (voor alle landgebruikstypes samen).

IO-methode: methode om de ecologische voetafdruk (CO₂-emissies,...) te bepalen volgens een milieu-input-outputmodel (milieu-IO-model).

Landgebruikstypes: de voetafdrukmethodologie maakt een onderverdeling in zes types van landgebruik: akkerland, graasland, bosland, visland, bouwland en energieland.

NFA-methode: methode gestandaardiseerd door GFN om voetafdrukrekeningen (National Footprint Accounts) op te stellen.

Opbrengstfactor: factor om hectare (ha) van een landgebruikstype in een bepaalde regio om te zetten naar wereldhectare van dat landgebruikstype. Deze factor is evenredig met de relatieve bioproductiviteit van dat landgebruikstype in een bepaalde regio ten opzichte van de wereldgemiddelde bioproductiviteit van dat landgebruikstype.

VITO: Vlaams Instituut voor Technologisch Onderzoek

wha: afkorting van wereldhectare: een hectare wereldgemiddeld bioproductief land voor een bepaald landgebruikstype.

Referenties

Aiking H., de Boer J. & Vereijken J. (reds.), 2006. Sustainable Protein Production and Consumption: Pigs or Peas?, Springer, Dordrecht.

Avonds L. en Vandille G. 2008. Monetaire input-outputtabellen voor Vlaanderen. Studie in opdracht van de Vlaamse overheid LNE, OVAM, VMM. Federaal Planbureau, Brussel. Rapportnummer AB/EUR/KS/06/IO-model-monetair.

Bilsen, V., Vincent, C, Vercalsteren, A., Van der Linden, A., Geerken, T., Vandille, G., Avonds, L., 2010. Het Vlaams uitgebreid milieu-input-outputmodel.

Blonk H., Kool A., Luske B., 2008. Milieueffecten van Nederlandse consumptie van eiwitrijke producten. Gevolgen van vervanging van dierlijke eiwitten anno 2008, Blonk Milieu Advies BV, Gouda.

Cazaux G., Van Gijsegem D. & Bas L., 2010. Alternatieve eiwitbronnen voor menselijke consumptie, een verkenning. Departement Landbouw en Visserij, afdeling Monitoring en Studie, Brussel.

Dawkins E., Paul A., Barrett J., Minx J., and Scott K., 2008. Wales' Ecological Footprint – Scenarios to 2020. Stockholm Environment Institute, York, VK.

Dumortier M., De Bruyn L., Hens M., Peymen J., Schneiders A., Van Daele T., Van Reeth, W., Weyembergh G. en Kuijken E., 2005. Natuurrapport 2005. Toestand van de natuur in Vlaanderen: cijfers voor het beleid. Mededeling van het Instituut voor Natuurbehoud nr. 24, Brussel. (www.nara.be)

Federaal Planbureau, 2009. Strategische indicatorentabel over duurzame ontwikkeling. Task Force Duurzame Ontwikkeling.

GFN, 2006. National Footprint Accounts Belgium & Luxembourg, Edition 2006, data year 2003. Global Footprint Network, Oakland, USA.

GFN, 2008a. National Footprint Accounts Belgium, Edition 2008, data year 2005. Global Footprint Network, Oakland, USA.

GFN, 2008b. Guidebook to the National Footprint Accounts 2008, The Ecological Footprint Atlas 2008. Global Footprint Network, Oakland, USA.

GFN, 2009a. National Footprint Accounts Belgium, Edition 2009, data year 2006. Global Footprint Network, Oakland, USA.

- GFN, 2009b. Ecological Footprint Standards 2009. Global Footprint Network Standards Committee, Oakland, USA.
- GFN, 2009c. National Footprint Accounts 2009, Key Findings and Graphs, Global Footprint Network, Oakland, USA.
- Hoekstra A.Y. & Chapagain A.K., 2008. Globalization of water: Sharing the planet's freshwater resources, Blackwell Publishing, Oxford, UK.
- Janssen L., 2008. De ecologische voetafdruk van België. Algemene Directie Statistiek en Economische Informatie, FOD Economie.
- MIRA, 2005. Milieurapport Vlaanderen, Achtergronddocument 2005, Materiaalstromen in Vlaanderen, Gerlo J., Vanhoutte G., Goeminne G. & Vander Putten E., Vlaamse Milieumaatschappij, www.milieurapport.be.
- MIRA, 2009. Milieuverkenning 2030, Van Steertegem M. (red.), Vlaamse Milieumaatschappij, www.milieurapport.be.
- Provoost S., Stienen E., De Bruyn L. & Herrier J., 2003. Kust. In: Dumortier M., De Bruyn L., Peymen J., Schneiders A., Van Daele T., Weyemberh G., van Straaten D. & Kuijken E., 2003. Natuurrapport 2003. Toestand van de natuur in Vlaanderen: cijfers voor het beleid. Mededelingen van het Instituut voor Natuurbehoud nr. 18, Brussel. pp. 117-121. (www.nara.be)
- Reijnders, L. & Soret, S. 2003. Quantification of the environmental impact of different dietary protein choices. American journal for clinical nutrition.
- Simmons C., Lewis K. & Barrett J., 2000. Two feet – two approaches: a component-based model of ecological footprinting. Ecological Economics 32, 375-380.
- Steinfeld H., Gerber P., Wassenaar T., Castel V., Rosales M., de Haan C. (2006) Livestock's long shadow. Environmental issues and options, Food and Agricultural Organisation of the United Nations, Rome.
- Van Daele T., 2009. Biotopen. Wetenschappelijk rapport, Nara 2009. inbo.r.2009.23 (www.nara.be)
- Vandecruys W., 2004. Economische en sociale aspecten van de hengelsport op openbaar water in Vlaanderen. Eindverhandeling voorgedragen tot het bekomen van de graad Licentiaat in de Toegepaste Economische Wetenschappen, major Beleidsmanagement. Limburgs Universitair Centrum.
- Vercalsteren, A. et al., 2008. Opstellen en opvullen van de milieu-extensietabel van een Vlaams Milieu Input-Output Model. Studie in opdracht van de Vlaamse overheid LNE, OVAM, VMM. VITO, Mol.
- Wackernagel M. & Rees W., 1996. Our Ecological Footprint: Reducing Human Impact on the Earth, Global Island, BC: New Society Publishers.
- Wackernagel M. e.a., 2005. Ecological Footprint Accounting: comparing resource availability with an economy's resource demand. Global Footprint Network, Oakland, USA.
- Wiedmann T., 2008. A first empirical comparison of energy Footprints embodied in trade – MRIO versus PLUM. Ecological Economics 68, 1975-1990.
- Wiedmann T., Minx J., Barrett J., Wackernagel M., 2006. Allocating Ecological Footprints to final consumption categories with input-output analysis. Ecological Economics 56(1), 24-48.
- WWF, Zoological Society of London & Global footprint Network, 2008. Living Planet Report 2008. Gland Switzerland: WWF.
- WWF-UK, 2006. Counting consumption. CO₂ emissions, material flows and Ecological Footprint of the UK by region and devolved country. Panda House, Surrey, UK.

Nuttige websites

www.ecolife.be

www.footprintnetwork.org