



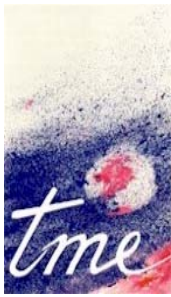
**MONDIALE VOETAFDruk
VOOR BEDRIJVEN**

Toelichting op het model

Jochem Jantzen
Henk van der Woerd

20 maart 2003

Instituut voor Toegepaste Milieu-Economie (TME)
Louis Couperusplein 2
2514 HP Den Haag
tel.: 070-3464422
fax: 070-3623469
e-mail: tme@tme.nu
url: www.tme.nu





INHOUDSOPGAVE

	Pagina
1	EEN "MONDIALE VOETAFDruk" OP BEDRIJFSNIVEAU 1
1.1	Voetafdruk consumenten versus bedrijven 1
1.2	Opzet van deze toelichting 2
2	DE BEDRIJFSVOETAFDruk: CATEGORIEËN VOOR ZAKELIJKE DIENSTEN 3
3	MOGELIJKE VERBETEROPTIES VOOR DE VOETAFDruk 4
3.1	Transport 4
3.2	Kantoor 4
3.3	Voeding 5
4	HOE GROOT IS GROOT? 6
	REFERENTIES 8
	BIJLAGE 1: BEPALING OMREKENFACTOREN 10
1.	Inleiding 10
2.	Equivalentiefactoren 10
3.	CO2-vastlegging 11
4.	Direct grondgebruik 11
5.	Energieverbruik kantoor 12
6.	Kantoorbenodigdheden 13
7.	Voeding 14
8.	Transport 16
	BIJLAGE 2: ENKELE EMISSIEFACTOREN VOOR KOOLSTOFDIOXIDE 18
1.	Vaste factoren 18
2.	Indirecte CO2-emissies 19



1 EEN "MONDIALE VOETAFDRUK" OP BEDRIJFSNIVEAU

1.1 Voetafdruk consumenten versus bedrijven

De "Mondiale Voetafdruk" is een elegante methode om het milieugebruik van individuen en b.v. steden op zeer tastbare wijze inzichtelijk te maken. Immers, de ruimte op de wereld is beperkt en het aantal inwoners is bekend, zodat het duidelijk is hoeveel ruimte elke wereldbewoner toekomt.

Door te bepalen hoeveel ruimte je als individu of gemeente gebruikt voor bebouwd land/infrastructuur, landbouwgrond, weiden, bossen, visserijgronden en energie, kan in individuele gevallen vrij eenvoudig bepaald worden welk deel je opeist.

De kracht van een voetafdruk is dat ruimte per definitie gequoteerd is, en er daardoor direct duidelijk is hoeveel we er maximaal van kunnen gebruiken ("earthshare"). Door milieugebruik in ruimte uit te drukken is er op huishoudelijk niveau automatisch een objectieve "benchmark" (vergelijkingsbasis). Bij het berekenen hiervan wordt uitgegaan van een "earthshare" van 1,7 ha per aardbewoner. Deze earthshare neemt af als er meer bewoners komen. Door nu op individueel niveau je eigen voetafdruk te bepalen, kan je nagaan of je te veel ruimte gebruikt of misschien wat overhoudt. Ook gemeenten kunnen een voetafdruk bepalen en daarmee op gemeentelijk niveau nagaan of er te veel ruimte wordt gebruikt door de bewoners.

Voor de gemiddelde Nederlander geldt bijvoorbeeld dat hij/zij 4,7 ha gebruikt, ruim boven de benchmark voor de gemiddelde wereldburger. Het mondiale gemiddelde ligt op 2,3 ha.

Weliswaar houdt de voetafdruk geen rekening met bijvoorbeeld verzuring of toxiciteit, toch geeft het een zeer directe en tastbare eerste indicatie van het milieugebruik en heeft bovendien als groot voordeel dat er voor individuen direct een eenduidige benchmark (de 1,7 ha) beschikbaar is.

Op het niveau van huishoudens wordt de mondiale voetafdruk regelmatig bepaald en ook op gemeentelijk niveau (in Europees verband) worden voetafdrukken bepaald. Maar er is in Nederland nog geen ervaring met het berekenen van mondiale voetafdrukken op bedrijfsniveau. Daarmee wordt wel een nieuw terrein verkend. Immers, in een individuele voetafdruk, die van consumenten uitgaat, wordt de ruimte op de wereld verdeeld tussen alle burgers. Bedrijven (en ook overheden) worden geacht als toeleverancier (in de keten) onderdeel te zijn van de individuele voetafdruk. De individuele voetafdruk heeft daarbij gedeeltelijk het karakter van een levenscyclus en/of ketenanalyse. Er wordt niet alleen gekeken naar je eigen ruimtegebruik, maar ook naar het gebruik door toeleveranciers (b.v. de landbouw, transport, het winnen van ertsen). In Engeland is voor een groot drinkwaterbedrijf en een adviesbureau een voetafdruk bepaald door Best Food Forward (BFF). Deze voetafdrukken zijn gepubliceerd in een rapport van de *Association of Chartered Certified Accountants* (Chambers, Nicky and Kevin Lewis, 2001). Dit zgn. ACCA-rapport (nr. 65) is te vinden via www.accaglobal.com.

Waar bij consumenten de benchmark voor de hand ligt, is deze op bedrijfsniveau minder voor de hand liggend. Op bedrijfsniveau is niet meteen duidelijk welke vergelijkingsbasis moet worden gekozen: men kan de voetafdruk in ieder geval per werknemer (fte) uitdrukken, en eventueel per project. Een andere zinvolle vergelijking lijkt het relateren van de voetafdruk aan de omzet. Immers, beide representeren de levenscyclus van de productie (de voetafdruk



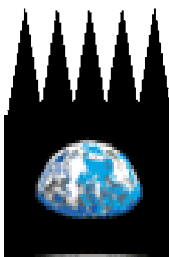
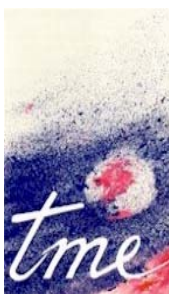
de ruimtelijke, milieukundige levenscyclus, de omzet de financiële levenscyclus). Zeker als meerdere bedrijven uit vergelijkbare bedrijven voetafdrukken gaan berekenen en deze openbaren, zal het mogelijk worden om gaandeweg een benchmark te ontwikkelen op basis van de voetafdruk.

Begin 2003 is daartoe een eerste poging gedaan in Nederland. Deze poging was ingegeven door de concrete vraag van BrightHouse te Helvoirt, ondersteund door De Kleine Aarde (begeleidende en verspreidende rol) en het NCDO (financiële ondersteuning). Het onderzoek is uitgevoerd door het Instituut voor Toegepaste Milieu Economie (TME) te Den Haag.

Deze toelichting op het model *Mondiale Voetafdruk voor Bedrijven* is voor een groot deel gebaseerd op de rapportage naar BrightHouse.

1.2 Opzet van deze toelichting

In hoofdstuk 2 worden de bestanddelen (categorieën) van de bedrijfsvoetafdruk voor zakelijke diensten benoemd. Vervolgens wordt in hoofdstuk 3 gekeken naar mogelijkheden om de voetafdruk te verkleinen. In hoofdstuk 4 wordt de voetafdruk perspectief gezet. De gebruikte omrekenfactoren en emissiefactoren voor CO₂ zijn in een aparte bijlage opgenomen.



2 DE BEDRIJFSVOETAFDruk: CATEGORIEËN VOOR ZAKELIJKE DIENSTEN

Deze op bedrijfsniveau ontwikkelde voetafdruk richt zich in eerste instantie op bedrijven en instellingen in de zakelijke dienstverlening. Daarbij is getracht om in ieder geval de belangrijkste categorieën van de bedrijfsvoetafdruk te bepalen.

De voetafdruk is opgebouwd uit de volgende onderdelen:

Categorie	Commentaar
Transport: <ul style="list-style-type: none"> - personenauto - trein - vliegtuig - openbaar vervoer 	<p>Hierbij moet worden opgemerkt dat het woon-werk verkeer eigenlijk niet mag worden meegeteld bij het bepalen van de bedrijfsvoetafdruk (omdat deze bij de persoonlijke voetafdruk behoort), maar wel van belang is.</p> <p>Vaak zal het woon-werk verkeer niet gescheiden kunnen worden van het zakelijke verkeer, zodat een kleine dubbeltelling kan optreden met individuele voetafdrukken.</p>
Direct energieverbruik	Het betreft hier het gas- en elektriciteitsverbruik van het kantoor.
Papier en kleine kantoorartikelen	Deze categorie wordt meegerekend in plaats van het afval.
Meubilair/inrichting	Hier is wordt alleen gekeken naar in een betreffend jaar aangeschaft meubilair.
Afval	Deze categorie mag alleen worden opgenomen als de categorie waarin de inkoop van b.v. papier, kleine kantoorartikelen, etc. niet is gespecificeerd (anders treden er dubbeltellingen op).
Direct ruimtegebruik	Ruimte die wordt ingenomen door kantoor, tuin en parkeerplaatsen.
Voeding	Deze categorie zou eigenlijk buiten beschouwing moeten worden gelaten, omdat voeding in principe wordt toegerekend aan de individuele voetafdruk. Omdat bedrijven wel invloed kunnen uitoefenen op de voeding heeft het zin deze categorie te kwantificeren.

Voor het bepalen van een bedrijfsvoetafdruk is een spreadsheet ontwikkeld waarin de bedrijfsgegevens voor de verschillende categorieën kunnen worden ingevuld.



3 MOGELIJKE VERBETEROPTIES VOOR DE VOETAFDRUK

3.1 Transport

Er zijn verschillende opties om het transport, en/of de voetafdruk die gepaard gaat met transport te beperken:

- het beperken van dienstreizen, door zeer kritisch te kijken naar de noodzaak om te verplaatsen;
- indien mogelijk samen reizen;
- het veranderen van de vervoerswijze door meer gebruik te maken van openbaar vervoer, of door proberen van gecombineerd vervoer gebruik te maken (met de auto naar het station, verder met de trein);
- het gebruiken van technische opties
 - door met zuiniger auto's te rijden kan de voetafdruk worden verkleind (b.v. allemaal in een "Smart");
 - door over te schakelen op hybride auto's (Toyota Prius rijdt op diesel en elektriciteit) kan het brandstofverbruik per afgelegde kilometer worden beperkt;

Vaak is hier een grote winst (reductie) te behalen, zodat een kosten-baten afweging van de verschillende opties zinvol is. Als voorbeeld geven we hierbij mogelijke overwegingen die spelen bij het al dan niet reizen met het openbaar vervoer. Aan de kostenkant spelen dan zaken mee als:

- ben ik wel op tijd met het openbaar vervoer?;
- hoeveel extra tijd kost het reizen met het openbaar vervoer? en wordt dat (deels) gecompenseerd doordat de reistijd in het openbaar vervoer nuttig kan worden besteed?;
- comfort;
- extra kosten van het reizen per trein en bus (als de auto toch moet worden aangehouden).

Aan de batenkant spelen:

- de verkleining van de voetafdruk en vermindering van de CO₂-emissies;
- lagere (variabele en/of vaste) autokosten;
- minder stress en minder kans op ongelukken;
- tijd in openbaar vervoer kan (deels) productief worden aangewend.

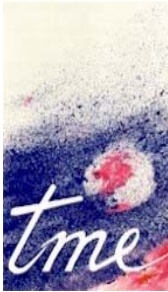
Bij andere keuzes spelen natuurlijk andere overwegingen. Voor is vanuit praktisch oogpunt een wijziging in het reisgedrag (vrijwel) uitgesloten. In dat geval zal – indien gewenst – vooral gekeken moeten worden naar technische opties (zuiniger auto's).

3.2 Kantoor

Direct energieverbruik


Een gemiddelde kantoor in Nederland verbruikt per vierkante meter respectievelijk 18 m³ aardgas en ongeveer 100 kWh elektriciteit (NOVEM, 2002). In zorgcentra ligt het specifieke gasverbruik tussen de 20 en de 40 m³ aardgas per vierkante meter.

Het elektriciteitsverbruik in zorgcentra ligt dit tussen de 60 en de 110 kWh per vierkante meter per jaar.



Veel voor de hand liggende maatregelen om energie te besparen zijn: dubbele beglazing, gebruik spaarlampen en LCD-schermen, apparatuur en licht uitdoen als dat kan. Ook kan specifiek gelet worden op het energieverbruik van nieuwe apparatuur.

De voetafdruk zou kunnen worden verkleind op verschillende manieren:

- 
- kritische toets van het elektriciteitsverbruik: waar wordt elektriciteit mee verbruikt (verlichting, computers/servers, andere apparatuur); inventariseren van besparingsopties (daglicht toetreding optimaliseren, sensoren om licht te schakelen);
 - kijken of de kantoorruimte niet efficiënter kan worden gebruikt;
 - het overschakelen op groene stroom, waar overigens wel een prijskaartje aan hangt;
 - gebruik van gerecycled papier en waar mogelijk dubbelzijdig drukken.

Afval

Afval is niet meegerekend bij het bepalen van de voetafdruk om dubbeltelling met het materialenverbruik te voorkomen. Het geproduceerde dient zoveel mogelijk gescheiden te worden aangeboden: papier in een container, glas naar de glasbak, cartridges terug naar de leverancier.

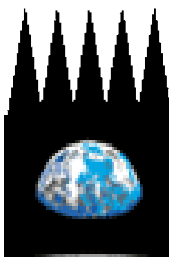
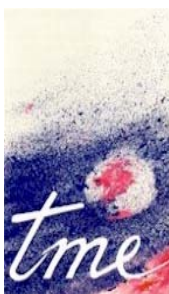
3.3 Voeding

Deze categorie is eigenlijk onderdeel van de persoonlijke voetafdruk, zodat er bij meetelling van de voeding tijdens het werk sprake kan zijn van een (relatief) geringe dubbeltelling. Toch heeft het wel zin om er aandacht aan te besteden, ten eerste omdat het samenhangt met de bedrijfscultuur, daarnaast kunnen ook hier verbeteringsmogelijkheden zijn, waardoor de voetafdruk verkleind kan worden.

Gezien de berekeningswijze van de voetafdruk (met globale omrekenfactoren) maakt het niet uit of er bijvoorbeeld biologisch of niet biologisch wordt ingekocht. Desalniettemin is biologisch vanuit het oogpunt van milieugebruik te verkiezen is boven niet biologisch. Wel is het de vraag of dit tot uitdrukking zou kunnen worden gebracht in de voetafdruk.

Een andere optie zou zijn om kritischer in te kopen. Hoewel we niet weten of en hoeveel van de ingekochte voedingsmiddelen worden weggegooid kan dit soms om aanzienlijke hoeveelheden gaan leert onze eigen ervaring.

Ook vervanging van vleeswaren door plantaardige producten kan een flinke verkleining van de voetafdruk opleveren.



4 HOE GROOT IS GROOT?

Op individueel of huishoudens niveau is de benchmark eenvoudig: deel het aantal beschikbare hectaren door het aantal aardbewoners en je weet hoeveel er per hoofd beschikbaar is. Momenteel is dat: 1,85 ha (zie box). Aangezien de aarde niet groeit, maar de bevolking wel wordt de benchmark elk jaar een stukje kleiner.

Maar hoe moet je nu dit concept naar bedrijfsniveau vertalen? Er is geen eenduidige oplossing dus laten we een aantal mogelijkheden de revue passeren:

DE MONDIALE VOETAFDRUK

Hoe groot is de mondiale voetafdruk? Verschillende cijfers doen de ronde: de Ecologische Voetafdruk gaat uit van 2 ha per inwoner, waarvan 0,3 ha is gereserveerd voor biodiversiteit (Van Hall), zodat 1,7 ha per aardbewoner overblijft. ACCA (2001) komt tot een "earthshare" van 1,87 ha per inwoner.

Voor deze mondiale voetafdruk wordt uitgegaan van de volgende cijfers (o.b.v. Wackernagel et al, 2001). De beschikbare ruimte is als volgt berekend:

bebouwd	0,30	mld ha
weide	3,36	mld ha
landbouwgrond	1,45	mld ha
bos, natuur	5,12	mld ha
zee (productief)	2,90	mld ha
totaal	13,13	mld ha
af: biodiversiteit (12%)	1,57	mld ha
totaal beschikbaar voor mensen	11,55	mld ha

Bij een totaal van 6,251 mld aardbewoners (UN, 2002) komt dit neer op een voetafdruk van 1,85 ha per aardbewoner. De gemiddelde Nederlander zit daar ruim boven: 4,7 ha.

Het mondiale inkomen was in 2000 US\$ 32.000.000 miljoen (WB, 2002). Bij een koers van €/US\$ van 1 komt dit neer op een gemiddelde van 361 hectare per miljoen verdiende € (naar Burdick (2002).

- niet vertalen
- per medewerker
- per vierkante meter kantoorruimte
- per project
- per mln euro omzet

Het uiteindelijke doel van het berekenen van de voetafdruk is om alle mogelijkheden te inventariseren om de voetafdruk liefst flink kleiner te maken en te kijken wat je daarvoor kan doen. Daarom is het sowieso zinvol om de voetafdruk van jaar tot jaar bij te houden en te vergelijken. Het zegt in ieder geval iets over de ontwikkeling van de voetafdruk van jaar tot jaar voor het bedrijf als totaal.

Maar als je wilt weten welke oorzaken en veranderingen daarachter schuil gaan (bij een vergelijking van jaren), of je wilt je vergelijken met andere bedrijven, dan zal een nadere analyse van de voetafdruk moeten worden gemaakt. Dit kan alleen als de totaalkomst op bedrijfsniveau op een of andere wijze gestandaardiseerd wordt.

Allereerst kan de voetafdruk per medewerker worden bepaald. Daarmee krijgt men in ieder geval gevoel voor verhoudingen. Als de voetafdruk per medewerker groter is dan 1,85 ha dan kan men spreken van een relatief groot beslag op de ruimte (en dus een relatief vervuilend productieproces). Immers, in de persoonlijke voetafdruk zit niet alleen de ruimte die nodig is voor het runnen van het huishouden zelf, maar ook de ruimte die (indirect) nodig is voor het produceren van alle goederen en diensten die huishoudens nodig hebben (het milieucompendium van het RIVM laat bijvoorbeeld zien dat ca. 27% van de CO₂-emissies in Nederland (2001) aan consumptie door huishoudens in Nederland kunnen worden toegerekend, 63% van de CO₂-emissies samenhangt met investeringen, productie en uitvoer (RIVM, 2002)).



Zeker voor een sector als de zakelijke dienstverlening waarbij de productie-activiteiten vooral als gevolg van kantoorgebruik en transport leiden tot milieugebruik, is een berekening per werknemer zinvol. In sectoren, waarbij een groot deel van de milieubelasting veroorzaakt wordt door het bedrijfsproces zelf (b.v. gebruik van grondstoffen, energie en water) is een dergelijke vergelijking waarschijnlijk minder zinvol.

De mondiale benchmark voor consumenten is 2,3 ha, het gemiddelde voor een Nederlander is 4,7 ha. De "earthshare" (o.b.v. verdeling beschikbare ruimte over wereldbevolking) is 1,7 ha. Dat betekent dat we mondiaal gezien al niet duurzaam zijn!

Door de voetafdruk aan de omzet te relateren kan een vergelijking tussen bedrijven worden gemaakt. In het algemeen, maar ook binnen een branche:

- bij een omzet van bijvoorbeeld € 2 mln hoort een benchmark (zie voorgaande tekstbox) van $361 \text{ ha/mln } \text{€} \times \text{€ } 2 \text{ mln} = 722 \text{ ha}$. Het betreft hier een wereldgemiddelde voor alle bedrijven tezamen. Een branchegemiddelde zou een betere maatstaf zijn, maar is (nog) niet beschikbaar.



REFERENTIES

ACEA, 2002, "Monitoring of ACEA's commitment on CO2-emission reduction from passenger cars", Brussels, 25 June 2002 (www.acea.be).

BFC (Business for Climate), 2002, "CO2 meter", op website van Business For Climate kunnen voor diverse brandstoffen de CO2-emissies berekend worden, Arnhem, 2002 (www.bfclimate.nl/CO2.html).

Best Foot Forward (BFF), 2002, "Environmental Report 2001/2", Oxford, September 2002.

Burdick, David, 2002, "Measuring Corporate Sustainability", Draft version of PhD proposal, (www.sustainablesteps.com), Milwaukee, Oregon, August 2002.

CE, 2001, "Benzine, diesel en LPG: balanceren tussen milieu en economie", update van 'optimale brandstofmix voor het wegverkeer', door Bettina Kampman, Joost Vermeulen en Jos Dings, Delft, Augustus 2001.

Chambers, Nicky and Kevin Lewis, 2001, "Ecological Footprint Analysis: Towards a Sustainability Indicator for Business", ACCA Research Report No. 65, London, 2001.

CO2.nl, 2002, website (www.co2.nl) met daarop een CO2-meter, adres verder niet te vinden op de website.

De Kleine Aarde, 2000, "De Ecologische Voetafdruk van acht Nederlandse gemeenten. Verslag fase I – Landelijk proefproject 1999-2000", download van www.voetenbank.nl.

ECN, 2001, "Verificatie CO2-meter voor de stichting Face", M. Menkveld, rapport ECN—C-01-106, Petten, Oktober 2001.

IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change), 2002, "Aviation and the Global Atmosphere".

Jantzen, Jochem en Henk van der Woerd, 2003, "Mondiale Voetafdruk BrightHouse 2001", Den Haag, TME, februari 2002

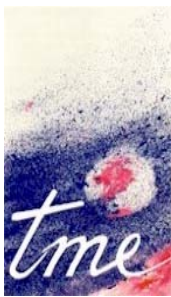
Jantzen, Jochem, 2002, "Measuring Environmental Performance of Enterprises", paper presented at the OECD, Paris, 17 April 2002.

NOVEM, 2002, "e-verbruik kantoorgebouwen in Nederland", 2002.

RIVM, 2002, "Mededeling dhr Van den Brink", 16 december 2002.

RIVM, 2002, "Milieucompendium", (www.rivm.nl/milieucompendium), Bilthoven, 24 september 2002.

Gerbens-Leenes, P.W., 2000, "Groen Kookboek. Bijlage 11. Overzicht benodigde grondstoffen, ruimtebeslag en indirect energiebeslag per levensmiddel. Bijlage 12.



Energiebeslag, ruimtebeslag en voedingswaarde levensmiddelen." Groningen, RUG (IVEM-Onderzoeksrapport 103b, werkdocument), mei 2000.

TME, 1993, "database uit PIA, Product Improvement Analysis", Levens Cyclus Analyse model, ontwikkeld door TME voor Unilever, Den Haag, 1993.

Van Hall, 2000, "De Ecologische Voetafdruk", Computerprogramma, ontwikkeld voor de gemeente Opsterland en de provincie Friesland, Leeuwarden, 2000.

Van Hall, 2002, "telefonische informatie", telefonische informatie d.d. 23 december 2002 Hugo Schönbeck, december 2002.

VITO, "BBT rapport Tankstations, Hoofdstuk 3: Benzinstation, Autobrandstoffen en Milieuaspecten", Mol, 2002 (www.emis.vito.be).

Wackernagel, Mathis, Nocky Chambers and Craig Simmons, "Sharing Natures Interest, Ecological Footprints as an Indicator of Sustainability", Oxford/Oackland, August 2000.

WB, 2002, "Wereld Inkomen", op de website van d wereldbank, november 2002.

WWF, 2002, "Living Planet Report 2002".



BIJLAGE 1: BEPALING OMREKENFACTOREN

1. Inleiding

Voor het eenvoudig kunnen berekenen van een voetafdruk is het nodig om voor alle relevante consumptie categorieën over omrekenfactoren te beschikken. Hoewel in de diverse publicaties vaak wel een poging wordt gedaan om uit te leggen hoe bijvoorbeeld een liter melkconsumptie wordt omgerekend in ruimtegebruik, zijn de finesses vaak niet duidelijk omschreven.

In deze bijlage wordt een onderbouwing gegeven van de gebruikte omrekenfactoren¹. Deels zijn de factoren afgeleid uit Nederlandse bronnen (Van Hall, 2000; Gerbens-Leenes, 2000), deels uit internationale bronnen (onder anderen Wackernagel et al., 2000; WWF, 2002). Daartussen bestaan soms verschillen die veroorzaakt kunnen worden doordat er andere uitgangspunten zijn genomen (zo zal het weggebruik per personenauto in Engeland anders kunnen zijn dan in een dichtbevolkt land als Nederland). Waar nodig en mogelijk wordt een verklaring gegeven voor de verschillen en wordt de keuze die gemaakt is in de uiteindelijke berekening toegelicht.

Bij het aansluiten bij het vaak gebruikte model "de ecologische voetafdruk" (van Hall, 2000) is het niet altijd mogelijk om de precieze uitgangspunten te achterhalen (hoeveel weegt een plakje kaas, met hoeveel vlees wordt een boterham belegd, hoeveel boter smeert je). Daarom zijn daarvoor soms veronderstellingen gebruikt om tot de gewenste dimensie te komen (b.v. liter, kilogram). Uit contact met van Hall hebben wij begrepen dat de cijfers goed onderbouwd zijn, maar dat daarover geen openbaar rapport beschikbaar is (van Hall, 2002). Daardoor kan het niet worden uitgesloten dat er in sommige gevallen (m.n. bij voeding) interpretatieverschillen kunnen optreden. Het "Groen Kookboek" (Gerbens-Leenes, 2000) geeft voor een groot aantal voedingsmiddelen zowel het directe grondgebruik als het (indirecte) energieverbruik. Dit energieverbruik is via een CO₂-emissiefactor omgerekend naar vierkante meters (zie hierna bij punt 3) en bij het directe grondgebruik opgeteld om tot een voetafdruk voor het betreffende product te komen.

Het ligt in de bedoeling om het model verder uit te werken en daartoe nieuwe en alternatieve omrekenfactoren te ontwikkelen, zodat verbeteringsopties meteen kunnen worden doorgerekend. Gedacht kan worden aan:

- groene stroom;
- gerecycled papier;
- biologisch voedsel;

2. Equivalentiefactoren

Omdat de efficiëntie waarmee ruimte wordt gebruikt op de wereld aanzienlijk verschilt, moet – om internationale vergelijking van uitkomsten mogelijk te maken – niet alleen met werkelijke hectares worden gerekend, maar ook met "wereld hectares" of "global hectares" (zie o.a. WWF, 2002, p. 30-32; Gerbens-Leenes, 2000, p. 12-13).

¹ In veel gevallen betreft het een partiele onderbouwing afkomstig van geraadpleegde bronnen. In het kader van dit onderzoek is het niet mogelijk een totale onderbouwing te geven van alle gebruikte voetafdrukken.



Zo kunnen uit “de Ecologische Voetafdruk van acht Nederlandse gemeenten” (Gerbens-Leenes, 2000) de volgende verhoudingen worden afgeleid:

Categorie	werkelijke productiviteit (ha)	mondiale productiviteit (ha)	verhouding Nederland – Mondiaal
Fossiele energie	1,22	1,34	1,1
Akkerland	0,15	1,12	7,5
Grasland	0,14	0,39	2,8
Bos	0,33	0,36	1,1
Bebouwd land	0,34	1,00	2,9
Totaal	2,18	4,22	1,94

Het is te zien dat een Nederlandse hectare gemiddeld bijna 2x zo productief is als een “wereld hectare”.

Voor de uitkomsten in dit rapport maakt dit productiviteitsverschil weinig uit: veruit het grootste deel van de voetafdruk hangt samen met het verbruik van energie, een gering deel met “direct” ruimtegebruik of voeding.

3. CO2-vastlegging

Een belangrijke “truc” bij het bepalen van de mondiale voetafdruk wordt gevormd door het omrekenen van CO2-emissies naar hectares. De gedachtegang daarbij is dat CO2 wordt vastgelegd in biomassa (b.v. een bos).

Wackernagel et al (2000) gaat uit van een gemiddelde CO2-vastlegging van ca. 5,26 ton per hectare (ofwel 1 ton CO2 komt overeen met 0,19 ha) (p. 94). Maar bijvoorbeeld op de website www.co2.nl (CO2.nl)(waar men CO2-reductie kan “kopen”) wordt uitgegaan van maar liefst 10 ton per ha (ofwel 0,1 ha per ton CO2). Van Hall (2000) rekent met 0,195 ha per ton CO2.

In onze berekeningen gaan we uit van het best onderbouwde cijfer van Wackernagel (0,19 ton per ha).

Elke brandstof heeft een eigen CO2-emissiefactor. De vaste factoren per type brandstof staan vermeld in de tabel van Bijlage 2, punt 1. De benodigde energie bij de productie van allerlei producten is opgewekt met behulp van diverse brandstoffen. Op basis van CBS-gegevens (energiebalans 2000) is een “nationale mix” berekend met een bijbehorende CO2-emissie per GJ (opgenomen in genoemde tabel).

4. Direct grondgebruik

Het betreft hier de ruimte die wordt ingenomen door het kantoorpand, de tuin eromheen en de parkeerplaatsen. Het uitgangspunt voor de berekening wordt gevormd door de b.v.o. (bruto vloeroppervlakte) die het kantoor inneemt (inclusief archiefruimte). Om dit naar direct ruimtegebruik om te rekenen moet rekening worden gehouden met het totale b.v.o. van het gebouw.

Het volgende voorbeeld-rekenschema geeft dit aan:



totaal grondoppervlak	= grondoppervlak kantoor + tuin + parkeerplaatsen	= 1.500 m ²
b.v.o. kantoor	200 + 40 =	240 m ²
b.v.o. Totale gebouw		900 m ²
fractie toe te rekenen aan kantoor: b.v.o. kantoor / b.v.o. Totaal		0,267 of 26,7%
voetafdruk kantoor direct grondgebruik:	fractie (b.v.o.) x totaal grondoppervlak	26,7% van 1.500 = 400 m ² = 0,0400 ha

Bij de berekening is geen rekening gehouden met de equivalentiefactor (zie par. 2 van deze bijlage). Was dat wel gedaan dan valt het direct ruimtegebruik van het kantoor 3x zo hoog uit.

5. Energieverbruik kantoor

In het kantoor wordt aardgas gebruikt en elektriciteit.

Aardgas

Voor aardgas is de omrekenfactor **0,000346** ha-jr/kubieke meter aardgas (bepaald op basis van Van Hall (2000)).

Ter controle: verbranding van een kubieke meter aardgas (Slochteren kwaliteit) leidt tot een emissie van 1,77 kilogram CO₂ per kubieke meter.

Volgens Wackernagel et al (2000, p. 94) is voor een ton CO₂ gemiddeld 0,19 ha-jr nodig. Voor het invangen van 1,77 kilogram CO₂ uit een kubieke meter aardgas is derhalve **0,0003363** ha-jr per m³ aardgas nodig. Hierbij is dan nog geen rekening gehouden met het directe ruimtegebruik voor het aardgasnet, gasputten en dergelijke, en ook geen rekening gehouden met de indirecte CO₂-emissies (en andere emissies) die gepaard gaan met de productie van aardgas.

Elektriciteit

Voor elektriciteit in Nederland is de omrekenfactor **0,000079** ha-jr/kiloWattuur (bepaald op basis van Van Hall (2000)). Deze factor lijkt te laag. Als we bijvoorbeeld alleen kijken naar de directe CO₂-emissies die gepaard gaan met elektriciteitsopwekking en deze omrekenen naar hectares (factor: 0,19 ha gemiddeld nodig om een ton CO₂ in te vangen (Wackernagel et al (2000), p. 94), komen we tot het volgende staatje:

Type elektriciteitsopwekking	directe CO ₂ -emissie in kg per MWh	ruimtebeslag (ha-jr) per kWh
Aardgas	476,3	0,000090
Kolen	896,9	0,000170
Olie (lichte olie)	547,1	0,000104
Nationale mix 1991	682,4	0,000130

bron: TME, 1993 en Wackernagel et al, 2000.



Het lijkt ons derhalve beter om een wat hogere omrekenfactor te hanteren dan die van Van Hall.

Wackernagel et al. (2000, p. 83) geeft voor de verschillende opties van elektriciteitsopwekking (naar type brandstof of opwekkingsmedium) de volgende getallen (alle per kWh):

- kolen: **0,000161** ha-jr/kiloWattuur (op basis van EU wijze van opwekking)
- kolen: **0,000198** ha-jr/kiloWattuur (data uit Verenigd Koninkrijk)
- olie: **0,000150** ha-jr/kiloWattuur (data uit Verenigd Koninkrijk)
- aardgas: **0,000094** ha-jr/kiloWattuur (data uit Verenigd Koninkrijk)
- wind: **0,000006 - 0,000027** ha-jr/kiloWattuur (gebaseerd op het indirecte, geïncorporeerde energieverbruik voor de productie van windmolens)
- PV-cellen²: **0,00024** ha-jr/kiloWattuur (gebaseerd op het indirecte, geïncorporeerde energieverbruik voor de productie van PV-cellen)
- biomassa-houtachtig: **0,000027 – 0,000046** ha-jr/kiloWattuur
- waterkracht: **0,000010 – 0,000075** ha-jr/kiloWattuur (sterk afhankelijk van het type installatie)

De cijfers uit Wackernagel (2000) en die berekend op basis van CO₂-emissies zijn redelijk met elkaar in overeenstemming. De cijfers van Wackernagel zijn iets hoger dan berekend op basis van PIA (TME, 1993), hetgeen te verklaren is doordat Wackernagel ook de indirecte CO₂-emissies heeft meegenomen in de berekening, waardoor deze zo'n 10% hoger uitkomen.

Wij gaan uit van de gemiddelde Nederlandse mix en vermeerderen dit cijfer met 10% voor de indirecte emissies van CO₂. Dat leidt tot een omrekenfactor voor elektriciteit van **0,000146** ha-jr/kWh.

6. Kantoorbenodigdheden

Papier: 2 ha per ton. Kleine kantoorbenodigdheden, als plastic 4 ha per ton (Wackernagel, p. 95).

Meubilair

Volgens Best Foot Forward (2002, p. 12-13) is de voetafdruk voor meubilair 0,3 ha voor 234 kg. Dit komt neer op een specifieke voetafdruk van 0,0013 ha per kg.

Wij hebben dit aangehouden voor de verschillende soorten meubilair. Daarbij zijn wij uitgegaan van de volgende gewichten:

- bijzettafels: 15 kg per stuk
- spreektafel: 50 kg;
- bureaustoelen: op basis van IKEA (website www.ikea.nl) wordt geschat dat een bureaustoel ca. 25 kg weegt.

Computer apparatuur e.d.

Op basis van Best Foot Forward (2002, p.12-13) kan berekend worden dat de specifieke voetafdruk voor computers, elektronica, e.d. ca 0,004 ha per kilogram bedraagt.

² PV-cellen, ook wel zonnecellen of fotovoltatische cellen genoemd, deze produceren elektriciteit uit licht.



7. Voeding

Voor de bijdrage van voeding aan de voetafdruk zijn twee bronnen beschikbaar: het model "de Ecologische Voetafdruk" (EVA) van Van Hall (2000) en het "Groen Kookboek" (GK) van RUG/IVEM (Gerbens-Leenes, 2000). EVA vraagt naar aantallen (belegde) sneetjes, kopjes, glazen, per dag/week/maand etc. en geeft vervolgens per item een voetafdruk in ha op jaarbasis weer, terwijl GK van de levensmiddelen het ruimtebeslag in m²/kg (of liter) en het indirecte energieverbruik in MJ/kg (of liter) heeft berekend.

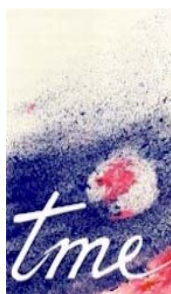
In het rekenmodel bij dit onderzoek wordt uitgegaan van de GK-gegevens, omdat de achterliggende berekening inzichtelijk is gemaakt. Het indirecte energiebeslag is omgerekend naar m² ruimte voor CO₂-vastlegging (zie punt 2 van deze bijlage) en vervolgens opgeteld bij het gegeven directe ruimtebeslag.

Hierna wordt zowel voor EVA als voor GK per kg levensmiddel de voetafdruk weergegeven:

levensmiddel	voetafdruk		Toelichting
	EVA (v Hall) m ² /kg (lt)	GK (IVEM) m ² /kg (lt)	
brood	1,777	2,712	EVA vraagt het aantal boterhammen (bruin/wit) per dag; uitgaande van 24 sneetjes per brood en een gewicht van 800 gram per brood
melk, halfvol	7,260	1,940	EVA vraagt het aantal glazen melk of karnemelk per dag; uitgaande van een inhoud van 200 ml per glas
karnemelk	5,616	2,104	EVA o.b.v. 200 ml per glas
salades	18,750	10,113	zowel EVA als GK o.b.v. "kant-en-klaar maaltijden"; bij EVA aanname van 500 gram per maaltijd ³
vleesbeleg	172,121	71,770	EVA vraagt naar het soort beleg per week van het aantal boterhammen (per dag) dat eerder is opgegeven; onder aftrek van voetafdruk van het brood is voetafdruk beleg berekend; uitgaande van 6 plakjes vleesbeleg per ons en 50% ham en 50% rookvlees
kaas, oud	147,170	18,860	EVA: op dezelfde wijze als vleesbeleg en 5 plakjes oude kaas per ons
luxe broodjes	4,620	5,304	EVA vraagt naar het aantal per week; voetafdruk is 0,462 m ² /stuk; aanname 100 gram per stuk ⁴
ander beleg, pindakaas	13,736	5,360	EVA: uitgaande van 450 gram per pot beleg en 10 gram per boterham; GK o.b.v. "overig zoet"

³ Op basis van www.ijskoning.nl.

⁴ Op basis van www.me-net.dds.nl.



levensmiddel	voetafdruk		Toelichting
	EVA (v Hall) m ² /kg (lt)	GK (IVEM) m ² /kg (lt)	
ander beleg, hagelslag/pasta	519,231	5,666	EVA: voetafdruk chocolade (cacao) is fors hoger dan die van pindakaas; o.b.v. 500 gr per verpakking en 10 gr per boterham
ander beleg, overig zoet	23,94	5,360	EVA: o.b.v. 450 gr per verpakking en 10 gr per boterham
roomboter	148,330	25,637	EVA vraagt naar het aantal boterhammen dat besmeerd is met roomboter; elders wordt gevraagd naar gebruik van roomboter (aantal pakjes) per maand bij het koken; uitgaande van 50 ⁵ besmeerde boterhammen per pakje (250 gram); deze voetafdruk is gelijk aan de berekende voetafdruk voor gebruik van roomboter bij het koken (pakjes, zonder de aanname van 50 boterhammen per pakje boter)
dranken, bier	3,288	1,709	EVA vraagt naar aantal glazen of blikjes per dag; uitgaande van glazen van 200 ml; bier uit blik heeft een 3,5 maal grotere voetafdruk, nl. 11,324 m ² /lt); GK: o.b.v. bier uit flesjes (0,33 lt); voor bier uit blik (0,33 lt) is de voetafdruk 1,553 m ² /lt
dranken, wijn	16,438	5,816	EVA: o.b.v. aantal glazen per dag en uitgaande van 100 ml per glas
fris, geen sap	2,740	1,145	EVA: uitgaande van glazen van 200 ml; GK o.b.v. 1,5 lt-flessen
fris, sap (jus of appelsap)	5,342	2,707	EVA: uitgaande van glazen van 200 ml
chocolademelk	32,400	2,917	EVA: o.b.v. glazen van 200 ml; GK: o.b.v. chocoladevla
koffie	30,297	20,83	EVA: o.b.v. aantal kopjes à 150 ml per dag is de voetafdruk 4,54 m ² /kopje (gemiddelde van zwart, met suiker, met melk en met suiker en melk); GK: voetafdruk in kg koffie

⁵ Verschillende websites over voeding en (over)gewicht gaan eveneens uit van 5 gram boter per sneetje brood (www.calorieonline.nl, www.Overgewicht.nl).



levensmiddel	voetafdruk		Toelichting
	EVA (v Hall) m2/kg (lt)	GK (IVEM) m2/kg (lt)	
thee	47,740	41,842	EVA: op dezelfde wijze als koffie is de voetafdruk 7,16 m2/kopje; GK gaat uit van builtjes in doosjes
koekjes	13,462	5,170	EVA: vraagt naar ons koekjes per week
koffiemelk		4,813	bij EVA is koffiemelk (en suiker) bij koffie meegenomen; GK: o.b.v. pakken koffiemelk
suikerklontjes		3,683	bij EVA meegenomen bij koffie
cup a soup	7,535	4,721	EVA: o.b.v. soep uit blik of glas à 470 gr; GK: o.b.v. (maaltijd)soep

De soms grote verschillen tussen vierkante meters volgens EVA en GK wordt voor een groot deel veroorzaakt door het al dan niet uitgaan van een gemiddelde opbrengst per hectare. EVA gaat uit van een gemiddelde opbrengst wereldwijd, terwijl GK uitgaat van werkelijke vierkante meters (als deze in Nederland liggen zijn het vierkante meters met een Nederlandse opbrengst, als deze in Brazilië liggen betreft het vierkante meters met een Braziliaanse opbrengst per vierkante meter, zie par. 2 van deze bijlage).

8. Transport

Omdat transport in dienstverlenende organisaties een belangrijk deel van de voetafdruk bepaalt, is het van belang de te gebruiken factoren relatief nauwkeurig te schatten, omdat een eventuele fout in de totaalkomst flink doorwerkt.

Immers, een kleine procentuele afwijking kan dan al een flinke invloed hebben op de uitkomsten, zeker in vergelijking met "kleinere" posten.

Er zijn verschillende manieren om de voetafdruk te bepalen.

Personenauto

De voetafdruk van personenauto's kan op verschillende manieren berekend worden. Het eenvoudigste is om uitgaande van de kengetallen in het model "de ecologische voetafdruk" (van Hall, 2000).

Nadeel daarvan is dat er dan gerekend wordt met gemiddelde auto's en kilometers, terwijl het ons inziens zuiverder en gedetailleerder is om in ieder geval te kijken naar het brandstofverbruik (want dat is bekend).

Wij hebben de volgende berekening voor een voetafdruk gevolgd voor een personen auto:

- de voetafdruk als gevolg van het brandstofverbruik;
- de voetafdruk als gevolg van de productie van de auto en het onderhoud;
- de voetafdruk als gevolg van het fysieke gebruik van de weg.



Brandstofverbruik

Het directe brandstofverbruik kan relatief eenvoudig worden omgerekend naar CO₂-emissies. Ook kan een schatting worden gemaakt van het indirecte brandstofverbruik dat nodig is om benzine, diesel en lpg te produceren. Aldus kunnen de totale aan het brandstofverbruik toe te rekenen CO₂-emissies worden bepaald. Vervolgens kan de CO₂-emissie worden omgerekend naar ha-jr, door rekening te houden met de benodigde oppervlakte die nodig is om CO₂ vast te leggen (zie paragraaf CO₂-vastlegging).

De CO₂-emissiefactoren voor brandstoffen en voor de productie van brandstoffen zijn opgenomen in bijlage 2.

Productie en onderhoud van personenauto's

Voor de productie en het onderhoud van auto's wordt uitgegaan van een jaarlijkse voetafdruk van 0,19 ha.

Gebruik infrastructuur

Op basis van CBS-gegevens over ruimtebeslag van het Nederlandse wegennet en de hoeveelheid autokilometers per voertuigtype over dat wegennet is het gebruik van de infrastructuur berekend per autokilometer.

Volgens het CBS (Statline) was in 1996 113.164 ha verharde weg in Nederland. Op de verharde weg werd in het totaal 109.086 miljoen voertuigkilometers (in 1997) afgelegd, waarvan 82,2% met een personenauto. Dit komt per miljoen voertuigkilometer neer op 1,037387 ha.

De trein

Voor het gebruik van de trein wordt uitgegaan van de cijfers die ook door Van Hall worden gebruikt.

Uit het model "de ecologische voetafdruk" kan worden afgeleid dat het reizen van 1000 km per trein per maand (ofwel 12.000 km per jaar) leidt tot een voetafdruk van 0,122 ha. Per kilometer treinreis is de voetafdruk derhalve **0,0000101** ha.

De CO₂-uitstoot (direct) bedraagt (volgens ECN, 2001. p.19) 0,05 kg/reizigerkilometer.

Overig openbaar vervoer

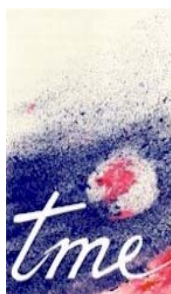
Onder overig openbaar vervoer valt de tram, de bus en de metro. Hiervoor is uitgegaan van de cijfers van Van Hall.

Uit het model "de ecologische voetafdruk" kan worden afgeleid dat het reizen van 500 km per bus, tram of metro per maand (ofwel 6.000 km per jaar) leidt tot een voetafdruk van 0,107 ha.

Per kilometer bus-/tram-/metroreis is de voetafdruk derhalve **0,0000178** ha.

Het vliegtuig

Wackernagel maakt onderscheid tussen continentale en intercontinentale vliegelingen. De factor per gevlogen kilometer voor continentale vluchten is **0,000090** ha, voor intercontinentale vluchten **0,000060** ha.



BIJLAGE 2: ENKELE EMISSIEFACTOREN VOOR KOOLSTOFDIOXIDE

Hoewel het internet vol staat met allerlei sites die gewijd zijn aan klimaat(verandering) is het moeilijk om een overzicht te vinden van relevante en bruikbare emissiefactoren voor CO2. Omdat CO2-emissies in de mondiale voetafdruk echter een belangrijke rol spelen menen wij dat het van belang is om hierin zoveel mogelijk inzicht te hebben.

1. Vaste factoren

CO2-emissies en dus emissiefactoren worden bepaald door de hoeveelheid koolstof die zich in een brandstof bevinden. Het betreft dus een "natuurlijk" gegeven.

Onderstaande tabel geeft van een aantal relevante brandstoffen de emissiefactoren weer.

Brandstof	CO2-emissie		bron:
Benzine	2,39 kg per liter		ACEA, 2002
	s.g. = 0,755 kg/liter		VITO, 2002 (s.g.)
	3,166 kg per kg benzine		RIVM, 2002
Diesel	2,67 kg per liter		ACEA, 2002
	s.g. = 0,845 kg/liter		VITO, 2002 (s.g.)
	3,136 kg per kg diesel		RIVM, 2002
LPG	1,614 kg per liter		BFC, 2002 (geschaald met benzine)
	s.g. = 0,57 kg/liter		RIVM, 2002
	3,618 kg per kg LPG		
Lichte Stookolie	3,138 kg per kg	23.26 kg = 1 GigaJoule = 73 kg CO2	TME, 1993 (PIA, gebaseerd op CBS 1991)
	s.g. 0,86 kg/liter		
	2,698 kg per liter LS		
Zware Stookolie	3,129 kg per kg	24.93 kg = 1 GigaJoule = 78 kg CO2	BUWAL
	s.g. 0,86 kg/liter		
	2,698 kg per liter ZS		
Aardgas	1,77 kg per m3	32,6 m3 = 1 GigaJoule = 57,7 kg CO2	TME, 1993 en CBS energiebalans, 2003
Steenkool	2,73 kg per kg kolen	37 kg kolen = 1 GigaJoule = 101 kg CO2	TME, 1993 (PIA, gebaseerd op CBS 1991)
Nationale mix	12% steenkool, 37% aardolie, 51% aardgas	1 GJ = 68,4 kg CO2	CBS energiebalans, 2003



Deze tabel kan worden gebruikt om de CO₂-emissies te berekenen, indien het brandstoffenverbruik (naar soort en hoeveelheid) bekend is. Het is dan niet nodig om met allerlei afgeleide emissiefactoren, bijvoorbeeld per afgelegde kilometer, per ton vracht, etc. te rekenen.

2. Indirecte CO₂-emissies

Van vrijwel alle producten kunnen de indirecte emissies van CO₂ worden berekend. Dit kan door een zogenaamde Levens Cyclus Analyse uit te voeren, waarbij ook de emissies die gepaard gaan met de toeleverantie mee te nemen (ook wel de indirecte emissies).

Het voert te ver om voor alle productcategorieën die bij een bedrijf spelen dergelijke emissies te berekenen, mede ook omdat deze emissies meesttijds al zijn opgenomen in de omrekenfactoren die gebruikt zijn.

Voor voeding zijn de indirecte CO₂-emissies overgenomen uit het "Groen Kookboek". Hierna zijn de emissies die samenhangen met de productie van brandstoffen voor het wegverkeer weergegeven.

CO₂-emissies die optreden bij Raffinage van brandstoffen per kilogram brandstof

Brandstof	CO ₂ -emissies per kilogram brandstof
Benzine	407 gram
Diesel	240 gram
LPG	239 gram

bron: CE, 2001

Brandstof	s.g. kg/lt	energie-inhoud MJ/lt
Benzine	0,755	32,9
Diesel	0,845	35,9
LPG	0,570	24,0

	CO ₂ -emissiefactor kg CO ₂ /GJ		CO ₂ -emissiefactor kg CO ₂ /liter		CO ₂ -emissiefactor kg CO ₂ /kg	
Benzine	72,3	100%	2,37867	100%	3,15056	100%
Diesel	73,3	101%	2,63147	111%	3,11417	99%
LPG	66,4	92%	1,59360	67%	2,79579	89%