

RIVM rapport 251701 040

**Voetafdrukken van Nederlanders**

Energie- en ruimtegebruik als gevolg van Consumptie. Achtergronden MB98 en MB99.

J.P.M. Ros (Red.)

Januari 2000

Co-auteurs:

H. Booij, G.J. van den Born, R.M.M. van den Brink, J.G. Elzenga, K.T. Geurs, P. van der Poel, C.J. Roghair, G.A. Rood, K. Vringer, D.P. van Vuuren, H.C. Wilting.

Dit onderzoek werd verricht in opdracht en ten laste van het ministerie van VROM, Directoraat Generaal Milieubeheer, directie Strategische Planning, in het kader van project Milieubalans 99.



## Abstract

Energy, space (including the land-surface dimension) and biodiversity are considered as key resources in Dutch environmental policy. Developments related to these resources point more-or-less in the direction of the problem of worldwide natural resources. Here, several methods will be presented and analysed for calculating the space and energy used by Dutch people in relation to their lifestyles, and the influence of these on international environmental biodiversity. This is based on the ideas of the Ecological Footprint. The report also functions as a background document for the Environmental Balance of 1999.

People use energy directly for their essential living comfort (heating, electrical apparatus) and mobility, but also indirectly through materials used in all kinds of products and food items. Between 1948 and 1996 total energy consumption continued to increase to five times its original value. The energy consumption per capita increased by a factor of 3 from 35 to 120 GJ/Cap, mainly due to the increase in private cars and the introduction of central heating. Without the introduction of efficiency improvements, the energy consumption per capita would have been 40 GJ higher.

Direct and indirect use of land by the Dutch population did not show such a spectacular growth, increasing in the same period from 7.9 million ha to 10.7 million ha, mainly due to population growth. The influence of a higher consumption pattern was more-or-less compensated by improved technology and production efficiency.

In an indicative estimate the ecological biodiversity value decreased worldwide, from the original 100 % to 73 % in 1970 and 72 % in 1990.

The Dutch contribution to the 27–28 % total decrease was limited to about 0.2 % (mainly caused by the demand for cattle feed and forest products like wood and paper).



## Voorwoord

Dit rapport heeft de titel ‘Voetafdrukken van de Nederlanders’.

Deze titel refereert enerzijds aan het begrip ecological footprint zoals dat enkele jaren geleden door Wackernagel en Rees is geïntroduceerd en geeft anderzijds weer, dat er in dit rapport een Nederlandse invulling aan is gegeven.

Deze invulling behelst niet alleen methodische veranderingen en aanpassingen maar ook een stapje terug in de aggregatie naar het beslag op de sleutelvoorraden energie, ruimte en biodiversiteit afzonderlijk.

De voetafdrukken zijn gerelateerd aan het doen en laten van de Nederlanders en dat begrip is dermate veelomvattend dat veel RIVM-ers een rol hebben gespeeld bij de uitwerking ervan.

De hiernavolgende lijst vermeldt die RIVM-medewerkers die een belangrijke bijdrage hebben geleverd aan de totstandkoming van dit rapport.

Booij, H.	(Ruimtebeslag)
Born, G.J. van den	(Beslag op biodiversiteit door Nederlanders)
Brink, R.M.M. van den	(Energiegebruik door mobiliteit van Nederlanders)
Elzenga J.G.	(Ruimtebeslag, redactie)
Geurs, K.T.	(Energiegebruik door mobiliteit van Nederlanders)
Poel, P. van der	(Ruimte- en energiebeslag)
Roghair, C.J.	(Beslag op biodiversiteit door Nederlanders)
Rood, G.A.	(Energiegebruik door consumptie van Nederlanders)
Vringer, K.	(Energiebeslag)
Vuuren, D.P. van	(Landenvergelijking van Footprint)
Wilting, H.C.	(Energiebeslag)

J.P.M. Ros, (Diverse bijdragen, samenstelling en eindredactie)



# Inhoud

<b>Abstract</b>	<b>3</b>
<b>Voorwoord</b>	<b>5</b>
<b>Inhoud</b>	<b>7</b>
<b>Samenvatting</b>	<b>11</b>
<b>1. Inleiding</b>	<b>13</b>
<b>2. Berekeningsmethodieken</b>	<b>15</b>
2.1 <i>Inleiding</i>	15
2.2 <i>Definitie van aan Nederlanders toe te rekenen activiteiten</i>	15
2.3 <i>Korte schets van diverse benaderingsmethodieken</i>	16
2.3.1 Ecological footprint	16
2.3.2 Ruimte- en energiebeslag	18
2.3.3 Het berekenen van energie-intensiteiten en het huishoudelijk energiebeslag	18
2.3.4 Energiegebruik door consumptie van Nederlanders, (MB98)	20
2.3.5 Ruimteclaim van hout- en papierproducten	21
2.3.6 Toepassing Footprint concept voor Benin, Bhutan, Costa Rica en Nederland	22
2.3.7 Biodiversiteit	23
2.4 <i>Gehanteerde methode bij de berekening voor de Milieubalans 99</i>	23
2.4.1 Bepaling energiegebruik van Nederlandse consumenten tussen 1948 en 1996.	23
2.4.2 Methodiek bepaling ruimtebeslag	25
2.4.3 Methodiek voor het beslag op biodiversiteit door Nederlanders gerelateerd aan ruimtebeslag	26
<b>3. Resultaten</b>	<b>29</b>
3.1 <i>Inleiding en introductie op analysetechnieken</i>	29
3.2 <i>Energiegebruik van Nederlandse consumenten</i>	29
3.2.1 Toelichting op analyse in de Milieubalans 98	29
3.2.2 Toelichting bij de analyses voor de Milieubalans 99	30
3.2.3 Bevolkingsomvang	32
3.2.4 De invloed van verschuivingen tussen huishoudtypes	32
3.2.5 Volumegroei (gedragsverandering) en efficiëntieverbeteringen verwarming, elektriciteit en mobiliteit	33
3.2.6 Het totale energiegebruik en efficiëntieverbeteringen en volumeveranderingen	40
3.3 <i>Ruimtebeslag van Nederlanders</i>	42
3.3.1 Ontwikkelingen in de afgelopen 45 jaar	42
3.3.2 Invloeden van techniek cq productefficiëntie, consumptie en bevolkingsgroei	42
3.3.3 Mate van zelfvoorziening	44
3.3.4 Verdeling over consumptiecategorieën	45
3.4 <i>Beslag op biodiversiteit door Nederlanders</i>	45
<b>4. Verschillende gebruiksdoelen en de relatie tot methodische keuzen</b>	<b>49</b>
4.1 <i>Inleiding</i>	49
4.2 <i>Verdeling over consumptiecategorieën</i>	49

4.3	<i>Vergelijkingen tussen inwoners uit verschillende landen</i>	49
4.4	<i>De winst- en verliesrekening van de handel</i>	51
4.5	<i>De voetstappen moeten op aarde passen</i>	52
	<b>Literatuur</b>	<b>55</b>
	<b>Bijlage 1 Verzendlijst.</b>	<b>59</b>
	<b>Bijlage 2 Basistabel energiebeslag MB98.</b>	<b>61</b>
	<b>Bijlage 3 Ruimtebeslag per product</b>	<b>63</b>
	<b>Bijlage 4 Energiegebruik door Nederlanders</b>	<b>69</b>
	<b>Bijlage 5 Bepaling gas- en elektriciteitsgebruik</b>	<b>71</b>
	<b>Lijst van figuren</b>	
figuur 2-1	De Nederlandse Footprint volgens Wackernagel en Rees ( Wackernagel & Rees 1996).....	17
figuur 2-2	Energiestromen in Nederland.....	20
figuur 2-3	De trend in het jaarlijkse energiegebruik per capita voor de periode 1948-1996, exclusief energie efficiëntieveranderingen binnen de toeleverende sectoren (handel, industrie en transport). Bron: Vringer en Blok (1999) .....	24
figuur 3-1	Invloedsfactoren op energiegebruik huishoudens .....	30
figuur 3-2.	Energiegebruik voor alle Nederlandse consumenten tussen 1948 en 1996 volgens (Vringer, 1998) en (Vringer en Blok, 199) en de berekende realisatie.....	31
figuur 3-3	Het primaire energiegebruik per persoon voor de verwarming van een gemiddelde woning tussen 1950 en 1995,excl. efficiëntieveranderingen en excl. volume- en efficiëntie veranderingen (Afgeleid uit: Nijland, 1999). .....	35
figuur 3-4	Het primaire energiegebruik per persoon voor het huishoudelijke elektriciteitsgebruik tussen 1980 en 1997, ,excl. efficiëntieveranderingen en excl. volume- en efficiëntie veranderingen (Afgeleid uit: Boonekamp en Jeeninga (1999)) .....	36
figuur 3-5	Ontwikkeling energiegebruik personenvervoer 1960-1997 .....	39
figuur 3-6	Het directe en indirecte energiegebruik per capita. ....	41
figuur 3-7	Het directe en indirecte ruimtegebruik als gevolg van de consumptie door Nederlanders in de periode 1960-1995.....	42
figuur 3-8	Consumptiepatroon van enkele producten in de periode 1960 – 1995. ....	44
figuur 3-9	verdeling totale ruimtebeslag van Nederland (1995) .....	45
	<b>Lijst van tabellen</b>	
Tabel 2-1	Overzicht van Land Use/Cover klassen in IMAGE2 .....	27
Tabel 2-2	Ecologische waardering van ecosystemen .....	28
Tabel 3-1.	Verdeling van de huishoudtypen voor 1980 en 1995 en de gemiddelde energie-intensiteit in 1995. ....	33
Tabel 3-2.	Het in deze analyse gebruikte onderscheid tussen volumeverandering en efficiëntieverandering voor de verwarming van de woning, mobiliteit en elektriciteit, geïllustreerd met de belangrijkste variabelen .....	34
Tabel 3-3.	Determinanten voor het energiegebruik in het personenvervoer .....	37



---

Tabel 3-4. Analyse van energiegebruik in het personenvervoer (index 1960 = 100).....	39
Tabel 3-5 Bijdrage Nederland in het teruglopen van oorspronkelijk ecologisch waardepotentieel .....	46
Tabel 3-6. Berekening van ratio's mondiaal versus nationaal .....	47
Tabel 4-1 Basistabel energiebeslag over meerdere jaren van Nederlanders in PJ (MB 98)....	61



## Samenvatting

Dit rapport geeft een nadere invulling aan het idee van afwenteling van milieuproblemen op het buitenland achter de indicator 'ecological footprint' zoals die door Wackernagel en Rees in 1996 is geïntroduceerd. Hierbij wordt gebruik gemaakt van eerder ontwikkelde benaderingsmethodieken betreffende het thema Verspilling ofwel het 'beslag op de sleutelvoorraden ruimte en energie'. Tevens worden daarmee samenhangende thema's als biodiversiteit, leefstijl en consumptiepatronen in nationaal verband nader geanalyseerd. Daarnaast is dit rapport als achtergrondrapport bij de Milieubalans 99 een verantwoording van de rekenmethodieken die in dat kader zijn gehanteerd alsmede de resultaten daarvan.

Het totale energiegebruik als gevolg van consumptie door Nederlanders is tussen 1948 en 1996 constant gestegen (de economische recessie van de jaren 80 daargelaten) en daarbij vervijfvoudigd (zie figuur 3-1). Het totale energiegebruik *per persoon* is tussen 1948 en 1996 meer dan verdrievoudigd van 35 naar ruim 120 GJ (zie figuur 3-6).

De sterkste groei vond plaats tussen 1960 en 1980, mede als gevolg van de sterke groei van het autogebruik en de introductie van de centrale verwarming.

Zonder de belangrijkste efficiencyverbeteringen zou het energiegebruik per persoon tussen 1948 en 1996 met ruim 40 GJ extra zijn gestegen. De belangrijkste bijdragen daaraan vormde de isolatie van woningen, de efficiency-verbeteringen van elektrische apparaten en die van verwarmingsinstallaties (30 GJ). Deze efficiencyverbeteringen binnen het huishouden zijn echter lang niet genoeg geweest om de consumptiegroei te compenseren.

Het ruimtebeslag van de Nederlanders is tussen 1960 en 1995 toegenomen zij het veel minder spectaculair dan het energiebeslag, van 7,9 mln. ha in 1960 tot 10,7 mln ha in 1995 (zie figuur 3-7). De toename door de verhoogde consumptie 5,8 mln ha. wordt daarbij ongeveer gecompenseerd door een verbetering in productietechnieken en productie-efficiëntie 5,3 mln. ha.

Hierdoor houdt in 1995 de toename van het ruimtebeslag min of meer gelijke tred met de groei van de bevolking.

Ten aanzien van de biodiversiteit is volgens een ruwe schatting wereldwijd de ecologische waarde afgenomen van 100% (oorspronkelijke bedekking) naar 73% in 1970 en 72% in 1990. Voor deze daling over het traject tot aan 1970 en 1990 is Nederland verantwoordelijk voor ca 0.2% (van de 27%, resp. 28% waarde daling).

De beschrijvingen van de voor de Milieubalansen gehanteerde methodieken en definities geven aan, dat er tal van keuzen worden gemaakt die niet los kunnen worden gezien van het gebruiksdoel van de verkregen informatie. In het laatste hoofdstuk worden enkele van de mogelijke gebruiksdoelen beschreven met de betekenis hiervan voor methodische keuzen.



## 1. Inleiding

De ‘ecological footprint’ zoals die door Wackernagel en Rees is gelanceerd (Wackernagel & Rees, 1996) als een hoog geaggregeerde duurzaamheidsindicator heeft de afgelopen jaren nogal wat aandacht gekregen. Deze aandacht toont de communicatieve kracht van deze indicator, met name door de naamgeving en waarschijnlijk in iets mindere mate ook door de begrijpelijke dimensie (hectares), waarin de waarden worden uitgedrukt. Die aandacht heeft er in ieder geval toe geleid, dat in de Milieubalans 99 expliciet aandacht aan de ‘ecological footprint’ is besteed en vooral de daaraan gerelateerde duurzaamheidsvraagstukken. De term zelf komt in de Milieubalans 99 niet nadrukkelijk terug, mede als gevolg van de vele discussies in wetenschap en beleid over de werkelijke betekenis ervan. Deze hebben er onder meer toe geleid, dat de VROM-raad heeft geadviseerd het gebruik van de aldus berekende ‘ecological footprint’ niet voor algemene beleidsdoelen te gebruiken (VROM-Raad, 1999).

In dit rapport wordt enerzijds een beschrijving van de gehanteerde rekenmethodieken en veronderstellingen gepresenteerd. Er wordt immers bewust afgeweken van de door de bedenkers gepresenteerde methodiek om recht te doen aan de van meerdere zijden geuite kritiek. Daarnaast wordt een beschouwing op de mogelijkheden van indicatoren gegeven voor aandachtspunten, die door de ‘ecological footprint’ in discussie zijn gebracht.

Er worden verschillende typen voetafdrukken gebruikt (overigens in het besef, dat slechts ruimtebeslag als zuivere voetafdruk kan worden gezien). De onderscheiden typen komen sterk overeen met indicatoren, die al enkele jaren worden gehanteerd in het kader van het thema Verspilling. Zij geven het beslag op de sleutelvoorraden ruimte, energie en biodiversiteit van de leefstijl of de consumptie van de Nederlanders. In zeker zin wordt dan ook voortgeborduurd op de al eerder beschreven rekenmethodiek (Hoek, van den P.W.M., 1996), zij het dat de afgelopen jaren een aantal belangrijke verbeteringen in deze methodiek is verwerkt. Hoofdstuk 2 gaat vooral in op de methodische aspecten en de definities en in hoofdstuk 3 worden de verschillende analyses en de resultaten geïllustreerd. In hoofdstuk 4 tenslotte worden enkele conclusies getrokken met betrekking tot de bruikbaarheid en de verschillende gebruiksdoeleinden van de indicatoren en het begrip voetafdruk en worden aanbevelingen gedaan voor verdere uitwerking ervan.



## 2. Berekeningsmethodieken

### 2.1 Inleiding

Er zijn in de afgelopen jaren verschillende getallen gepresenteerd voor het ruimtebeslag, het energiegebruik of de 'ecological footprint'. Daarbij ontstonden er grote onderlinge verschillen, die veelal verklaard kunnen worden door verschillen in definities, afbakening, veronderstellingen en dergelijke. Op zich dus begrijpelijk, maar verwarrend voor diegenen, die slechts een resultaat te zien krijgen.

In de Milieubalans 97 (RIVM 1997) is al eerder ingegaan op enkele belangrijke verschillen, die maken, dat het ruimtebeslag ofwel ruim 2 maal ofwel 15 maal het oppervlak van Nederland besloeg. Eén van de definitiekwesties daarbij betrof de inperking tot consumptie of het beslag op voorraden van het gehele economisch systeem in Nederland (in welk geval geëxporteerde producten niet worden afgetrokken).

Een ander punt betrof de CO<sub>2</sub> emissies t.g.v. het energiegebruik. In een duurzame situatie zouden deze gecompenseerd worden met een ruimtebeslag dat voor consumptie alleen zou neerkomen op 6 maal en voor die van de productie en consumptie samen zelfs op 12 maal het oppervlak van Nederland.

In de Milieubalans 99 worden het beslag op ruimte, energie en biodiversiteit van de Nederlanders als consumenten gepresenteerd. De daarbij gehanteerde methodiek wordt in dit hoofdstuk beschreven. Daarnaast is een korte schets gegeven van eerder door het RIVM of anderen gepresenteerde methoden om een beeld te geven van de verschillen en overeenkomsten.

### 2.2 Definitie van aan Nederlanders toe te rekenen activiteiten

Het doen en laten van Nederlanders is veelomvattend. De Nederlanders zijn niet alleen consument, maar spelen ook een rol in het Nederlandse productiesysteem, dat gedeeltelijk ten behoeve van de export werkt. Ergens daartussen moet de grens worden getrokken want producten, die in het buitenland door anderen worden geconsumeerd, willen we buiten beschouwing laten. Voor de Milieubalans 99 is voortgeborduurd op de benadering in eerdere MB's, passend bij de indicatoren voor Verspilling (Van den Hoek e.a. 1996). De achterliggende gedachte daarbij was, dat op een vergelijkbare manier vaststellen van het beslag op voorraden van mensen in alle andere landen bij optelling het mondiale beslag op voorraden zou moeten opleveren. In hoofdlijnen betekent de gemaakte keuze:

Als basis geldt de Nederlandse markt. Het gaat daarbij om zowel in Nederland geproduceerde als geïmporteerde goederen, voor zover deze worden afgezet op de Nederlandse consumentenmarkt. Geëxporteerde goederen tellen daarbij niet mee. Activiteiten van Nederlanders buiten de grens worden meegenomen, echter niet de activiteiten van Nederlandse bedrijven in het buitenland.

Alle vormen van dienstverlening binnen Nederland worden in brede zin geheel toegerekend aan Nederlanders, die in buitenland helemaal niet.

Materialen voor infrastructuur (wegen, leidingen etc.) worden in de beschouwingen meegenomen.

Zakelijke ondersteuning wordt aan Nederlanders toegerekend. Dit betreft benutting van kantoren, catering bij bedrijven etc, woon-werkverkeer en zakenreizen in binnen- en buitenland met alle daarvoor toegepaste transportmiddelen.

Militaire activiteiten worden niet meegenomen. Reden is niet alleen de toegankelijkheid van de gegevens maar ook de internationalisering van de activiteiten bij inzet voor internationale vredesoperaties.

Betreffende deze uitgangspunten zijn enkele verschillen te onderkennen met die van diverse andere studies naar het energiegebruik van huishoudens waarbij steeds één of meer van de genoemde posten buiten beschouwing zijn gelaten.

Meest opvallende punt is wellicht het meenemen van de zakenreizen waarbij twee argumenten een rol spelen. Allereerst rekenen we deze manier van werken ook tot de leefstijl en bovendien worden zakenreizen soms/dikwijls gecombineerd met ontspanningsuitstapjes of vakanties.

## **2.3 Korte schets van diverse benaderingsmethodieken**

Er zijn diverse methoden ontwikkeld, die tot doel hebben voetafdrukken of indicatoren voor het beslag op voorraden te kunnen berekenen. De belangrijkste bronnen in de context van de in de Milieubalans 99 gepresenteerde gegevens en analyses worden hieronder kort besproken. Daarbij worden in sommige gevallen toepassingen aangestipt.

### **2.3.1 Ecological footprint**

De auteurs Wackernagel en Rees komt de lof toe voor de communicatieve kracht van de naamgeving 'ecological footprint' (Wackernagel & Rees, 1996). Zij hebben hiermee een voorstel gedaan voor een veel omvattende hoog geaggregeerde indicator voor duurzaamheid. De gehanteerde dimensie (landoppervlak) is begrijpelijk en bovendien goed te relateren aan een absolute grens op aarde.

Voor de aggregatiestappen zijn uiteraard veronderstellingen nodig. Voorbeelden daarvan zijn:

De vertaling van CO<sub>2</sub>-emissies in landoppervlak door uit te gaan van een gewenste opname in biomassa van CO<sub>2</sub>. Nadeel bij de hierbij gehanteerde veronderstellingen is wel een waarschijnlijk te eenvoudige afspiegeling van de evenwichtsprocessen in de praktijk.

Het meenemen van elementen, die niet direct met landoppervlak te maken hebben zoals visconsumptie en kerncentrales.

De veronderstellingen over de technische kenmerken van de productieprocessen (landbouwproductiviteit, energie-efficiënte), die niet in alle gevallen land-specifiek konden worden uitgewerkt en ook niet altijd zijn afgestemd op het gebruiksdoel. Het energiebeslag is afgeleid uit de totale energieconsumptie van een land, hetgeen voor Nederland (als



exporteur van vele energie-intensieve producten en materialen) een overschatting oplevert. Zie ook figuur 2-1.

### Bepaling van de Nederlandse voetafdruk

Om de zaken eenvoudig te houden worden voor huishoudelijke consumptie alleen de vier belangrijkste categorieën in beschouwing genomen: bebouwd land, voedsel, houtproducten en fossiele brandstof. Hiermee worden belangrijke dubbeltelling vermeden terwijl dit toch voldoende is om de kracht van de Ecologische voetafdruk te illustreren.

#### *BASISGEGEVENS (Nederland):*

Bevolking in 1991: 15.050.000; Landoppervlak: 33.920 Km<sup>2</sup>, gebouwd oppervlak: 538.000 Ha. Commerciële energieconsumptie in 1991: 3.197 PJ – 36 PJ uit niet fossiele bronnen (voornamelijk nucleaire energie). Vandaar dat voor deze berekening wordt uitgegaan van 210 GJ/inw/jr fossiel brandstofverbruik. (3197-36)/15.000.000.

#### *BEREKENINGEN:*

**Bossen:** uitgaande van een houtconsumptie van 1,1 m<sup>3</sup>/Ha/Jr en een houtproductie van 2,3 m<sup>3</sup>/Ha/Jr komt de consumptie overeen met 0,47 Ha/inw. (1,1/2,3)

**Fossiele brandstof:** 210 GJ/inw/Jr overeenkomend met 2,1 Ha/Inw. (210 GJ/inw/Jr/100 GJ/Ha/Jr).

#### *RESULTATEN:*

<b>Voedsel:</b>	akkerbouw	0,45 Ha/Inw
	veeteelt	0,26 Ha/Inw
<b>Houtproducten:</b>	1,1 m <sup>3</sup> /Inw/Jr	0,47 Ha/Inw
<b>Fossiele brandstof:</b>	210 GJ/Inw/Jr overeenkomend met	2,10 Ha/Inw
<b>Gebouwd en wegen</b>	538.000/15.000.000	0,04 Ha/Inw
<b>Totale voetafdruk per inwoner</b>		<b>3,32 Ha/Inw</b>

De totale Nederlandse Voetafdruk is: 15.000.000 x 3,32 = 498.000 Km<sup>2</sup>.  
Dit is ongeveer 15 x het totale oppervalk van Nederland (33.920 Km<sup>2</sup>)

figuur 2-1 De Nederlandse Footprint volgens Wackernagel en Rees ( Wackernagel & Rees 1996)

Met deze methode streefden de auteurs bovendien naar illustratieve en vergelijkbare invulling voor meerdere landen. Hierdoor konden de gebruikte datasets niet al te gedetailleerd zijn. In hun eerste uitwerking werden, binnen de consumptie, 5 hoofdcategorieën en in totaal 23 subcategorieën onderscheiden (ter vergelijking de uitwerking volgens het budgetonderzoek van CBS onderscheidt ongeveer 350 categorieën). De auteurs wezen in hun publicaties onder meer op het feit, dat landen of regio's een ecologische voetafdruk hebben die buiten hun landsgrenzen gaat. Tegelijkertijd wordt daarbij gesuggereerd dat dit niet duurzaam zou zijn. Deze voetafdruk buiten de landsgrenzen geldt al snel voor dicht bevolkte landen (waar ruimte een schaarse voorraad is). Het langs deze weg ter discussie stellen van de hiermee gerelateerde handel, roept uiteraard veel kritiek op. Het heeft er dan ook onder meer toe geleid, dat de VROM-raad heeft geadviseerd het gebruik van de aldus berekende 'ecological footprint' niet voor algemene beleidsdoelen te gebruiken (VROM-Raad, 1999).

### **2.3.2 Ruimte- en energiebeslag**

Zowel voor de Milieubalansen 96, 97 en 98 als voor de Milieuprogramma's zijn voor het thema Verspilling indicatoren gepresenteerd. Het betreft hierbij indicatoren voor het energiegebruik, het ruimtebeslag en de visconsumptie van Nederlanders, zowel direct als indirect. Bij de eerste presentatie in de MB96 is hiervan een achtergronddocument opgesteld, waarin de destijds gebruikte rekenmethodiek en gegevensbronnen zijn beschreven (Van den Hoek e.a., 1996). Hierin is ook een afbakening opgenomen van wat tot de leefstijl/consumptie van Nederlanders is gerekend.

Uitgangspunt hierbij was, dat optelling van op vergelijkbare wijze berekende waarden voor alle wereldburgers ook tot het wereldtotaal zou moeten leiden. Daarbij is alle dienstverlening in Nederland aan Nederlanders toegerekend, evenals zakelijke ondersteuning (catering, woonwerkverkeer, zakenreizen).

Voor het ruimtebeslag is voor land- en bosbouwproducten zoveel mogelijk gebruik gemaakt van specifieke productiviteitsgegevens uit het land van herkomst volgens de statistieken van het FAO en voor Nederland van die van het CBS/LEI betreffende import, export en productie. Voor het indirect energiegebruik is uitgegaan van een procesbenadering op basis van materiaalstromen in de producten. In deze benadering gaat het niet zozeer om het materiaal, maar om de daaraan gekoppelde productie- bewerkings- en onderhoudsprocessen.

De energie-inhoud van primaire materialen is gebaseerd op de 3e orde GER (Gross Energy Requirement) waarden (NOVEM, 1992) die gelijk zijn aan de energie-inhoud van de gebruikte grondstoffen (inclusief productie-afval), vermeerderd met de energie nodig voor productie, transport van grondstoffen en gecorrigeerd voor energie nodig voor het produceren en transporteren van primaire energiedragers en de energie-inhoud van de gebruikte kapitaalgoederen en diensten in productieprocessen. Daarbij wordt een efficiency-verbetering van 1 % per jaar verondersteld. Het energiegebruik van productieprocessen in het buitenland is in het algemeen gelijk verondersteld aan dat van vergelijkbare processen in Nederland (vooral om redenen van beschikbaarheid van gegevens).

Voor de nog niet meegenomen processen met name de bewerking tot eindproduct is een bij-schatting gemaakt aan de hand van het energiegebruik van sectoren en hun aandeel in de export.

### **2.3.3 Het berekenen van energie-intensiteiten en het huishoudelijk energiebeslag**

Het directe en indirecte energiegebruik van huishoudens samen wordt het energiebeslag van huishoudens genoemd. Dit energiebeslag hangt af van de bestedingen van het huishouden en de energie-intensiteiten van deze bestedingen. De energie-intensiteit van een besteding geeft het totale energiegebruik langs de gehele levensketen per eenheid van die besteding weer.

In samenwerking tussen de universiteiten van Groningen en Utrecht en het ECN zijn voor 1990 energie-intensiteiten berekend op een niveau van 350 bestedingscategorieën uit het jaarlijkse Budgetonderzoek van het CBS.

Deze energie-intensiteiten zijn bepaald met een hybride energie-analysemethode die proces-analyse combineert met input-output-analyse (Van Engelenburg et al., 1991). Om het gebruik van de hybride methode te standaardiseren en te vereenvoudigen is deze methode uitgewerkt in een computerprogramma: het Energie Analyse Programma EAP (Wilting, 1992). Met dit programma zijn de energie-intensiteiten berekend in een aantal onderzoeken corresponderend met consumptiecategorieën, te weten voeding (Kok et al., 1993), woning (Vringer en Blok, 1993a), huishoudelijke inboedel inclusief het directe gebruik van aardgas en elektriciteit (Vringer et al., 1993), kleding en schoeisel, hygiëne, medische verzorging, onderwijs en ontspanning, transport en communicatie en motorbrandstoffen (de Paauw en Perrels, 1993).

Vringer en Blok (1995) geven een overzicht van de energie-intensiteiten van de 350 consumptieve bestedingen en het daaruit berekende huishoudelijk energiebeslag.

In vervolgonderzoek zijn de energie-intensiteiten voor 1990 opnieuw geanalyseerd (Kramer en Moll, 1995; de Paauw, 1995; Potting et al., 1995). Als gevolg van nieuwe inzichten en de beschikbaarheid van nieuwe basisgegevens in het EAP programma (Wilting et al., 1995) zijn de eerder bepaalde energie-intensiteiten verbeterd. Biesiot en Moll (1995) presenteren een gereviseerde lijst van energie-intensiteiten en het daaruit berekende energiebeslag van Nederlandse huishoudens vóór 1990.

Een andere methode om het huishoudelijk energiebeslag te bepalen is met behulp van input-outputanalyse. Wilting (1996) geeft een uitgebreide beschrijving van deze methode. Input-outputanalyse is een snelle methode, maar vanwege de afhankelijkheid van de beschikbaarheid van sectorale input-outputtabellen minder gedetailleerd. Met behulp van input-outputanalyse zijn energie-intensiteiten berekend voor 57 economische sectoren voor de periode 1969-1988 (Wilting et al., 1994).

Een voorbeeld van toepassing van de geschetste methode is een onderzoek naar de mogelijkheden of via veranderingen in leefstijlen cq consumptiepatronen van huishoudens een verlaging van het fossiele energiegebruik en daarmee een reductie van de CO<sub>2</sub>-emissie bereikt kan worden. (Biesiot & Moll, 1995) Voor deze consumptiepatronen wordt vervolgens het totale energiebeslag berekend. Het onderzoek resulteerde in een methode voor het berekenen van energie- en CO<sub>2</sub>-intensiteiten van economische sectoren, gebaseerd op de economische input-outputanalyse.

Met een onzekerheidsanalyse zijn de onzekerheden in de energie-intensiteiten onderzocht. Daarnaast is met een gevoeligheidsanalyse onderzocht welke veranderingen in de productiestructuur het grootste effect op het energiebeslag hebben.

Voor de huishoudens is de relatie tussen energiebeslag en de kenmerken bestedingen, inkomen, aantal personen, gezinsfase en leeftijd eerste huishoudlid onderzocht en zijn de trends in het energie- en CO<sub>2</sub>-beslag van deze bestedingspatronen geanalyseerd.

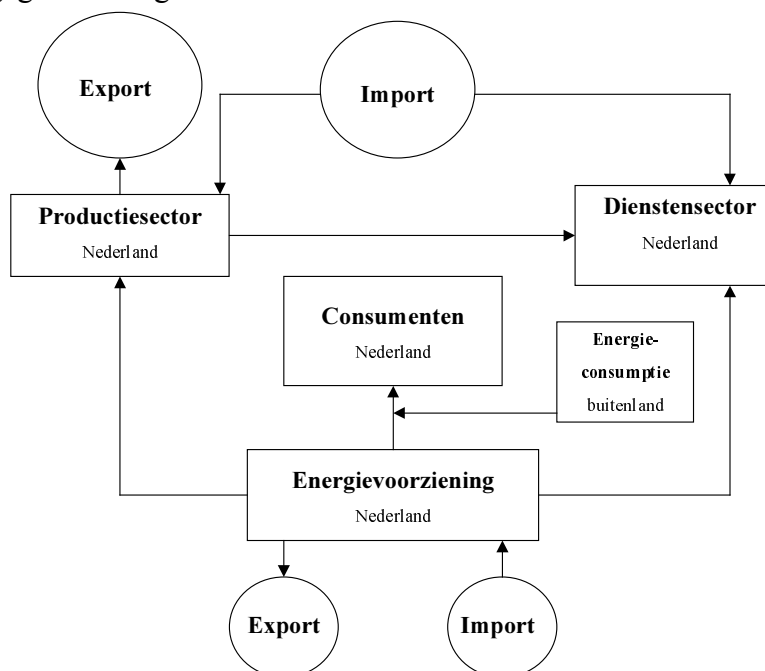
Een ander voorbeeld van toepassing is de analyse naar de belangrijkste invloedsfactoren op het huishoudelijk energiebeslag (in opdracht van het RIVM t.b.v. de Milieubalans 98). De geanalyseerde factoren betreffen

- de bevolkingsomvang,
- inkomen (en uitgaven)
- de invloed van andere huishoudtypes,
- het consumptiepatroon
- De woonomgeving

Een belangrijke verklarende factor van het totale energiegebruik van huishoudens wordt gevormd door het netto inkomen (Vringer en Blok (1999), Vringer et al. (1997) en Vringer en Blok (1995)). Daarbij past echter de kanttekening dat alle bovengenoemde factoren niet onafhankelijk van elkaar zijn.

### 2.3.4 Energiegebruik door consumptie van Nederlanders, (MB98)

Voor een goed zicht op het energiegebruik tengevolge van consumptie is het belangrijk alle stromen van energie in Nederland in kaart te hebben. Het overzicht van deze energiestromen in Nederland dat de basis is voor de gebruikte methode in de MB98 en MB99 is weergegeven in figuur 2-2



figuur 2-2 Energiestromen in Nederland

Vergeleken met het totale energiegebruik binnen de Nederlandse grenzen ligt het energiegebruik van de consumptie rond de 60%.

Er zijn vier hoofdbestanddelen te onderscheiden in het energiegebruik door consumptie, te weten het directe energiegebruik in Nederland, het gebruik door Nederlanders in het buitenland, het indirect energiegebruik van de particuliere consumptie en dat van de overheidsconsumptie. Het directe energiegebruik in Nederland wordt jaarlijks voor elektriciteit, aardgas en overige brandstoffen (zoals olie en warmte kracht) gerapporteerd in de NEH (De Nederlandse EnergieHuishouding (NEH, diverse jaren, CBS. Voorburg).

Basis voor de berekening van het gebruik van brandstof voor personenvervoer (inclusief zakenreizen) in Nederland en in het buitenland zijn het aantal afgelegde personenautokilometers en het aantal vliegkilometers. Zie Bijlage 4.

Het indirecte energiegebruik als gevolg van particuliere consumptie is grotendeels gebaseerd op de rapportage van Vringer & Blok (zie 2.3.3). De gegevens daaruit zijn aangevuld met het indirecte gebruik van diensten (zoals gebouwen). Hiervoor is de verhouding direct/indirect energiegebruik van huishoudens voor de categorie wonen en het directe energiegebruik van diensten gebruikt. Het energiegebruik van de overheidsconsumptie is gerelateerd aan het indirecte energiegebruik van diensten, infrastructuur en (riool-)leidingen. Uit Bos en Moll (Bos, S., H. Moll (1997)) is de hoeveelheid vastgelegde energie in infrastructurele werken afgeleid.

Alle kentallen die zijn gebruikt worden weergegeven in Bijlage 2 Basistabel energiebeslag MB98.

### **2.3.5 Ruimteclaim van hout- en papierproducten**

In 1997 is door het RIVM een opdracht verleend aan de Stichting Bos en Hout (SBH). De opdracht was de ruimteclaim door het gebruik van hout- en papierproducten van Nederlanders in 1995 uit te rekenen en de gehanteerde methode te beschrijven (Stolp en Eppinga, 1998). Dit ruimtebeslag is gespecificeerd naar het aantal hectare bos per herkomstland waaruit de verschillende hout- en papierproducten geïmporteerd zijn. Afhankelijk van de gevolgde berekenwijze is de ruimteclaim van het Nederlandse hout- en papiergebruik 10 tot 20 keer zo groot als het oppervlak aan bos in Nederland.

Op basis van de Statistiek van de Buitenlandse Handel van het CBS is gekeken welke hout- en papierproducten Nederland geïmporteerd heeft en hoeveel. Deze inventarisatie heeft zich beperkt tot grondstoffen en halffabrikaten. 'Kant-en-klare' eindproducten, zoals al gedrukte kranten of tijdschriften, of de 'indirecte' invoer is niet meegenomen. De hoeveelheden product die bijvoorbeeld als verpakkings- of transportmateriaal de grens passeren, zijn eveneens buiten beschouwing gebleven. Hetzelfde geldt voor het aandeel hout of papier in eindproducten die slechts gedeeltelijk bestaan uit hout of papier, bijvoorbeeld in meubilair. Er is aangenomen dat de in- en uitvoerstromen van deze 'producten' ongeveer gelijk zijn. Deze aanname wordt ondersteund door een door het IKP in het kader van het Papiervezel Convenant uitgevoerde analyse van de stromen papier en karton in Nederland. Deze analyse wees uit dat de in- en uitstroom van gevulde verpakkingen in 1995 even groot was (IKP, 1997).

Voor de berekening is de volgende methodiek gebruikt.

Het ruimtebeslag is:           aantal ha dat nodig is voor de binnenlandse productie  
                                  + aantal ha dat nodig is voor de import  
                                  - aantal ha nodig voor export.

Om de vertaling van eenheid product naar m<sup>3</sup> rondhout equivalenten te maken zijn conversiefactoren nodig. Deze geven weer hoe efficiënt de conversie van rondhout naar

product is. De grootte ervan hangt onder andere af van productietechnologie en de diameter van het uitgangsmateriaal. Ook de conversie van hout naar papier wordt met behulp van conversiefactoren omgerekend.

Om het geclaimde oppervlak te bepalen zijn een aantal “varianten” doorgerekend. Zo kan b.v. de im- en export van oud papier meegenomen worden in de berekening. Andere varianten betreffen het hanteren van gemiddelde conversiefactoren of conversiefactoren per land. De keuze blijkt verschillen in ruimtebeslag op te leveren in de orde van 7%.

In totaal blijkt 25 procent (in m' rondhout equivalenten (r.e.)) van het in 1995 door Nederland ingevoerde tropische hout niet direct uit een tropisch land te zijn geïmporteerd. Het effect van deze import van tropisch hout uit niet-tropische landen op het ruimtebeslag van de totale Nederlandse import van hout- en papierproducten is echter zeer klein. Naar schatting zal het ruimtebeslag van de import met ongeveer 100.000 hectare ( $\pm 1.3\%$ ) stijgen als de herkomst van al het tropische hout naar de oorspronkelijke tropische productie-landen zou zijn te herleiden.

### **2.3.6 Toepassing Footprint concept voor Benin, Bhutan, Costa Rica en Nederland**

In deze studie is het concept van de Ecological Footprint toegepast in een vergelijkende studie voor vier landen, Benin, Bhutan, Costa Rica en Nederland, en een drietal jaren, te weten 1980, 1987 en 1994. Doelen van de studie waren inzicht krijgen in verschillen en trends in het voorraadgebruik van de genoemde landen en het vormen van een basis voor een gefundeerde discussie over het gebruik van de Footprint als duurzame ontwikkelingsindicator.

In de studie is het begrip Footprint gehanteerd op een manier die vergelijkbaar is met de andere RIVM studies (zie 2.3.2, 2.3.5 en 2.3.7). Het belangrijkste verschil is dat bij de berekeningen voor Nederland zoveel mogelijk is uitgegaan van internationale gegevens (FAO) in verband met de vergelijkbaarheid met de overige drie landen. In vergelijking met de oorspronkelijke methode van Wackernagel en Rees zijn er twee belangrijke verschillen. Ten eerste ligt de nadruk op afzonderlijke indicatoren voor voorraden in plaats van één geaggregeerde indicator (dus op diverse vormen van landgebruik in hectares en koolstofdioxide emissies uitgedrukt in Mtonnen). Ten tweede wordt er bij de berekeningen uitgegaan van locale opbrengsten in plaats van mondiale gemiddelden. Dit laatste levert grote verschillen op. Zo wordt voor Nederland, uitgaande van de Nederlandse productiviteit, een ruimtebeslag van 0,7 ha per inw. berekend terwijl dit 3 ha zou zijn als werd uitgegaan van de mondiaal gemiddelde productiviteit. Voor minder ontwikkelde landen werkt dit effect om dezelfde reden andersom. De studie laat zien dat vergelijking van landen zorgvuldig moet gebeuren aangezien er veel factoren zijn die de productiviteit beïnvloeden.

Uit de resultaten blijkt dat het totale ruimtebeslag voor consumptie van landbouwproducten, houtproducten en direct landgebruik in alle vier landen in absolute zin

toeneemt. Nederland is van de 4 landen het enige land dat meer land voor haar consumptie nodig heeft dan beschikbaar binnen haar landgrenzen – maar is ook verreweg het dichtst bevolkt. Het ruimtebeslag per hoofd van de bevolking neemt in de vier landen af, met name door verhoging van de landbouwproductiviteit. Bij de tweede component, koolstofdioxide emissies, is zowel in absolute termen als per hoofd van de bevolking een stijging zichtbaar. Emissies van Nederland zijn, als gevolg van een hogere graad van industrialisatie – maar ook door minder gebruik van hernieuwbare brandstoffen, veel hoger dan de andere drie landen. De studie staat uitgebreid stil bij de oorzaken van verschillende Footprints, zowel tussen de vier landen als tussen verschillende studies. Op basis hiervan geeft de studie aan dat belangrijke beperkingen bij verschillende voetprint studies nu nog zijn: de te hanteren productiviteit, het omgaan met multi-functioneel landgebruik en het omgang met niet-duurzaam landgebruik.

### **2.3.7 Biodiversiteit**

Bij het ontwikkelen van een methodiek om de balans voor de kwaliteit van de leefomgeving op te maken (RIVM 1998) is een eenvoudige uitwerking gegeven aan de afwenteling op de natuurwaarde in het buitenland gerelateerd aan het ruimtebeslag (volgens methode Van den Hoek e.a.). Hierin is aan de verschillende vormen van ruimtebeslag een verlies aan natuurwaarde toegekend, vergelijkbaar met dat verlies in Nederland. De methodische uitgangspunten zijn gelijk aan de in diezelfde balansopzet gepresenteerde manier om de natuurwaarde in Nederland vast te stellen. (Ten Brink, RIVM, 1998, Leefomgevingsbalans) De basis hiervoor is het product van kwantiteit (areaal) en kwaliteit (t.o.v. een referentieniveau). Zowel de invloeden van broeikasgasemissies en lokale milieuverontreiniging als de aquatische systemen zijn niet meegenomen. De uitwerking had vooral een agenderende doelstelling.

## **2.4 Gehanteerde methode bij de berekening voor de Milieubalans 99**

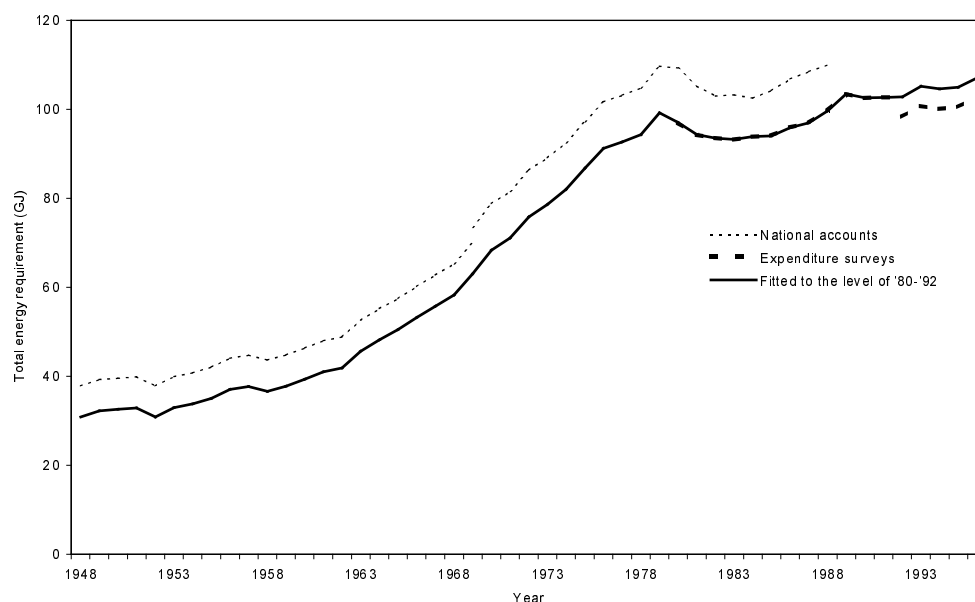
Aangezien in het kader van de MB99 de wens bestond voor een lange terugblik moesten er in de gebruikte methodes aanvullende keuze gemaakt worden om het energiegebruik, ruimtebeslag en het beslag op biodiversiteit te kunnen bepalen. Deze keuzes zijn in deze paragraaf beschreven.

### **2.4.1 Bepaling energiegebruik van Nederlandse consumenten tussen 1948 en 1996.**

Voor de berekening van het totale (directe plus indirecte) energiegebruik per persoon voor periode tussen 1980 en 1996 is uitgegaan van cijfers die gepresenteerd zijn in de Milieubalans 98 (RIVM, 1998). Als basis voor die cijfers is de methode zoals beschreven in paragraaf 2.3.3 gebruikt, inclusief een schatting voor de effecten van efficiëntieveranderingen die binnen toeleverende sectoren (productie, transport en handel) hebben plaatsgevonden (Vringer 1998). Het directe huishoudelijke energiegebruik (Vringer, 1998)

wijkt af van de Nederlandse Energie huishouding (NEH, CBS)<sup>1</sup>. Ook zijn voorheen door (Vringer, 1998) een aantal belangrijke consumptiecategorieën onderschat of niet opgenomen, waaronder personenautovervoer, vliegtrips en overheidsdiensten. De cijfers volgens Vringer (1998) zijn aangepast aan de cijfers volgens de NEH (CBS) en er heeft een bijtelling plaatsgevonden voor vervoer, indirecte (overheids)diensten en infrastructuur (zie ook Bijlage 2).

Voor de bepaling van het energiegebruik in de periode tussen 1948 en 1980 is gebruik gemaakt van het totale energiegebruik volgens Vringer en Blok (1999). Zij geven het totale energiegebruik exclusief effecten van efficiëntieveranderingen in de toeleverende sectoren (handel, industrie en transport).



figuur 2-3 De trend in het jaarlijkse energiegebruik per capita voor de periode 1948-1996, exclusief energie efficiëntieveranderingen binnen de toeleverende sectoren (handel, industrie en transport).  
Bron: Vringer en Blok (1999)

In figuur 2-3 is te zien dat zowel het CBS budgetonderzoek (budget surveys) als de nationale rekeningen (national accounts) van het CBS zijn gebruikt voor de berekening van het energiegebruik. Definitieverschillen zijn de belangrijkste oorzaak van de verschillen in het berekende energiegebruik volgens deze twee bronnen<sup>2</sup>. Echter, de trend tussen de overlappende delen van de reeksen is gelijk, wat het construeren van één doorlopende lijn verantwoord maakt (Vringer en Blok, 1999).

<sup>1</sup> Vringer (1998) baseert zich op de budgetonderzoeken van het CBS. Reeds eerder zijn verschillen in het gemeten directe huishoudelijke energiegebruik tussen het budgetonderzoek en de Nederlandse Energie Huishouding geconstateerd, welke door de auteurs van beide bronnen niet kunnen worden verklaard (Vringer et al., 1997).

<sup>2</sup> In de twee reeksen van beide databronnen is een breuk zichtbaar (in 1969 en 1992) in het berekende energiegebruik als gevolg van veranderde definities.



Het niveau van de trend van het energiegebruik voor de periode 1948 tot 1980 volgens figuur 2-3 is bijgesteld om deze te laten overeenstemmen met de reeds besproken datareeks voor de periode tussen 1980 en 1996.

Naast een kleine correctie voor het gemeten verschil in energiegebruik voor het jaar 1980 tussen (Vringer, 1998) en (Vringer en Blok, 1999) is ook het energiegebruik van de indirecte (overheids)diensten en infrastructuur meegenomen door het energiegebruik voor de periode 1948 tot 1980 met 21% te verhogen. Deze bijtelling van 21% komt overeen met het gemiddelde verschil tussen de acht overlappende jaren volgens de twee reeksen 1948 - 1988 en 1980 - 1996.

Tot slot is voor de periode tussen 1948 en 1980 een schatting gemaakt voor de in die periode behaalde gemiddelde efficiëntieverbetering binnen de toeleverende sectoren. Daarbij is uitgegaan van een gemiddelde efficiëntieverbetering van 1,2% per jaar, gelijk aan de gemiddelde efficiëntieverbetering in OECD landen die tussen 1973 en 1988 ongeveer 20% bedroeg (Meyers en Schipper, 1992) (zie ook Vringer en Blok, 1999). Het zo berekende totale energiegebruik voor alle Nederlanders is weergegeven in figuur 3-2.

Het in paragraaf 3.8 van de Milieubalans 99 gegeven primaire huishoudelijke energiegebruik (zie Bijlage 5) maakt deel uit van het hierboven berekende totale energiegebruik van Nederlandse consumenten. Echter, voor de periode van 1948 - 1980 zijn de reeksen op een geheel andere wijze tot stand gekomen. Een vergelijking tussen de figuren 3.8.4 en 2.5.1 uit de Milieubalans 99 kan daarom niet zonder meer gemaakt worden.

#### **2.4.2 Methodiek bepaling ruimtebeslag**

Om het ruimtebeslag te bepalen is in grote lijnen dezelfde methodiek gevolgd als voor de Milieubalans 97, (van den Hoek 1996). Voor het ruimtebeslag door hout- en papiergebruik zijn echter de inzichten verkregen in de studie van Stolp en Eppinga (zie 2.3.5) nadrukkelijk meegenomen hetgeen heeft geleid tot een vermeerdering van het ruimtebeslag van 2 mln. ha.

De belangrijke verschillen met de methodiek zoals gevolgd in de MB97 zijn:

- Het ruimtegebruik door krachtvoerders is volledig toegerekend aan vleesvee en niet aan melkvee. De totale ruimteclaim door veevoeder verandert hierdoor niet. In de methode van den Hoek, 1996) zijn een aantal producten in het krachtvoer niet meegerekend, omdat dit geen hoofdproducten zijn (sojaschroot, bietenpulp, oliezaden en gedroogde bierbostel). In de hier beschreven methodiek, is voor de genoemde producten een deel van het ruimtebeslag gereserveerd. Voor cassave is het oppervlak met een factor 2.3 vermenigvuldigd, omdat dit de conversiefactor is van vers naar handelsproduct (Harjano et al, 1996). Door de genoemde verschillen is de ruimteclaim volgen deze methodiek 0.7 mln. ha hoger dan in van den Hoek, 1996.

- Voor hout en papier is (zoals hiervoor al aangegeven) op basis van een aantal methodieken berekend wat het ruimtebeslag door hout- en papiergebruik is (SBH, Stolp, 1998, tabel 3.4). Gekozen is voor de methodiek waarbij is uitgegaan van: a) het Nederlandse ruimtebeslag in 1995, exclusief een correctie voor het verschil tussen import en export van oud papier, b) de gemiddelde conversie-factoren betreffende de productie-efficiency en c) het ruimtebeslag van de export berekend met een gemiddelde bijgroei gewogen naar een percentage van de import. Het ruimtebeslag volgens de laatste methodiek is ongeveer 2 mln. ha meer.
- Het ruimtebeslag door het gebruik van katoen is meegenomen. Voor het gebruik van katoen is gebruik gemaakt van berekeningen uitgevoerd in opdracht van NWS. Op basis van budgetonderzoek (1990) en de totale hoeveelheden kleding, gecombineerd met de samenstelling van die kleding naar percentage katoen, wol en kunstvezel, is de hoeveelheid katoen berekend die men in 1994 verwerkte.
- Het ruimtebeslag door het gebruik van rubber is meegenomen. Voor de hoeveelheid gebruikt rubber is de import minus de export gebruikt. Voor rubber in banden was alleen een gegeven van 1995 beschikbaar. Voorlopig is ervan uitgegaan dat in 1961 en 1990 evenveel rubber banden werden gebruikt als in 1995.

Om een reeks vanaf 1960 te krijgen zijn productie-efficiency gegevens gebruikt uit de FAO statistieken. Hierin is 1961 het eerst beschikbare jaar. Voor 1960 is, indien van FAO cijfers is uitgegaan, het cijfermateriaal van 1961 gebruikt. Voor de consumptie is historisch cijfermateriaal beschikbaar van vóór 1960 in de voorzieningsbalansen die gepubliceerd worden in CBS/LEI uitgaven van de landbouwcijfers (CBS, 1975). Voor voorgaande jaren is uiteraard dezelfde rekenmethodiek gebruikt. Voor het houtgebruik zijn de gebruikcijfers afkomstig van SBH (Stolp, 1999). Voor de productie-efficiency cijfers zijn dezelfde opbrengstcijfers gebruikt als die van vóór 1995. Er is uitgegaan van de veronderstelling dat de opbrengsten van een ha bos gelijk zijn gebleven.

De toepassingen van de restmaterialen kan eventueel verschillen (zaagsel in pulp i.p.v. in stallen), maar dat heeft geen gevolg voor de opbrengst.

Voor textiel is de consumptie in 1960 gelijk gehouden aan die in 1995. Aangenomen is dat de groei in kledinggebruik gecompenseerd wordt door een kleiner aandeel aan katoen.

Meer details over de gehanteerde methode betreffende de diverse in aanmerking genomen producten zijn opgenomen in Bijlage 3.

### **2.4.3 Methodiek voor het beslag op biodiversiteit door Nederlanders gerelateerd aan ruimtebeslag**

Bij het vaststellen van het beslag op mondiale biodiversiteit door Nederlanders is de zeer eenvoudige opzet zoals beschreven in 2.3.7 als uitgangspunt gekozen en daarna enigszins verbeterd. Ook in dit geval is slechts de relatie met het ruimtebeslag gelegd en niet met klimaatverandering en verontreiniging terwijl evenmin de aquatische systemen zijn uitgewerkt.

Om de berekening te kunnen uitvoeren is gebruik gemaakt van datasets met regionale/continentale gegevens over het oorspronkelijke en actuele landgebruik. Deze informatie is geplaatst in het licht van Nederlandse statistieken over de import van land- en bosbouw producten. De verandering in landgebruik, van oorspronkelijke natuur naar landbouw, die mede door de nationale vraag naar producten heeft plaatsgevonden, is beoordeeld/gewaardeerd vanuit een ecologische/biodiversiteits invalshoek. Hieronder zijn een aantal aannames en uitgangspunten genoemd die de basis vormen van de berekeningswijze.

1. Een niet door de mens aangetaste natuurlijke vegetatie wordt bij deze benadering beschouwd als referentie. De referentie waarde is de maximale waarde en komt overeen met 100%.
2. Voor het maken van een ruimtelijk mondiaal data bestand van de natuurlijke vegetatie bedekking is gebruik gemaakt van het biome concept zoals dat in het IMAGE 2 rekenmodel ruimtelijk is weergegeven (Alcamo, J., et al eds 1994, 1998). Het model onderscheidt 18 'land use/ land cover' klassen. Daarvan zijn er 13 typische vegetatieklassen, 2 landbouwklassen, 1 bosbouwklasse en 3 overige klassen (steden, ijsbedekking en water)

*Tabel 2-1 Overzicht van Land Use/Cover klassen in IMAGE2*

<i>0 Water</i>	<i>10 Temp. mixed forest</i>
<i>1 Ice</i>	<i>11 Temp. deciduous forest</i>
<i>2 Cities</i>	<i>12 Warm mixed forest</i>
<i>3 Agricultural land</i>	<i>13 Grassland/Steppe</i>
<i>4 Extensive grassland</i>	<i>14 Hot desert</i>
<i>5 Regrowth forest</i>	<i>15 Scrubland</i>
<i>6 Tundra</i>	<i>16 Savanna</i>
<i>7 Wooded tundra</i>	<i>17 Tropical woodland</i>
<i>8 Boreal forest</i>	<i>18 Tropical forest</i>
<i>9 Cool conifer forest</i>	

3. Voor het maken van een data bestand met de recente- (1970) en huidige (1990) land bedekking is eveneens gebruik gemaakt van het IMAGE 2. De 1970 data zijn afgeleid van ruimtelijke bestanden en FAO statistieken. De 1990 data zijn gemodelleerd en gekalibreerd m.b.v. FAO-statistieken.
4. Conversie van de natuurlijke landbedekking naar een door de mens veranderde landbedekking (conversie naar landbouw, steden, etc.) betekent bijna altijd een daling in ecologische waarde. De ecologische waardering van hetgeen resteert hangt af van de wijze waarop de gevraagde producten worden geteeld of van de wijze van management. Deze ecologische waardering is slechts grofweg bepaald. Verdere verfijning van de ecologische waardering is mogelijk. Dit vergt een aantal inspanningen. Voor een betere representatie van de ecologische waarde kan bijvoorbeeld de soortenrijkdom een rol

spelen. Gebieden met een hoge biodiversiteit zouden dan ook een hogere waarde bezitten hetgeen tot uitdrukking dient te komen in de ecologische waarde. Een andere inspanning is het toekennen van een hogere waarde aan landbouw systemen waar de ecologische waarde in mindere mate wordt aangetast. Dit laatste noodzaakt ook tot het gericht inventariseren van de arealen waar de door Nederland geïmporteerde producten vandaan komen.

*Tabel 2-2 Ecologische waardering van ecosystemen*

<i>Cities</i>	0.0
<i>Agricultural land</i>	0.1
<i>Extensive grassland</i>	0.8
<i>Regrowth forest</i>	0.3
<i>Alle overige klassen</i>	1.0

5. Er is bij de toekenning van de door Nederland geïmporteerde producten vanuit gegaan dat de arealen die daarvoor worden gebruikt oorspronkelijke behoorden tot het biomen 'mixed forest' of 'temperate forest'. Bij de huidige waardering speelt deze keuze overigens geen rol van betekenis. Dit laatste is wel van belang wanneer differentiatie in waarde binnen de ecologische categorieën wordt gemaakt.
6. Het beslag dat door Nederlanders wordt gelegd op grond in het buitenland gaat uit van import cijfers veevoer en overige producten uitgedrukt in tonnen product, en hout uitgedrukt in kubieke meters; volgens paragraaf 2.4.2. Deze gegevens worden afgezet tegen de totale productie die in dat land wordt gerealiseerd. Om in arealen te kunnen rekenen zijn de producties eveneens uitgedrukt in arealen.
7. De huidige import is niet de oorzaak van de conversie van een natuurlijke bedekking naar de huidige bedekking. Bij het berekening van de ecologische footprint is als uitgangspunt genomen dat de huidige vraag vanuit Nederland, samen met de nationale vraag in het betreffende land en de overige exporten naar andere landen, als totaal verantwoordelijk is voor de vroegere en actuele conversie van natuur naar landbouwgrond.
8. De bijdrage van Nederlanders aan de daling van de ecologische waarde wordt uitgedrukt in percentage van de feitelijke bijdrage t.o.v. de totale daling van de ecologische waarde op de wereld. Dit percentage kan ook worden uitgedrukt in km<sup>2</sup> niet meer bestaande natuur waar Nederland verantwoordelijk voor is.

## 3. Resultaten

### 3.1 Inleiding en introductie op analysetechnieken

In dit hoofdstuk worden de resultaten weergegeven van diverse berekeningen en analyses die zijn gedaan in het kader van de Milieubalans 99 en enkele van de Milieubalans 98. De gebruikte methodiek is die beschreven in hoofdstuk 2.4, eventuele afwijkingen of specifieke extra methodische elementen worden apart genoemd.

Er zijn niet alleen berekeningen uitgevoerd om het totale beslag op ruimte, energie en biodiversiteit vast te stellen. Voor de eerste twee voorraadgrootheden zijn er ook analyses uitgevoerd om de invloed van economische, demografische, technische en gedragsfactoren op de ontwikkeling te bepalen. De methode, die daartoe is gebruikt, is het stapsgewijs introduceren of elimineren van de daadwerkelijke ontwikkeling van een variabele in de berekening. Voor de MB98 is de introductieroute gekozen, voor de analyses in de MB99 de eliminatieroute.

In het laatste geval is de daadwerkelijk berekende totaalontwikkeling uitgangspunt. In een eerste stap wordt één van de factoren vanaf het basisjaar van de berekening constant gehouden over de gehele periode. Het verschil tussen de aldus berekende (fictieve) ontwikkeling en de daadwerkelijke ontwikkeling kan worden gezien als de invloed van de betreffende factor. Vervolgens wordt deze fictieve lijn als nieuwe referentie gebruikt en wordt een andere parameter constant gehouden. Dat levert een tweede fictieve ontwikkeling. Het verschil tussen de eerste en de tweede fictieve ontwikkeling kan worden beschouwd als de invloed van de tweede parameter. Op deze wijze kunnen nóg enkele parameters worden onderzocht. Uiteindelijk komt men uit bij de horizontaal in de grafiek. In geval van de introductieroute wordt met deze horizontaal als eerste referentielijn begonnen en komt men uit bij de daadwerkelijke realisatie.

### 3.2 Energiegebruik van Nederlandse consumenten

#### 3.2.1 Toelichting op analyse in de Milieubalans 98

In figuur 3-1 is het resultaat van de analyse voor de MB98 opgenomen (RIVM 98; Ros en Rood op basis van Vringer (1998)). Hierin zijn de bevolkingstoename, de verdeling over huishoudentypen, het inkomen, efficiencyverbetering in zowel productieprocessen als apparaten in huishoudens en veranderingen in consumptiepatronen geanalyseerd. De veranderingen als gevolg van genoemde invloedsfactoren zijn op jaarbasis gegeven (ter referentie bedraagt het totaal in 1997: 1921 PJ). Daarbij passen de volgende kanttekeningen:

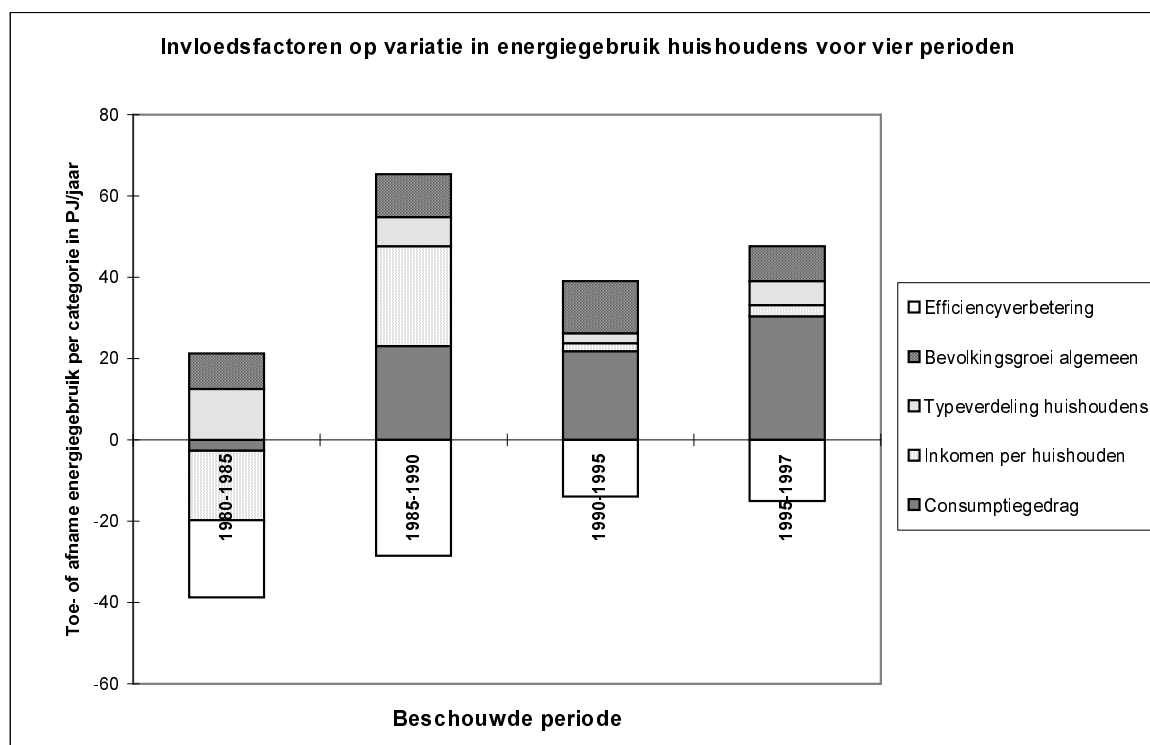
In de ontwikkeling van de huishoudentypen is ook uitgegaan van een bepaald inkomen per huishoudentype. Daardoor is een deel van het inkomenseffect hierin zichtbaar. Dit betreft ongeveer de helft van het beschouwde demografische effect.

Er is verondersteld, dat het aantal personen per huishoudtype constant blijft, maar voor de huishoudens met meer kinderen is deze veronderstelling niet geheel juist. Dat leidt met

name voor de periode tot 1990 tot een overschatting van het effect. Bovendien vertonen de ontwikkelingen in huishoudenstypen in die periode een grotere onzekerheid.

De technische verbeteringen zijn gebaseerd op de indicatieve waarden, die al bij de MB97 zijn gebruikt (RIVM 97)

De invloed van veranderingen in consumptiepatronen betreffen niet zozeer het meer consumeren (inkomenseffect) als wel het anders consumeren binnen een huishoudtype (andere verdeling). Zij zijn gekwantificeerd als de restpost ofwel het niet door de andere factoren verklaarde deel.

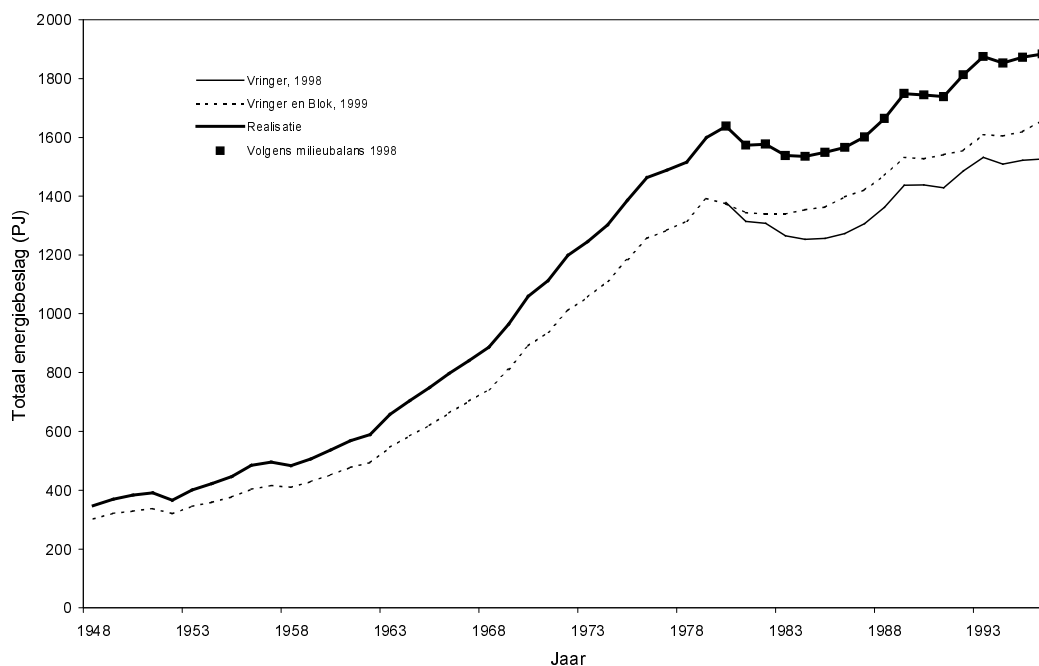


figuur 3-1 Invloedsfactoren op energiegebruik huishoudens

Toelichting: In de periode 80 – 85 was er sprake van een daling van inkomen.

### 3.2.2 Toelichting bij de analyses voor de Milieubalans 99

De ontwikkeling van het energiebeslag door Nederlanders in de tweede helft van de afgelopen eeuw is geschetst in figuur 3-2.



figuur 3-2. Energiegebruik voor alle Nederlandse consumenten tussen 1948 en 1996 volgens (Vringer, 1998) en (Vringer en Blok, 1999) en de berekende realisatie.

Daarin is te zien dat het uiteindelijk afgeleide totale *Nederlandse* energiegebruik tussen 1948 en 1996 is vervijfvoudigd. Gedurende bijna de hele periode is het energiegebruik jaar op jaar gestegen. De economische recessie in het begin van de jaren 80 is hierop een uitzondering.

Het totale energiegebruik *per persoon* is tussen 1948 en 1996 meer dan verdrievoudigd van 35 naar ruim 120 GJ (zie figuur 3-6). De sterkste groei vond plaats tussen 1960 en 1980, mede als gevolg van de sterke groei van het autogebruik en de introductie van de centrale verwarming.

Om meer inzicht te krijgen in deze ontwikkeling is een kwantitatieve analyse van het verloop van het energiegebruik in de tijd gemaakt met een opsplitsing tussen effecten van de efficiëntieverbeteringen ten aanzien van energie en die van volumewijzigingen in de consumptie.

Daarbij is een efficiëntieverandering van een apparaat of product gedefinieerd als het leveren van dezelfde prestatie tegen een lager of hoger primair energiegebruik, terwijl een wijziging in volume is gedefinieerd als een luxer- of meergebruik van een product of dienst.

Om deze stijging in het energiegebruik voor ruimteverwarming nader te analyseren is door Nijland (1999) berekend wat het energiegebruik voor de gemiddelde woning in 1995 zou zijn geweest indien de isolatie en installatie tussen 1950 en 1995 niet zou zijn gewijzigd.

Tussen 1980 en 1997 is het primaire huishoudelijk elektriciteitsgebruik met ongeveer 10% toegenomen (NEH, diverse jaren).<sup>3</sup> Om het verloop nader te analyseren is door Boonekamp en Jeeninga (1999) voor de periode 1980 tot 1997 berekend wat het effect is van volumeveranderingen in de consumptie en efficiëntieverbeteringen van de apparatuur. Om aan te kunnen sluiten bij de in de Milieubalans gehanteerde methode, is een efficiëntieverandering breder gedefinieerd dan alleen het toepassen van zuiniger technieken. Hieronder is ook verspillend en besparend gedrag gerekend.

Onder een volumeverandering worden niet alleen de veranderingen in het gebruik van apparaten verstaan (w.o. penetratiegraden), maar ook allerlei andere, meestal niet-besparende, trends als een andere uitvoering van een apparaat (b.v. kleuren- i.p.v. zwart-wit TV), intensiever gebruik van apparaten en het stand-by laten staan van apparatuur.

Boonekamp en Jeeninga (1999) hebben per energiefunctie een aantal veel verbruikende apparaten onderscheiden. Aan de hand van apparaat-factoren (penetratiegraad, prestatie/uitvoering/capaciteit, gebruikswijze/intensiteit en technische besparing) is voor deze apparaten de verbruiksontwikkeling bepaald. Via sommatie wordt vervolgens de verbruiksontwikkeling per apparaat, per functie en per huishouden verkregen. Voor energierelevante gedragingen en restricties (gebruiksgedrag, aanschafgedrag, indirect gedrag/restricties) is bepaald via welke apparaat-factor ze het verbruik beïnvloeden. Op basis van de verzamelde gegevens uit enquêtes en literatuur is een kwantitatieve analyse gemaakt van de opgetreden verbruiksveranderingen in de periode 1980-1997 (Boonekamp en Jeeninga, 1999).

In de volgende paragrafen wordt de uitgevoerde analyse stap voor stap besproken.

### **3.2.3 Bevolkingsomvang**

In de periode tussen 1948 en 1996 is het totale primaire energiegebruik van consumenten vervijfvoudigd (van ongeveer 350 PJ naar een kleine 1900 PJ), zie figuur 3-4. In dezelfde periode is de bevolking gegroeid van 9,8 naar 15,5 miljoen inwoners (CBS, 1999), 1,6 maal zoveel. Indien de bevolkingsgroei buiten beschouwing gelaten wordt is het totale energiegebruik van consumenten de afgelopen 48 jaar ruim drie keer zo groot geworden; een stijging van 35 naar ruim 120 GJ per capita per jaar. Effecten van veranderingen in de bevolkingsomvang zijn in de verdere analyse buiten beschouwing gelaten en er wordt verder gerekend met het energiegebruik per capita.

### **3.2.4 De invloed van verschuivingen tussen huishoudtypes**

Sinds het begin van deze eeuw is er een trend naar minder personen per huishouden. In 1900 lag het gemiddeld aantal personen per huishouden op ongeveer 4,5. Dit gemiddelde is gedaald tot beneden de 2,5. Er kwamen relatief veel éénpersoons huishoudens en het aantal kinderen per huishouden is aanzienlijk afgenomen (CBS, 1999). Deze verschuiving tussen huishoudtypes kan leiden tot een minder efficiënt gebruik van producten en diensten.

Om te bekijken wat de invloed is van een verandering van de verdeling over verschillende huishoudtypen is een indeling naar acht huishoudtypen gemaakt (zie Vringer et al. (1997)).

Voor 1995 is voor deze huishoudtypen berekend hoeveel er aan energie is uitgegeven per

---

<sup>3</sup> het totale elektriciteitsgebruik neemt toe van 55 PJe in 1980 tot 73 PJe in 1997, een stijging van 35%. Na correctie t.a.v. bevolking bedraagt deze stijging 15% en na correctie t.a.v. centrales nog 10%.



bestede gulden (energie-intensiteit). De gemiddelde energie-intensiteit is af te leiden door deze energie-intensiteiten te vermenigvuldigen met het proportionele aandeel van alle huishoudtypen. In Tabel 3-1 is te zien dat bij een verdeling over de huishoudtypen op basis van het jaar 1980 in plaats van 1995, de gemiddelde energie-intensiteit nauwelijks (plm. 1%) anders is dan de gemiddelde energie-intensiteit in 1995. Tussen 1980 en 1995 hebben verschuivingen tussen huishoudtypes dus niet geleid tot een meer of minder energie-intensief consumptiepatroon. Wel moet opgemerkt worden dat voor relatief grote huishoudens geldt dat de uitgaven (en bij een gelijkblijvende energie-intensiteit) het energiegebruik per huishoudlid lager liggen dan voor relatief kleine huishouden. Grote huishoudens gaan dus, per persoon gerekend, efficiënter om met geld en energie.

*Tabel 3-1. Verdeling van de huishoudtypen voor 1980 en 1995 en de gemiddelde energie-intensiteit in 1995.*

Huishoudtypen	Verdeling over huishoudtypen		Energie-intensiteit In 1995 (MJ/Dfl.)
	1980	1995	
Niet ingedeeld	23%	11%	7.0
Huishoudens 1 volw ouder of gelijk aan 60 jaar	10%	13%	7.3
Huishoudens 1 volw. Jonger dan 60 jaar	11%	20%	6.7
Huishoudens 2 volw, jonger dan 60 jaar, 2 ink (> 11000 bruto)	5%	9%	6.3
Huishoudens 2 volw, 1 ink, jonger dan 60 jaar (> 11000 bruto)	6%	6%	6.5
Huishoudens 2 volw, ouder dan 60 jaar	8%	10%	7.2
Huishoudens 1 volw en 1 of meer kinderen	5%	5%	7.4
Huishoudens 2 volw 1+ kind, 1 inkomen (>11000 bruto)	28%	16%	6.7
Huishoudens 2 volw 1+ kind, 2 inkomen (beide > 11000 bruto)	4%	10%	6.3
Gemiddelde energie-intensiteit (MJ/Dfl.)	6.9	6.8	

### **3.2.5 Volumegroei (gedragsverandering) en efficiëntieverbeteringen verwarming, elektriciteit en mobiliteit**

In deze paragraaf is voor de ruimteverwarming van woningen, het huishoudelijk elektriciteitsgebruik en mobiliteit een nadere analyse gemaakt van het energiegebruik over de afgelopen decennia. Onderzocht is welk deel van de veranderingen in energiegebruik het gevolg is van energie-efficiënte veranderingen en welk deel van volumewijzigingen in de consumptie.

Niet in alle gevallen is een duidelijke scheiding te maken tussen volumeverandering en efficiëntieverandering. In Tabel 3-2 zijn in een aantal voorbeelden gegeven welke veranderingen in de hier gemaakte analyse tot volume- en welke tot efficiëntieveranderingen worden gerekend.

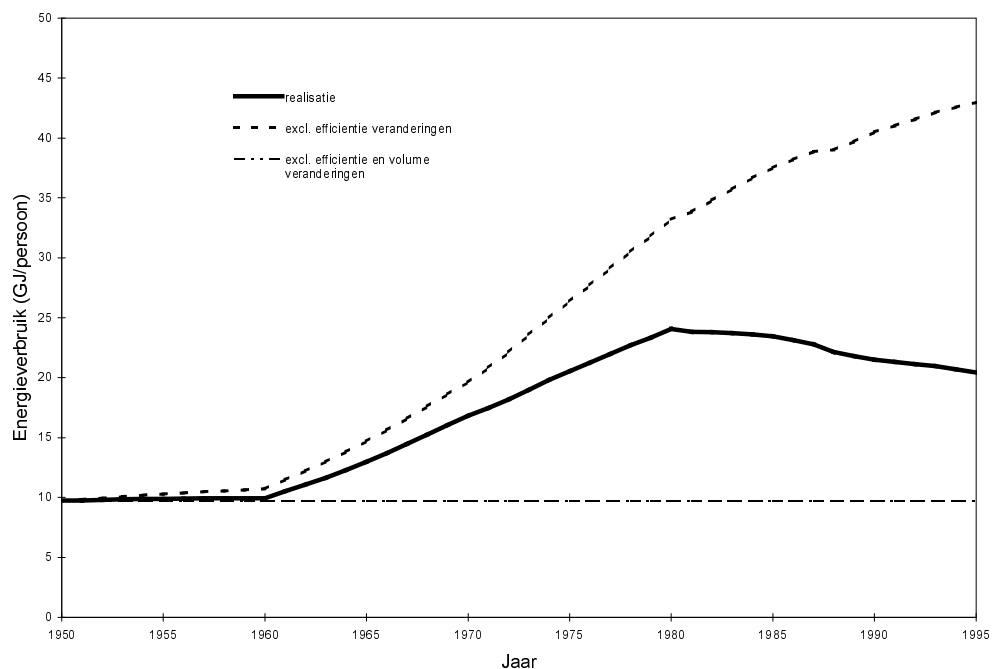
*Tabel 3-2. Het in deze analyse gebruikte onderscheid tussen volumeverandering en efficiëntieverandering voor de verwarming van de woning, mobiliteit en elektriciteit, geïllustreerd met de belangrijkste variabelen .*

Consumptieonderdeel	Efficiëntieverandering	Volumeverandering
Woning	Wijziging in de isolatiegraad, andere efficiëntie verwarmingsinstallatie, andere bouw, andere woningtypes	Wijziging van het aantal personen per woning, wijziging in het aantal te verwarmen ruimtes, wijziging in de stooktemperatuur.
Mobiliteit	Wijziging in het energiegebruik per reizigerkilometer (OV) of voertuigkilometer (auto)	Wijziging in bezettingsgraad auto, verschuivingen tussen OV en auto, verandering van gemiddeld aantal gereisde kilometers.
Elektriciteit	Wijziging in het elektriciteitsgebruik per geleverde dienst (b.v. kijkuur voor TV), afhankelijk van het apparaat.	Wijziging in het aantal gebruikte apparaten, wijziging in de gebruiksduur van de apparaten (TV-uren)

### **3.2.5.1 Verwarming van de woning**

Voor de realisatie van het primaire energiegebruik voor verwarming van de woning voor de jaren 1950, 1960, 1970, 1980 1990 en 1995 is door Nijland (1999) een modelberekening gemaakt. Hierbij heeft Nijland (1999) gebruik gemaakt van gegevens over de isolatie (RC-waarde), soorten verwarmingsinstallatie (centraal of lokaal en verbrandingsefficiëntie van de installatie) en het stookgedrag (aantal ruimtes dat wordt verwarmd). Dit berekende energiegebruik is vergeleken met het fictieve energiegebruik indien geen efficiëntieverbeteringen in de periode 1950-1995 zijn doorgevoerd (geen verbeteringen van de verwarmingsinstallaties en geen hogere isolatiegraad). Met de ontwikkeling van het aandeel van verschillende typen woningen is rekening gehouden. Volgens Wolbers (1996) is de grootte van woningen tussen 1960 en 1995 echter niet sterk veranderd, evenmin als de verhouding tussen eengezins- en meergezinswoningen. In de analyse zijn effecten als gevolg van veranderingen in het gemiddelde gevel-, en raamoppervlak buiten beschouwing gebleven, evenals verschillen in de gemiddelde stooktemperatuur (Nijland, 1999).

In figuur 3-3 is het energiegebruik van een gemiddelde woning tussen 1950 en 1995 opgenomen, excl. efficiëntieveranderingen en excl. volume- en efficiëntie veranderingen.



figuur 3-3 Het primaire energiegebruik per persoon voor de verwarming van een gemiddelde woning tussen 1950 en 1995, excl. efficiëntieveranderingen en excl. volume- en efficiëntieveranderingen (Afgeloid uit: Nijland, 1999).

In figuur 3-3 is te zien dat het energiegebruik per persoon voor de verwarming van de woning tussen 1950 en 1995 is verdubbeld van ongeveer 10 GJ per persoon per jaar naar 20 GJ per persoon per jaar<sup>4</sup>. Indien geen verbeteringen plaatsgevonden zouden hebben in de efficiëntie zou het energiegebruik voor de verwarming van de woning geen 20 maar ruim 40 GJ per persoon per jaar bedragen. Isolatie van de woning is verreweg de belangrijkste oorzaak geweest van de beperking van het energiegebruik (Nijland, 1999). De belangrijkste oorzaak van de stijging van het energiegebruik van 10 naar ruim 40 GJ per persoon per jaar in het geval dat de woning en installaties sinds 1950 niet veranderd zouden zijn is het verwarmen van de hele woning in 1995 in plaats van slechts één ruimte zoals dat in 1950 het geval was (Groot-Marcus en Schernhorn, 1999). Indien de verdunning van de huishoudens (tussen 1950 en 1995 gedaald van 3,7 naar 2,4 personen (CBS, 1999)) buiten beschouwing wordt gelaten stijgt het energiebeslag per persoon niet naar ruim 40 GJ maar naar een kleine 30 GJ.

### 3.2.5.2 Elektriciteitsgebruik

Het primaire energiegebruik voor de verbruikte elektriciteit door huishoudens is de afgelopen 50 jaar gestaag toegenomen (Vringer en Blok, 1999). Tussen 1980 en 1997 is het huishoudelijk elektriciteitsgebruik met ongeveer 10% toegenomen (NEH, diverse jaren).

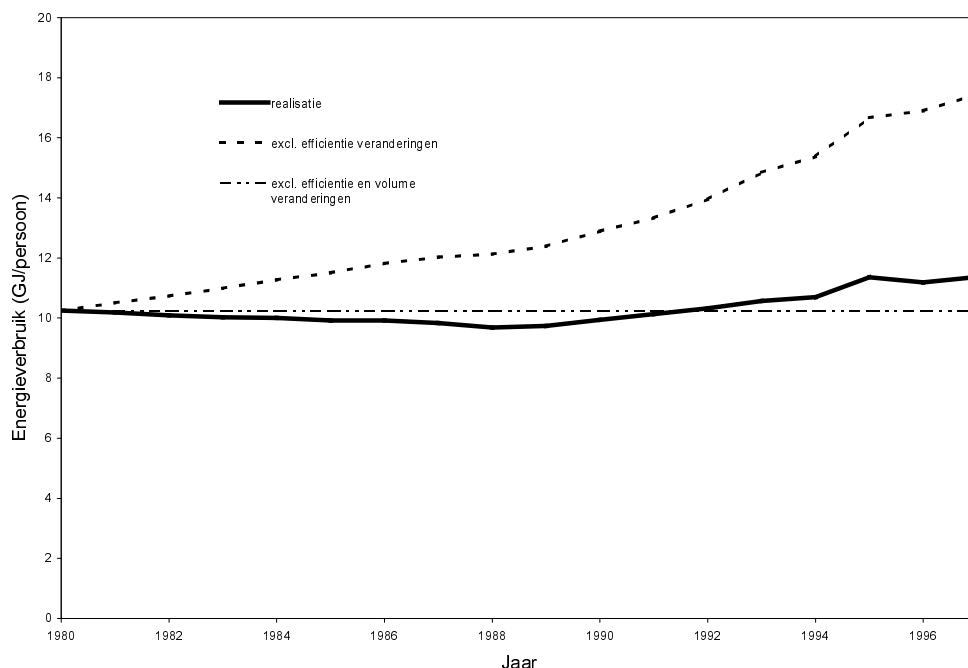
<sup>4</sup> De berekende waarde is getoetst aan metingen volgens het Basisonderzoek Aardgas Kleinverbruik (BAK) (EnergieNed, diverse jaren). Voor 1990 en 1995 komen de gemeten waarde volgens BAK overeen met de met het MEB model berekende waarden. Voor 1980 ligt de gemeten waarde volgens het BAK 30% hoger. Volgens Nijland (1999) is de meting door het BAK aan de hoge kant en bedraagt de fout in de BAK metingen rond de tien procent. Ook zijn de mogelijke fouten in de berekende waarde volgens (Nijland, 1999) 10 tot 20 procent.

Om het verloop nader te analyseren is door Boonekamp en Jeeninga (1999) voor de periode 1980 tot 1997 berekend wat het effect is van volumeveranderingen in de consumptie en efficiëntieverbeteringen van de apparatuur.

Door (Boonekamp en Jeeninga, 1999) is een efficiëntie verandering breder gedefinieerd dan alleen het toepassen van zuiniger technieken. Onder efficiëntie veranderingen is ook ont- en besparend gedrag gerekend. Onder een volumeverandering worden niet alleen veranderingen in het gebruik van apparaten verstaan (w.o. penetratiegraden), maar ook allerlei andere, meestal ontsparende, trends als een andere uitvoering van een apparaat (b.v. kleuren- i.p.v. zwart-wit TV), intensiever gebruik van apparaten en het stand-by laten staan van apparatuur.

Boonekamp en Jeeninga (1999) hebben per energiefunctie een aantal veel verbruikende apparaten onderscheiden. Aan de hand van apparaat-factoren (penetratiegraad, prestatie/uitvoering/capaciteit, gebruikswijze/intensiteit en technische besparing) is voor deze apparaten het verbruik per apparaat, per functie en per huishouden bepaald. Voor energierelevante gedragingen en restricties (gebruiksgedrag, aanschafgedrag, indirect gedrag/restricties) is bepaald via welke apparaat-factor ze het verbruik beïnvloeden. Op basis van de verzamelde gegevens uit enquêtes en literatuur is een kwantitatieve analyse gemaakt van de opgetreden verbruiksveranderingen in de periode 1980-1997.

In figuur 3-4 is het primaire energiegebruik voor huishoudelijk elektriciteitsgebruik tussen 1980 en 1997 opgenomen, excl. efficiëntieveranderingen en excl. volume- en efficiëntie veranderingen.



figuur 3-4 Het primaire energiegebruik per persoon voor het huishoudelijke elektriciteitsgebruik tussen 1980 en 1997, ,excl. efficiëntieveranderingen en excl. volume- en efficiëntie veranderingen (Afgeluid uit: Boonekamp en Jeeninga (1999))

In figuur 3-4 is te zien dat het energiegebruik per persoon voor elektriciteit tussen 1980 en 1997 met ongeveer 10% is gestegen (van 10 naar 11 GJ per persoon per jaar), welke

overeenkomt met de realisatie volgens de NEH (diverse jaren). Indien geen verbeteringen plaatsgevonden zouden hebben in de efficiëntie van elektrische apparaten zou het energiegebruik voor elektriciteit geen 11 maar ruim 17 GJ per persoon per jaar bedragen. Technische besparingen en hogere penetratiegraden veroorzaken de belangrijkste, maar tegengestelde, mutaties in het huishoudelijk verbruik veroorzaken. (Boonekamp en Jeeninga, 1999). Indien de efficiëntieverbeteringen bij de elektriciteitscentrales ook buiten beschouwing gelaten zou zijn, zou het primaire energiegebruik nog 10% hoger liggen in 1997.

### 3.2.5.3 Mobiliteit

Deze analyse beoogt een antwoord te vinden op de vraag welk deel van de toename van het energiegebruik in het personenvervoer per auto, trein en bus/tram/metro uitgevoerd voor de periode 1960-1998 het gevolg is geweest van technische verbeteringen en welk deel is beïnvloed door menselijk gedrag. Voor deze analyse is gebruik gemaakt van gegevens uit het achtergronddocument Verkeer en vervoer in de Milieubalans 99 (Van den Brink, in voorbereiding).

Tabel 3-3 geeft een overzicht van de gebruikte gegevens.

Tabel 3-3. Determinanten voor het energiegebruik in het personenvervoer

	eenheid	det.	1960	1965	1970	1975	1980	1985	1990	1995	1997
<b>personenauto</b>											
voertuigkms	mln		9,1	21,4	39,6	48,5	61,4	68,8	81,2	90,0	93,1
bezetting	aantal	B <sub>p</sub>	2,0	2,0	1,7	1,8	1,7	1,7	1,7	1,6	1,6
reizigerkms	mld		18	43	66	89	107	117	134	147	151
energiegebruik	MJ/vkm	E <sub>p</sub>	2,9	2,9	3,0	3,1	3,0	2,8	2,6	2,7	2,6
<b>bus/tram/metro</b>											
voertuigkms	mln		280	309	342	383	413	438	455	421	431
bezetting	aantal	B <sub>b</sub>	18	17	16	15	14	14	12	14	15
reizigerkms	mld		5,0	5,4	5,4	5,7	6,0	6,2	5,6	6,0	6,3
energiegebruik	MJ/vkm	E <sub>b</sub>	16	13	11	11	13	12	12	12	12
<b>trein</b>											
voertuigkms	mln		59	58	81	92	96	101	107	109	113
bezetting	aantal	B <sub>t</sub>	133	133	99	92	93	89	103	128	127
reizigerkms	mld		7,8	7,7	8,0	8,5	8,9	9,0	11,1	14,0	14,3
energiegebruik	MJ/vkm	E <sub>t</sub>	90	94	93	81	79	83	84	98	93
<b>totaal</b>											
reizigerkms	mld		31	56	80	103	122	133	151	167	172
<i>modal split</i>											
personenauto		M <sub>p</sub>	59%	77%	83%	86%	88%	89%	89%	88%	88%
bus/tram/metro		M <sub>b</sub>	16%	10%	7%	6%	5%	5%	4%	4%	4%
trein		M <sub>t</sub>	25%	14%	10%	8%	7%	7%	7%	8%	8%

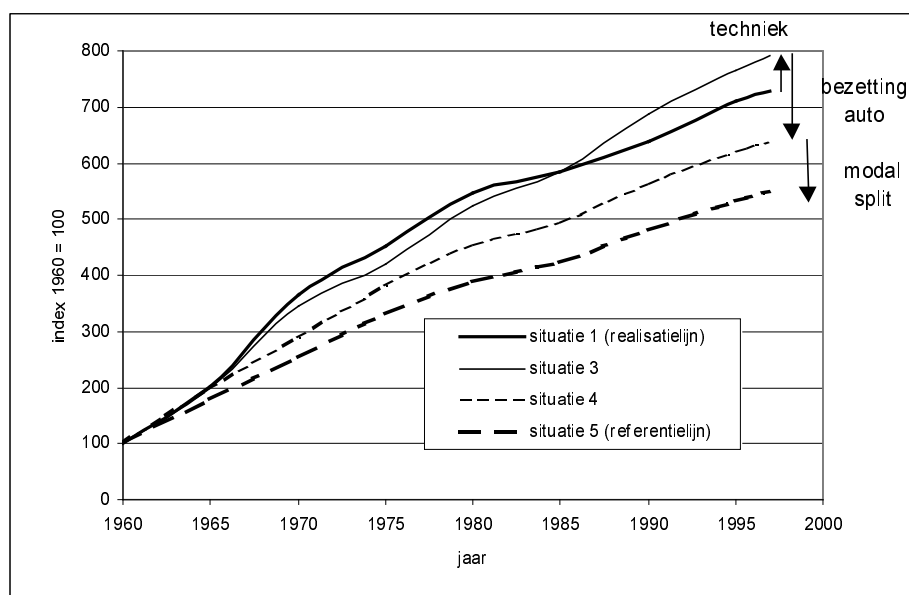
Het totale energiegebruik door personenauto's is berekend door het aantal reizigerkilometers te vermenigvuldigen met het aandeel van de personenauto in het totaal aantal reizigerkilometers (modal split, in het vervolg determinant M<sub>p</sub>). Vervolgens is dit

aantal reizigerkilometers per personenauto gedeeld door de bezetting van de personenauto (determinant  $B_p$ ) en het resultaat is daarna vermenigvuldigd met het energiegebruik per voertuigkilometer (determinant  $E_p$ ). De berekening van het energiegebruik van bus/tram/metro en trein is identiek.

Met behulp van de gegevens uit Tabel 3-3 is het totale energiegebruik in het personenvervoer per auto, trein en bus/tram/metro voor de volgende situaties met stapsgewijze eliminatie:

1. **Realisatie:** alle determinanten zoals in Tabel 3-3 (realisatielijn in figuur 3-5)
2. **Invloed energie-efficiency personenauto:** alle determinanten zoals in Tabel 3-3, behalve het energiegebruik per kilometer van personenauto's ( $E_p$ ) dat gelijk is gehouden aan de situatie in 1960;
3. **Energie-efficiency openbaar vervoer:** alle determinanten zoals in Tabel 3-3, behalve het energiegebruik per voertuigkilometer van alle vervoerwijzen ( $E_p$ ,  $E_b$ ,  $E_t$ ), en de bezetting van alleen bus/tram/metro en trein ( $B_b$ ,  $B_t$ ) die alle gelijk zijn gehouden aan de situatie in 1960;
4. **Invloed bezetting personenauto:** alle determinanten zoals in Tabel 3-3, behalve het energiegebruik per voertuigkilometer ( $E_p$ ,  $E_b$ ,  $E_t$ ), en de bezetting ( $B_p$ ,  $B_b$ ,  $B_t$ ) van alle vervoerwijzen die gelijk zijn gehouden aan de situatie in 1960;
5. **Invoed modal split:** alle determinanten gelijk gehouden aan de situatie in 1960; alleen het aantal reizigerkilometers verandert (referentielijn in figuur 3-5);

De eerste situatie beschrijft de gerealiseerde ontwikkeling van het energiegebruik. De tweede situatie beschrijft ten opzichte van de gerealiseerde ontwikkeling het effect van het energiegebruik per kilometer van personenauto's, hetgeen wordt gerekend tot een technisch ontwikkeling. Situatie 3 voegt vervolgens het effect van de ontwikkeling van het energiegebruik per reizigerkilometer in de bus/tram/metro en de trein toe. Ook deze ontwikkeling wordt als een technische ontwikkeling gezien, en niet als een gedragsmatige. Individuele gebruikers van bus of trein zijn niet in staat de bezettingsgraad van bus of trein te beïnvloeden. Situatie 4 geeft ten opzichte van situatie 3 de invloed van de ontwikkeling in de bezettingsgraad van de personenauto. Deze ontwikkeling wordt toegeschreven aan gedrag. Situatie 5 voegt ten opzichte van situatie 4 tenslotte het effect van de ontwikkeling van de modal split op het energiegebruik toe. Situatie 5 is de referentielijn. Deze lijn beschrijft de ontwikkeling van het totaal aantal reizigerkilometers per personenauto, bus/tram/metro en trein. figuur 3-5 geeft de grafiek waarin bovenstaande 5 situaties zijn weergegeven en in Tabel 3-4 zijn waarden weergegeven.



figuur 3-5 Ontwikkeling energiegebruik personenvervoer 1960-1997

Tabel 3-4. Analyse van energiegebruik in het personenvervoer (index 1960 = 100)

	1960	1965	1970	1975	1980	1985	1990	1995	1997	verschil in 1997
1: Realisatie	100	202	365	450	548	584	638	712	728	} + 9%
2: Efficiency personenauto	100	198	350	422	529	590	693	767	792	
3: Efficiency OV	100	200	347	420	525	585	687	764	790	} -19%
4: Bezetting personenauto	100	197	290	381	454	495	564	620	639	
5: Referentie	100	179	254	330	389	423	482	533	548	

Situatie 3 beschrijft de situatie wanneer personenauto's niet zuiniger zouden zijn geworden en bus/tram/metro en trein niet efficiënter met energie zouden zijn omgesprongen. Het energiegebruik in 1997 zou zonder deze 'technische' verbeteringen circa 9% hoger zijn geweest (situatie 3 versus situatie 1). Situatie 4 geeft ten opzichte van situatie 3 het effect van de afnemende bezettingsgraad bij personenauto's weer. Deze bezettingsgraad is zoals te zien in

Tabel 3-3 gedaald van circa 2,0 in 1960 tot 1,6 in 1997. Zou de bezettingsgraad niet zijn afgenomen dan zou het energiegebruik in 1997 ten opzichte van situatie 3 circa 19% lager zijn geweest. Situatie 5 geeft vervolgens het effect van de modal split weer. Zonder de verschuiving naar de personenauto zou het energiegebruik ten opzichte van situatie 4 nog eens 14% lager zijn geweest.

De conclusie die uit bovenstaande kan worden getrokken, is dat de stijging van het energiegebruik voornamelijk kan worden toegeschreven aan de toename van het totale

personenvervoer per personenauto, bus/tram/metro en trein. Aangezien de toename van de bevolking in de periode 1960-1997 ongeveer 35% bedroeg, kan worden berekend dat het aantal reizigerskilometers per hoofd van de bevolking tussen 1960 en 1997 met een factor 4 is gestegen. Andere belangrijke oorzaken van de toename van het energiegebruik blijken de afname van de bezettingsgraad van personenauto's te zijn en de verschuiving van de modal split in het voordeel van de personenauto. Opvallend is dat de afname van de bezettingsgraad van personenauto's een nagenoeg even groot effect op de toename van het energiegebruik in het personenvervoer heeft gehad als de verschuiving van het openbaar vervoer naar de personenauto.

### **3.2.6 Het totale energiegebruik en efficiëntieveranderingen en volumeveranderingen**

De effecten van de verschillende volume-, en efficiëntieveranderingen zoals in de vorige paragrafen besproken, zijn samen genomen om het effect op het energiebeslag per persoon te kunnen bepalen. Daarbij is uitgegaan van de realisatie van het energiebeslag per persoon tussen 1948 en 1996 zoals hierboven is berekend. Uitgaande van de realisatie zijn de volgende effecten achtereenvolgens bepaald:

Het effect van efficiëntieveranderingen buiten het huishouden. Dit zijn efficiëntieveranderingen die in de toeleverende sectoren (handel, industrie en transport) hebben plaatsgevonden.

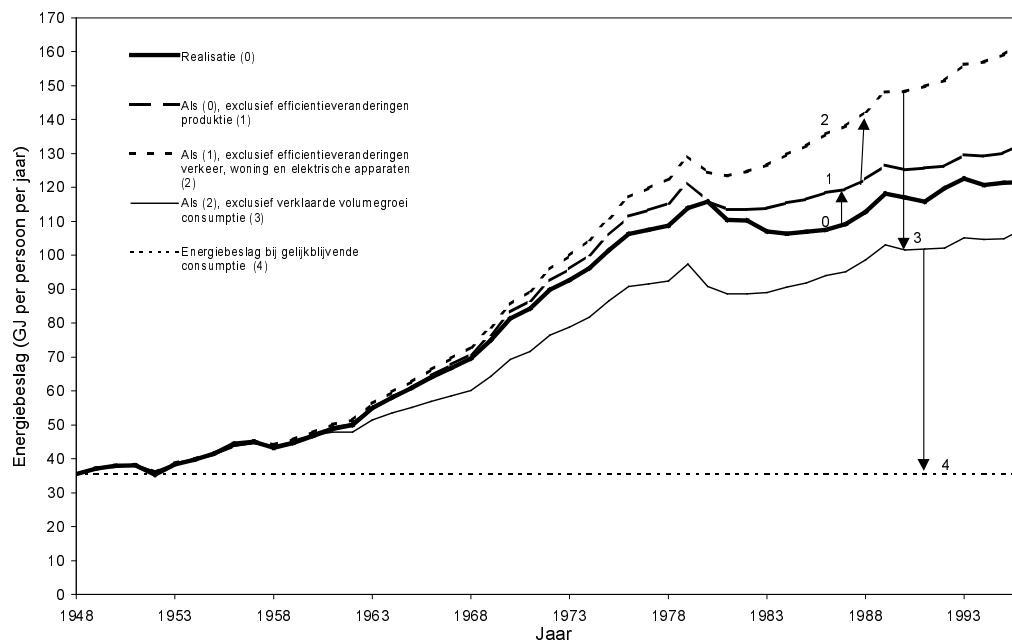
Het effect van efficiëntieveranderingen binnen het huishouden. Dit zijn efficiëntieveranderingen die hebben plaatsgevonden bij de verwarming van de woning (vanaf 1950), mobiliteit (vanaf 1960) en het gebruik van elektriciteit (vanaf 1980). In deze drie consumptieonderdelen valt het overgrote deel van het directe energiegebruik van huishoudens, waarmee het grootste deel van mogelijke efficiëntieveranderingen binnen het huishouden wordt gedekt.

Het effect van volumewijzigingen in de consumptie voor woningverwarming (vanaf 1950), mobiliteit (vanaf 1960) en het gebruik van elektriciteit (vanaf 1980).

figuur 3-6 toont het netto effect van efficiëntieveranderingen en volumeveranderingen op het totale energiegebruik. Lijn (0) geeft de trend weer van het totale energiegebruik per capita, inclusief efficiëntieveranderingen van de toeleverende sectoren (handel, industrie en transport). Lijn (1) geeft de trend aan indien efficiëntieveranderingen voor de toeleverende sectoren buiten beschouwing gelaten worden. Als daarbij efficiëntieveranderingen voor verkeer, de verwarming van de woning en elektrische apparaten buiten beschouwing gelaten worden verloopt het energiegebruik volgens lijn (2). Als tot slot het consumptieniveau voor deze drie consumptieonderdelen sinds 1948 ook niet zou zijn veranderd, verloopt het energiegebruik volgens lijn (3). De horizontale lijn (4) geeft aan wat het energiegebruik zou zijn indien de consumptie en productie sinds 1948 in het geheel



niet veranderd zouden zijn. Het verschil tussen (3) en (4) geeft de netto invloed van efficiëntie- en volumeveranderingen van de niet geanalyseerde consumptieonderdelen zoals voeding, recreatie (vaker en verder met vakantie), persoonlijke verzorging (douche- en wasgedrag), en kleding.



figuur 3-6 Het directe en indirecte energiegebruik per capita.

- 0: *Realisatie*
- 1: *Realisatie exclusief efficiëntieveranderingen voor productie van de toeleverende sectoren*
- 2: *Realisatie exclusief efficiëntieveranderingen voor productie van de toeleverende sectoren, exclusief efficiëntieveranderingen voor mobiliteit, de verwarming van de woning en elektrische apparaten*
- 3: *Realisatie exclusief efficiëntieveranderingen voor productie van de toeleverende sectoren, exclusief efficiëntieveranderingen voor mobiliteit, de verwarming van de woning en elektrische apparaten, exclusief de volumegroei door consumptie*
- 4: *Realisatie exclusief efficiëntieveranderingen voor productie van de toeleverende sectoren, exclusief efficiëntieveranderingen voor mobiliteit, de verwarming van de woning en elektrische apparaten, exclusief de volumegroei door consumptie en bij gelijkblijvende consumptie. (Basislijn) .*

Zonder de belangrijkste efficiencyverbeteringen zou het energiegebruik tussen 1948 en 1996 met ruim 40 GJ extra gestegen zijn naar ruim 160 GJ per persoon. De belangrijkste bijdrage daaraan vormde de efficiencyverbeteringen van elektrische apparaten en verwarming (30 GJ). Deze efficiencyverbeteringen binnen het huishouden zijn lang niet genoeg geweest om de consumptiegroei te compenseren. De resultaten van bovenstaande figuur 3-6 zijn als figuur 2.5.1. in een iets gewijzigde vorm in de Milieubalans 99 opgenomen waarbij het uitgangspunt de introductie van invloedsfactoren is, terwijl in figuur 3-6 sprake is van eliminatie van invloedsfactoren. De conclusies tonen echter geen substantiele verschillen.

### 3.3 Ruimtebeslag van Nederlanders

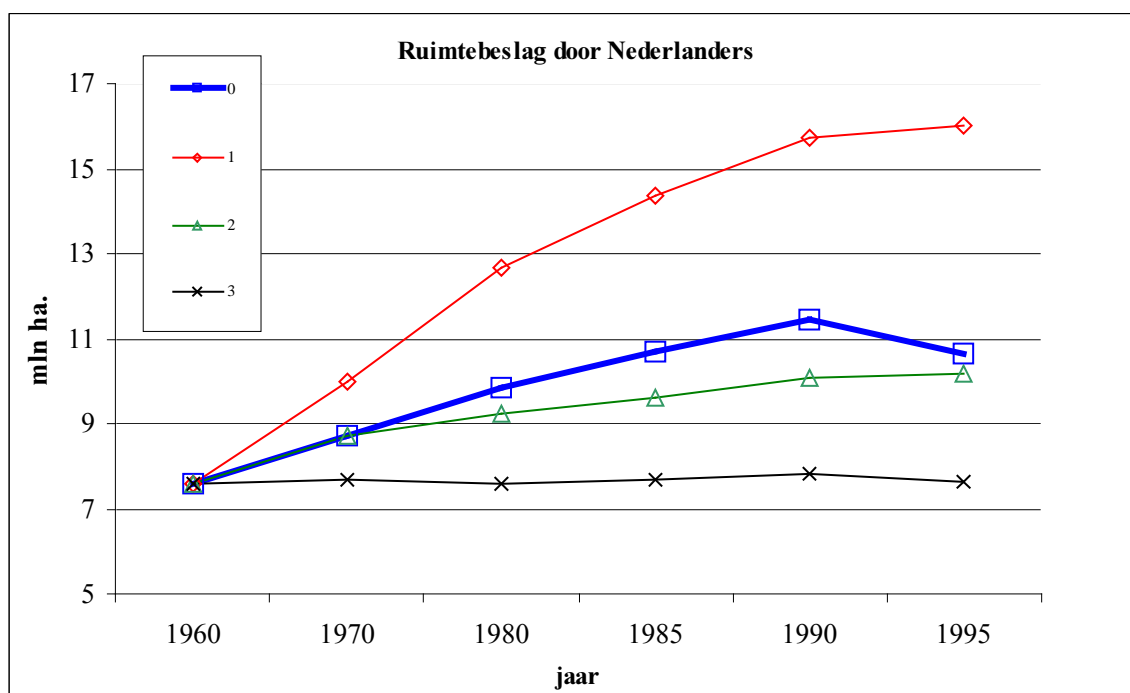
#### 3.3.1 Ontwikkelingen in de afgelopen 45 jaar

Het ruimtebeslag van de Nederlanders is tussen 1960 en 1995 toegenomen zij het veel minder spectaculair dan het energiebeslag, van 7,9 mln. ha in 1960 tot 10,7 ha in 1995 (zie figuur 3-7).

Het gerealiseerde ruimtebeslag (lijn 0 in de figuur) bereikt een maximale waarde in 1990 maar dit is vooral veroorzaakt door een tijdelijk grotere inzet van peulvruchten als veevoer en een hogere consumptie van hout in dat jaar.

#### 3.3.2 Invloeden van techniek cq productefficiëntie, consumptie en bevolkingsgroei

In figuur 3-7 zijn naast de gerealiseerde lijn (0) nog een aantal andere lijnen geprojecteerd die de effecten weergeven van techniek/productie-efficiëntie, consumptie en bevolkingsgroei in de periode tussen 1960 en 1995.



figuur 3-7 Het directe en indirecte ruimtegebruik als gevolg van de consumptie door Nederlanders in de periode 1960-1995.

- 0: Realisatie
- 1: Realisatie excl. efficiëntieveranderingen
- 2: Realisatie excl. efficiëntieveranderingen en stijgende consumptie
- 3: Realisatie excl. efficiëntieveranderingen, stijgende consumptie en bevolkingsgroei (**basislijn**)

#### 1. Techniek/productie-efficiëntie

Om enkel de invloed van de techniek te laten zien zijn de productie efficiëntie-cijfers van voeding(producten) vanaf 1960 constant gehouden. Hetzelfde is gedaan voor de veevoederproducten. Ook voor de productie van hout is uitgegaan van jaarlijks niet

veranderende opbrengsten per ha, al is hier wel de recycling van oud papier als technisch effect meegenomen.

Uit gegevens van de Vereniging van Nederlandse Papierfabrikanten (VNP, 1995) blijkt hoe de inzet van oud papier versus nieuwe pulp zich van 1960 tot 1995 heeft ontwikkeld en deze verhoudingen zijn vertaald in de hoeveelheid hout die nodig zou zijn geweest als de inzet van het oud papier op het niveau van 1960 zou zijn gebleven. Hiermee kon de houtproductie worden gecorrigeerd.

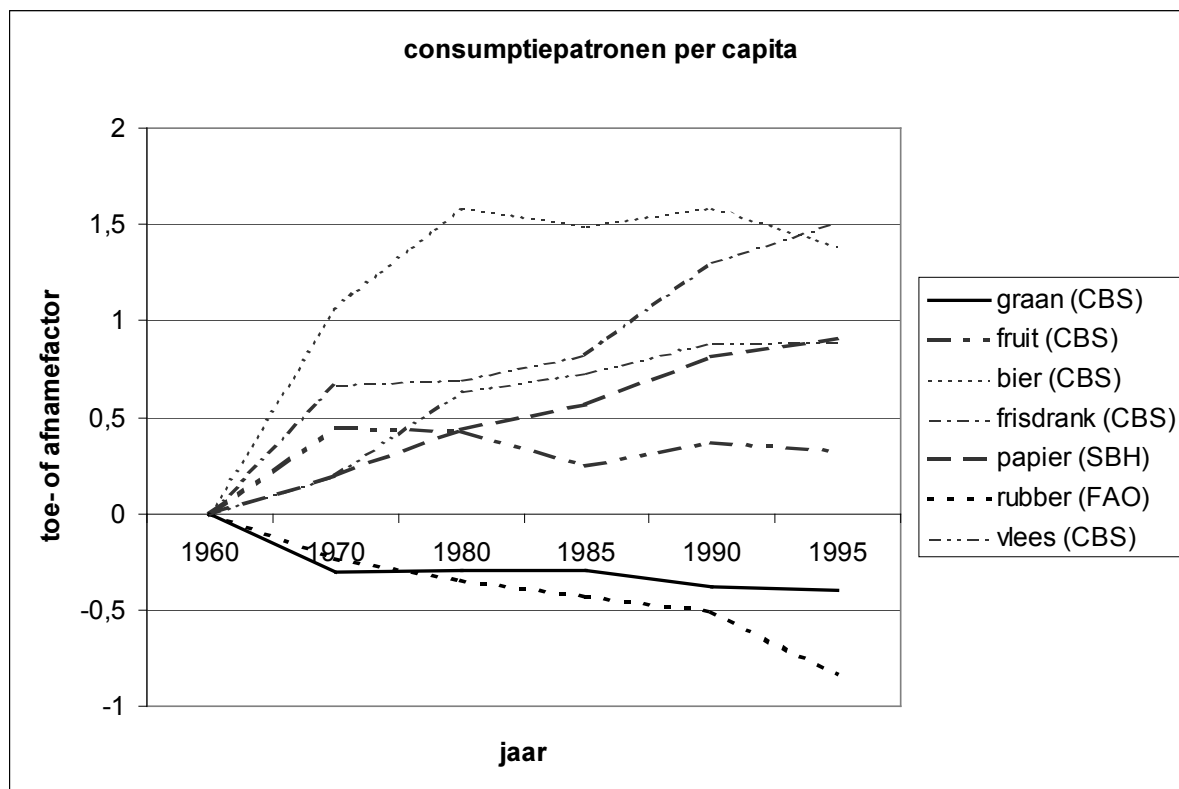
In figuur 3-7 toont lijn 1 het verloop van het ruimtebeslag als de technische veranderingen en efficiëntie verbeteringen niet in aanmerking worden genomen. Zonder efficiëntie-verbeteringen zou het ruimtebeslag door Nederlander in 1995 met 5,3 mln. ha, ca 50 % meer, hebben bedragen dan in werkelijkheid gerealiseerd.

## **2. Consumptie**

Om de invloed van de consumptie te analyseren is het gerealiseerde ruimtebeslag nog eens aangepast waarbij ook de consumptie per persoon in de hele periode gelijk wordt gehouden aan die in 1960.

Lijn 2 in de grafiek geeft dus het verloop van het ruimtebeslag indien zowel de productie-efficiëntie als de consumptie per persoon gelijk worden gehouden.

Het verschil tussen de lijnen 1 en 2 geeft dan het effect van alleen de stijging van de consumptie weer, een effect dat in negatieve zin (5,8 mln. ha) groter is dan dat in positieve zin van enkel de efficiëntie-verbetering (5,3 mln. ha). In figuur 3-8 is voor een aantal producten de ontwikkeling van de consumptie ervan weergegeven in de periode tussen 1960 en 1995. De producten kennen een verschillend ruimtebeslag en in dat opzicht is de stijging in het papiergebruik van grotere invloed dan de stijging in de consumptie van b.v. frisdranken.



figuur 3-8 Consumptiepatroon van enkele producten in de periode 1960 – 1995.

### 3. Bevolkingsgroei

Een derde aanpassing van het gerealiseerde ruimtebeslag betreft het effect op de toename van het Nederlandse ruimtebeslag door de bevolkingsgroei. In de periode vanaf 1960 is deze met ca 33% toegenomen.

In de berekeningen is daartoe naast de productie-efficiëntie en het consumptiepatroon ook het aantal inwoners gelijk gehouden aan dat van 1960 hetgeen lijn 3 in de grafiek oplevert. Eigenlijk stelt deze lijn de basislijn voor want bij gelijkblijvende bevolking, een gelijkblijvende stand van de techniek en een gelijkblijvend consumptiepatroon vertoont het ruimtebeslag door Nederlanders een vrijwel horizontale lijn in de grafiek. De invloed van import en export is in dit verband te verwaarlozen. De kleine schommelingen die er zijn in lijn 3 van de grafiek houden dan ook verband met verschillen in productiviteiten in de landbouw van de verschillende toeleverende landen.

#### 3.3.3 Mate van zelfvoorziening

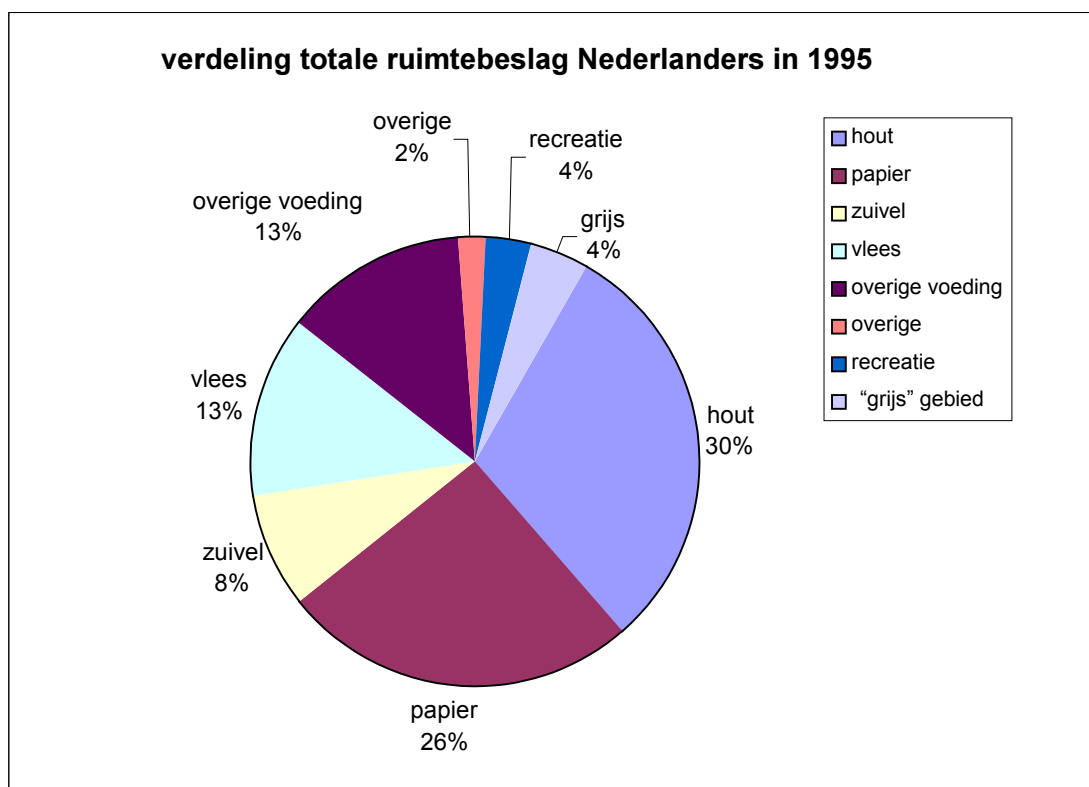
Voor de berekening van het ruimtebeslag in eigen land, is er vanuit gegaan dat het aandeel product, dat niet uit het buitenland komt, aan gebruik binnen Nederland valt toe te rekenen. Voor melk is dat bijvoorbeeld het totale oppervlak, dat voor ruwvoer gebruikt wordt, vermenigvuldigd met het verbruik in Nederland en gedeeld door de totale productie. Voor het ruimtebeslag van de houtproductie is aangenomen dat al het bos in Nederland productiebos is en dat de producten ervan in Nederland gebruikt worden. Hoewel Nederland voor 7.6% voorziet in het eigen houtgebruik (SBH 1997) is het bosoppervlak in Nederland ongeveer 5% van de totale ruimteclaim, dit komt omdat de opbrengst in de Nederlandse bossen hoger is dan gemiddeld. Ruim 70 % van het

ruimtegebruik voor de Nederlandse hout- en papierconsumptie ligt in andere EU-landen, 10 % in Noord Amerika en ruim 15 % in tropische landen.

Voor de herkomst van in Nederland ingevoerde voedermiddelen zijn gegevens gebruikt uit de jaarstatistieken voor veevoeders (Bolhuis, 1950). De verhoudingen tussen de absolute waarden van land van herkomst en totale importen zijn gebruikt om de herkomst in 1995 te berekenen. Voor veevoer voorziet Nederland voor bijna 20 % in eigen behoefte en voor andere landbouwproducten ligt dit percentage op 30 %.

### 3.3.4 Verdeling over consumptiecategorieën

Ruimtebeslag is vooral gekoppeld aan land- en bosbouw. Dit blijkt ook uit de in figuur 3-9 gepresenteerde verdeling.



figuur 3-9 verdeling totale ruimtebeslag van Nederland (1995)

46 % van het hout wordt gebruikt voor papier en karton. Het Nederlandse bosareaal wordt voor 50 % toegerekend aan recreatie evenals 10 % van de Nederlandse landbouwgronden. Binnen de categorie grijs (4%) valt de ruimte voor wonen, industrie, infrastructuur en dienstverlening. Van de totale ruimteclaim is dit met 4% beperkt. Aangezien deze ruimte echter vrijwel geheel binnen de Nederlandse grenzen moet vallen, is dit op schaal Nederland met 12,7 % aanzienlijk groter met alle bijkomende problemen.

De restpost overige omvat met name textiel en rubber.

## 3.4 Beslag op biodiversiteit door Nederlanders

De berekeningen, uitgevoerd volgens de aannames en uitgangspunten zoals vermeld onder hoofdstuk 2.4.3 methodiek en weergegeven in Tabel 3-5 tonen dat ook de door Nederlanders

geïmporteerde producten gezamenlijk mede verantwoordelijk zijn voor een daling van de ecologische waarde in het buitenland.

Wereldwijd is de ecologische waarde afgenomen van 100% (oorspronkelijke bedekking) naar 73% in 1970 en 72% in 1990. Voor deze daling over het traject tot aan 1970 en 1990 is NL verantwoordelijk voor 0.2% (van de 27%, resp. 28% waarde daling).

Het grootste aandeel is afkomstig van de vraag naar 'veevoer' (60%), gevolgd door 'overige landbouwproducten' met 25% en bosbouw met 15%. De verhoudingen in 1970 en 1990 zijn min of meer hetzelfde.

Waarderingspercentage van natuurlijk en antropogeen landgebruik met en zonder de import vraag vanuit Nederland									
	Oorspronk. ecologisch	ecologisch Waardepot.	ecologisch Waardepot.	afnameperc tgv claim NL veevoer 1970	afnameperc tgv claim NL veevoer 1990	afnameperc tgv claim NL ov. Landb. 1970	afnameperc tgv claim NL ov. Landb. 1990	afnameperc tgv claim NL bosbouw 1970	afnameperc tgv claim NL bosbouw 1990
Regio	Waardepot.	1970 totaal	1990 totaal						
Canada	100	93,359	92,247					0,012	0,011
Central America	100	63,081	58,794	0,07	0,102				
East Asia	100	68,630	61,814						
Eastern Africa	100	49,906	48,118						
Eastern Europe	100	41,785	40,350					0,015	0,018
Former USSR	100	78,259	77,861					0,002	0,002
Japan	100	72,352	68,136						
Middle East	100	85,736	86,139						
Northern Africa	100	90,152	90,575			0,07	0,063		
Oceania	100	62,311	64,107						
Other OECD Europe	100	43,371	42,878	0,143	0,178			0,107	0,075
Scandinavia	100	90,088	88,721					0,394	0,502
South America	100	76,002	72,532	0,161	0,157	0,042	0,039	0,002	0,001
South Asia	100	63,443	63,072						
South East Asia	100	83,082	70,939	0,023	0,039			0,006	0,003
Southern Africa	100	62,948	63,806						
USA	100	64,591	64,334	0,064	0,08	0,038	0,045	0,009	0,007
Western Africa	100	78,285	77,062					0,005	0,003
<b>World</b>	<b>100</b>	<b>73,127</b>	<b>71,730</b>	<b>0,032</b>	<b>0,034</b>	<b>0,013</b>	<b>0,013</b>	<b>0,009</b>	<b>0,009</b>
perc. afname tgv Ned. claims per sector				<b>0,121</b>	<b>0,122</b>	<b>0,048</b>	<b>0,044</b>	<b>0,035</b>	<b>0,033</b>
perc. afname tgv totaal aan Ned. claims in 1970 resp 1990				<b>0,203</b>	<b>0,199</b>				

Tabel 3-5 Bijdrage Nederland in het teruglopen van oorspronkelijk ecologisch waardepotentieel

Een overzicht van de ecologische voetafdruk per regio en per sector is weergegeven in Tabel 3-5. Uitgedrukt in arealen komt dit overeen met een gebied met een omvang van ongeveer 70,000 km<sup>2</sup> waarvan de ecologische waarde volledig is gereduceerd tot nul. Dit areaal komt overeen met 2x de oorspronkelijke ecologische waarde van Nederland en 9 x de actuele ecologische waarde.

Tabel 3-6. Berekening van ratio's mondiaal versus nationaal

<b>Berekening van ratio's mondiaal versus nationaal</b>	
<b><u>Nationale gegevens:</u></b>	
opp NL	33,922 km2
opp wereld	127000000 km2
ratio	0.0267%
<b><u>Nationale gegevens in mondiaal perspectief</u></b>	
waarde NL indien oorspronkelijk	33,922 km2-ecologisch
waarde NL op dit moment	7,288 km2-ecologisch
afname	26,634 km2-ecologisch
in percentage	0.00021 van de mondiale ecologische waarde
<b><u>Mondiale waardedaling</u></b>	
a.g.v. de Nederlandse vraag naar Land- en bosbouwprod.	70.000 km2 met 100% daling in ecologische waarde)
<b><u>Verhouding waardering mondiaal tov waardering nationaal</u></b>	
Impact NL op ecol.waarde tov oorspr. ecol. waarde in NL:	2.06 x
Impact NL op ecol.waarde tov actuele ecol. waarde in NL:	9.60 x

Verschillen in soortenrijkdom van natuurgebieden zijn in deze benadering slechts zeer beperkt meegenomen; de nu nog resterende soortenrijkdom is vooral hoog in landen van Midden en Zuid-Amerika en minder in Europa.

In willekeurige volgorde van soortenrijkdom zijn de twintig landen met hoogste soortendiversiteit zoals geschat volgens de WCMC national biodiversity index (WCMC, 1994):

- |              |                 |                        |
|--------------|-----------------|------------------------|
| 1. Mexico    | 8. Kameroen     | 15. Maleisië           |
| 2. Panama    | 9. Zaïre        | 16. Brunei             |
| 3. Venezuela | 10. Zuid-Afrika | 17. Indonesië          |
| 4. Colombia  | 11. Madagaskar  | 18. Filippijnen        |
| 5. Equador   | 12. China       | 19. Papua Nieuw Guinea |
| 6. Peru      | 13. India       | 20. Australië          |
| 7. Brazilië  | 14. Vietnam     |                        |

Deze 20 landen zijn afgeleid van een kaartje dat gebaseerd is op de gegevens van een oudere versie van de tabel (Country Species Diversity) dan die in de referentie is opgenomen waardoor de presentatie wellicht niet de actuele toestand weergeeft.

In de National Biodiversity Index zijn vertebraten en planten gegevens opgenomen. Deze index is afgeleid van een index voor soorten rijkdom en een index voor endemische rijkdom.





## **4. Verschillende gebruiksdoelen en de relatie tot methodische keuzen**

### **4.1 Inleiding**

De beschrijvingen van de voor de Milieubalansen en door anderen gehanteerde methodieken en definities geven aan, dat er tal van keuzen worden gemaakt. Deze keuzen kunnen niet los worden gezien van het gebruiksdoel van de verkregen informatie. In dit hoofdstuk worden enkele van de mogelijke gebruiksdoelen beschreven met de betekenis hiervan voor methodische keuzen.

### **4.2 Verdeling over consumptiecategorieën**

In hoofdstuk 3 is een verdeling van het ruimtebeslag gepresenteerd over de belangrijkste consumptiecategorieën. Bij ruimte kan er sprake zijn van multifunctionaliteit. Dit speelt vooral bij bossen en in iets mindere mate bij landbouwgebieden, waar naast de productiefunctie ook de recreatieve functie van belang is. De natuurfunctie wordt hier niet meegenomen, omdat geen directe relatie met consumptie wordt verondersteld. Dit betekent echter niet, dat de intensiteit van de gebruiksfuncties geen invloed heeft op de natuurwaarde.

Om de multifunctionaliteit niet tot dubbeltellingen te laten leiden zijn verdeelsleutels gehanteerd. Voor Nederlanders liggen de verdeelsleutels binnen en buiten Nederland uiteraard anders. In eerste benadering (t.b.v. figuur 3-9) is voor Nederland het ruimtebeslag van bos voor 50 % aan recreatie toegeschreven. Voor landbouwgebieden wordt 10% aangehouden.

In het buitenland is dit vooralsnog verwaarloosd, hetgeen bij toenemend toerisme (waaronder ecotoerisme) op termijn wellicht niet juist is.

Bij het vaststellen van het totale ruimtebeslag in relatie tot de totale beschikbare ruimte (landoppervlak) op aarde worden de productiefuncties als bepalend beschouwd.

In het geval van energiebeslag zijn meer categorieën relevant en zijn er daarom diverse mogelijkheden voor indelingen. Binnen het RIVM wordt gewerkt aan een consistente indeling daarvan.

### **4.3 Vergelijkingen tussen inwoners uit verschillende landen**

Voetafdrukken hebben nadrukkelijk een internationale dimensie. Ze kunnen immers buiten de grenzen van een land komen. Ze kunnen ook een rol spelen in internationale discussies en mogelijk zelfs onderhandelingen, waarbij het interessant is verschillende landen te kunnen vergelijken. Voor een zinvolle vergelijking dienen de definities, de methodiek en bij voorkeur ook de gegevensbronnen dezelfde te zijn.

Voor de ecological footprint zoals gedefinieerd door Wackernagel en Rees en met de door hen gebruikte gegevensbronnen is er een uitwerking beschikbaar voor een groot aantal

landen uit verschillende delen van de wereld. De door hen gehanteerde methodiek alsmede de gegevensbronnen zijn andere, veel minder gedetailleerde dan voor de Milieubalans zijn gebruikt.

Voor een vergelijking van consumptiepatronen tussen mensen uit verschillende landen vanuit het perspectief van het beslag op voorraden verdient het de voorkeur om de gegevens over de productiesectoren (landbouwproductiviteit, energie-efficiency) voor iedereen gelijk te stellen. Dit voorkomt, dat eenzelfde bordje rijst of fiets voor verschillende mensen anders beoordeeld wordt. Het doet er dan niet eens zoveel toe, of voor de productiekentallen mondiale gemiddelden, nationale cijfers (voor zover niet al te zeer afwijkend van het gemiddelde) of kenmerken van de best beschikbare techniek worden genomen. In de Milieubalans is voor energie met cijfers uit Nederland gewerkt. In geval de beoordeling verder gaat dan het consumptiepatroon alleen, maar ook impliciet iets wil zeggen over de productieketen, moeten deze cijfers specifiek worden vastgesteld. Dit is belangrijk voor het evalueren van de werking van ecokeurmerken, (duurzaam) houtcertificaten, producentenverantwoordelijkheid voor de keten en dergelijke. Dit staat uiteraard niet geheel los van het consumentengedrag.

Hetzelfde geldt voor de rol van de consumenten in het realiseren van hergebruikcircuits van materialen en producten. Voor ruimtebeslag is daar waar mogelijk met landspecifieke gegevens gewerkt. Voor energie is zo'n analyse zeer gegevensintensief en tijdrovend en om die reden nog niet uitgevoerd.

De resultaten van zo'n landenvergelijking (Van Vuuren 1999 op basis van Wackernagel en Rees) laten zien, dat er een zekere relatie tussen de ecological footprint en het BNP per capita is. Nederland valt daarbij uiteraard wat hoger dan gemiddeld, maar zit wel redelijk op de gemiddelde lijn. Vele derde wereldlanden zitten laag. Voor CO<sub>2</sub>-emissies scoren Oost-Europese landen relatief hoog. Hetzelfde geldt voor landen als de VS en Singapore. Daarentegen scoren Oostenrijk, Frankrijk en Zwitserland relatief laag. Hierbij dient te worden aangetekend, dat in de methodiek de technische kenmerken (zoals de weinig efficiënte processen in Oost-Europa en bijvoorbeeld waterkracht in bergachtige landen) zijn meegenomen. Hiermee is dit deel geen zuivere vergelijking van de consumptiepatronen.

Dit laatste geldt wel voor de landgebruiksgegevens. Hiervoor zijn mondiaal gemiddelde productiviteiten gebruikt. De dunbevolkte landen scoren relatief hoog, te verklaren door de ruime beschikbaarheid en ook benutting van hout.

Het belang van het uitgangspunt van de mondiaal gemiddelde productiviteiten blijkt ook uit een studie van Van Vuuren en Smeets naar vier landen: Nederland, Costa Rica, Bhutan en Benin. Nederland heeft een duidelijk hoger ruimtebeslag, maar dit geldt niet meer, als met daadwerkelijke productiviteiten wordt gerekend. De opbrengsten van de Nederlandse landbouw per hectare liggen aanzienlijk hoger dan in de andere drie landen, waardoor bijvoorbeeld het ruimtebeslag van Costa Rica zelfs hoger uitkomt.

Op het niveau van West-Europa is een vergelijking uitgevoerd door Reinders e.a. (1999). De vergelijkingsmaat hiervoor is direct en indirect energiegebruik op het niveau van huishoudens. Er is een sterke relatie tussen de (prijsgecorrigeerde) uitgaven en het energiegebruik, met name bij het indirecte energiegebruik. De verschillen in het directe verbruik zijn voor een deel te verklaren door klimaatverschillen.

#### **4.4 De winst- en verliesrekening van de handel**

Bij de discussies over de voetafdrukken valt dikwijls de term afwenteling. Dat de implicaties van ons doen en laten verder gaan dan onze landsgrenzen wordt daarmee nadrukkelijk geïllustreerd. Het woord afwenteling heeft echter vooral een negatieve klank. Negatieve effecten zijn er zeker, maar ook positieve. Voor een zuivere afweging dienen deze evenzeer te worden belicht, hetgeen uiteraard ook wel gebeurt. In hun commentaar op de ecological footprint van Wackernagel en Rees geven Van de Bergh en Verbruggen (Bergh en Verbruggen 1999) dit nadrukkelijk aan. Zij wijzen er bovendien terecht op, dat het afrekenen van Nederlanders op het feit, dat hun ruimtebeslag groter is dan de ruimte binnen de Nederlandse grenzen op zich onzinnig is voor een tamelijk dichtbevolkt land. Dat neemt niet weg, dat er op het niveau van biodiversiteit of ecologische waarde wel degelijk sprake is van afwenteling, die wordt veroorzaakt door het groter ruimtebeslag en bijdragen aan het kwaliteitsverlies door milieuverontreiniging in andere landen. Een allesomvattende indicator voor de invloed van de Nederlanders op de ecologische waarde of de biodiversiteit dient in elk geval de volgende aandachtspunten te omvatten:

Ruimtebeslag

Ecologische restwaarde (natuurwaarde) van in beslag genomen ruimte (voorbeelden: duurzaam beheer van bos, ecologisch landbouw)

Grensoverschrijdende milieuverontreiniging vanuit Nederland

Milieuverontreiniging in het buitenland t.b.v. productie van producten, die door Nederlanders worden benut (voorbeelden bij ertswinning, bestrijdingsmiddelengebruik)

Broeikasgasemissies i.r.t. klimaatverandering.

In de MB99 is in feite slechts de relatie tussen ruimtebeslag en biodiversiteit indicatief uitgewerkt en is er nog geen totaalbeeld. Bij dit ruimtebeslag is gekozen voor zoveel mogelijk landspecifieke gegevens om de link met de daadwerkelijke handelspartners zo goed mogelijk te leggen.

Dit kader speelt ook in op een bredere invalshoek voor de optimalisatie van natuurwaarde. Er is een trend om minder ruimte in Nederland voor landbouw te reserveren om het stedelijk gebied meer ruimte te kunnen geven en het areaal natuurgebieden ten minste te kunnen behouden. Dit kan betekenen, dat we voor onze eigen consumptie meer moeten importeren, dus meer ruimte in het buitenland voor landbouw nodig hebben ten koste van natuur. Aangezien de Nederlandse landbouw een hoge productiviteit heeft, zou dit een netto achteruitgang kunnen betekenen. Dit wordt bewust voorzichtig gesteld, aangezien een totaal

afweging nog niet kan worden gemaakt, als niet ook de milieuverontreiniging wordt meegewogen.

In de Leefomgevingsbalans (RIVM, 1997) wordt gesteld, dat het oordeel over de omgevingskwaliteit vanuit diverse perspectieven plaats vindt, waarvan de ecologische er maar één is. Andere zijn de economische en de sociaal-psychologische (ook wel de leefbaarheidsinvalshoek genoemd). Deze twee perspectieven zijn in het geheel nog niet uitgewerkt, maar zouden de volgende elementen kunnen omvatten:

Economisch perspectief

Afname van de kwantiteit van natuurlijke voorraden

Afname van de kwaliteit van natuurlijke voorraden voor productiefunctie (bv. landbouwproductiviteit als gevolg van slechtere bodemkwaliteit)

Toename van GDP van de toeleverende landen als gevolg van onze import

Sociaal-psychologisch perspectief

Volksgezondheidseffecten in relatie tot verontreiniging bij de productie van aan Nederland geleverde producten

Bijdragen aan tal van voorzieningen (evt. via relatie met GDP)

Invloed van de handel op binnenlandse verhoudingen (arm-rijk)

Gezien de ontbrekende kennis op deze punten en de evenmin beschikbare methoden voor beoordeling, kan de totale balans nog niet worden opgemaakt.

## 4.5 De voetstappen moeten op aarde passen

De ruimtelijke voetafdruk en de daarbij behorende dimensie van hectares is in die zin aansprekend, omdat het kritische niveau op aarde heel helder is. We moeten het doen met de ruimte, die we hebben. Er zal met de door het RIVM in dit kader gehanteerde definitie voor ruimtebeslag dan ook nooit sprake kunnen zijn van een overschrijding, wel van een onevenredige verdeling en bij toenemende schaarste aan ruimte daarmee gepaard gaande spanning. Die toenemende schaarste ontstaat door de groei van de wereldbevolking en verliezen aan bruikbare grond door processen als erosie, verwoestijning etc.

Overigens wordt in de publicaties van Wackernagel en Rees (Wackernagel, Mathis; Rees, William (1992),) wel melding gemaakt van overschrijdingen, omdat zij een theoretisch benodigde ruimte voor CO<sub>2</sub>-opname veronderstellen. Dit roept weer allerlei discussies rond aanvaardbare CO<sub>2</sub>-concentraties en verrekening van dubbelfuncties van systemen op. Aangezien ruimte weliswaar meer functies kan vervullen, waartoe voor eerder genoemde beschouwingen verdeelsleutels zijn gekozen (zie ook 4.2), geldt in de context van de passendheid op aarde, dat de productiefuncties gekozen zijn als de meest kritische. De ruimte is dan ook volledig naar die functies toegerekend.

Indien de ruimtelijke voetafdruk van Nederlanders vergeleken wordt met het op aarde beschikbare areaal per persoon doet de multifunctionaliteit minder ter zake dan de meest kritische functie. Voor dit doel worden de houtoogst en de landbouwproductie gekoppeld aan het gehele bos- en landbouwareaal.

Bij de vraag: ‘wat is er beschikbaar?’ past direct de vraag, wat we ons als mensen willen toe-eigenen. Indien we de afspraken in Rio de Janeiro volgen, waarin behoud van biodiversiteit staat als nadrukkelijk doel en we veronderstellen, dat daarvoor in ieder geval ook behoud van ruimte voor de natuur nodig is, dan zou die ruimte niet beschikbaar zijn. Om die reden zijn alle gebieden, die in 1995 konden worden gekwalificeerd als natuurgebieden en –reservaten, niet meegenomen. Daarnaast zijn ook gebieden als de polen, hooggebergte en woestijnen voor de beschouwde functies (vrijwel) onbruikbaar. Als daarvoor wordt gecorrigeerd, dan komt de gemiddeld beschikbare ruimte (op land) neer op circa 1,1 ha per persoon. In de huidige situatie is er dan ook geen sprake van een onevenredig ruimtebeslag door Nederlanders (0,7 ha).

Een beschouwing van ruimte vanuit productiefuncties dient echter ook rekening te houden met de productiecapaciteit, die afhankelijk is van de kwaliteit van de ruimte. In het geval van landbouwproductiviteit wordt de kwaliteit bepaald door bodemgesteldheid en klimaat, afgezien van technologische mogelijkheden tot optimalisatie. Voor de vraag welk beslag Nederlanders leggen op de mondiale productiecapaciteit voor landbouwproducten dient dan ook te worden uitgegaan van mondiaal gemiddelde landbouwproductiviteiten. Dit leidt tot een veel hoger ruimtebeslag van Nederlanders (orde grootte factor 3, Van Vuuren 1999). In dat geval is er wel sprake van een meer dan evenredig aandeel.



## Literatuur

- Alcamo, J., (ed.) (1994) IMAGE 2.0: Integrated modeling of global climate change, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht.
- Alcamo, J., Leemans, R. and E. Kreileman (eds) (1998) Global change scenarios of the 21st century. Results from the IMAGE 2.1 model. Centre for Environmental System Research, University of Kassel ; National Institute for Public Health and the Environment, Elseviers, Oxford.
- Bergh, J.C.J.M. van den en Verbruggen H, (1999), Spatial sustainability, trade and indicators: an evaluation of the 'ecological footprint', In Ecological Economics, 29 pp. 61-72.
- Biesiot, W., Moll, H.C., editors (1995), Reduction of CO<sub>2</sub> emissions by lifestyle changes: final report to the NRP GlobalAir Pollution and Climate Change, IVEM-RUG en NW&S-UU, IVEM-onderzoeksrapport no. 80, Rijksuniversiteit Groningen.
- Bolhuis, J. (1995) K. Geertjes, A.J. de Klein, A. Pronk. Jaarstatistiek van de veevoerders 1992/'93. Landbouw Economisch Instituut (LEI-DLO), Periodieke rapportage 65-92/93. ISSN 0921 - 4313. Den Haag,
- Boonekamp, P.G.M., H. Jeeninga (1999). Gedrag en huishoudelijk elektriciteitsgebruik, kwalitatieve en kwantitatieve analyse 1980-1997. ECN, Rapportnummer ECN-C—99-057. Petten.
- Boose, J.J.E.C., F.M.C. Gommers, K.T. Geurs, G.P. van Wee (1998) Geaggregeerd model voor volume-ontwikkelingen in de luchtvaart. Beschrijving en toepassing van het model PROLIN, een aggregatie van het IEE-model. Rapport nr. 773002 006, Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu, Bilthoven.
- Bos, S., H. Moll (1997), Het indirecte energiegebruik en de indirecte emissies van het transportsysteem. Colloquium Vekeer, Milieu & Techniek, pp. 61-74. Bilthoven,
- Brink, R.M.M. van den, G.P. van Wee (1997), Energiegebruik en emissies per vervoerwijze, Rapport nr. 773002 007, RIVM, Bilthoven.
- CBS Statline, mei 1999.
- CBS, (1975), 75 jaar statistiek van Nederland, staatsuitgeverij, 1975 's-Gravenhage
- De Nederlandse Energiehuishouding (NEH) (diverse jaren) CBS. Voorburg.
- Dings, J.M.W., W.J. Dijkstra (1996), ZEMIS emissiemodel voor de zeescheepvaart, Centrum voor energiebesparing en schone technologie, Delft.
- EnergieNed (diverse jaren). Basisonderzoek Aardgas Kleinverbruik. Arnhem.
- Engelenburg, B.C.W. van, Rossum, T.F.M. van, Blok, K., Biesiot, W., Wilting, H.C. (1991), Energiegebruik en huishoudelijke consumptie: handleiding en toepassingen, NW&S-onderzoeksrapport no. 91032, Universiteit Utrecht.
- FAO (1997a) FAO Provisional Outlook for Global Forest products Consumption, Production and Trade to 2010. Forestry Policy and Planning Division, Forestry Department, Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome.

- Groot-Marcus, J.P. en E. Schernhorn. (1999) Ontwikkeling energiegebruik in de huishouding, relaties met huishoudelijk gedrag. Vakgroep huishoudstudies. Landbouwwuniversiteit Wageningen, Wageningen.
- Hoek, van den P.W.M. (juli 1996) Indicatoren voor het thema Verspilling, rekenmethodiek. Hoek, van den P.W.M., P. van der Poel, J.P.M. Ros. RIVM rapportnr. 772416004. Bilthoven,
- IKP, Stichting Integraal Ketenbeheer Papier en Karton (1997). Milieu Actie Plan Papier en Karton. Beschrijving "Verwijderingssysteem" Papier en Karton. Stichting IKP Haarlem.
- Kok, R., Biesiot, W., Wilting, H.C. (1993), Energie-intensiteiten van voedingsmiddelen, IVEM-onderzoeksrapport no. 77, Rijksuniversiteit Groningen.
- Kramer, K.J., Moll, H.C. (1995), Energie voedt: nadere analyses van het indirecte energiegebruik van voeding, IVEM-onderzoeksrapport no. 77, Rijksuniversiteit Groningen.
- Meyers, S. and Schipper, L. (1992), 'World energy use in the 1970s and 1980s: Exploring the changes', *Annual review Energy Environment*. 17, pp.463-505.
- Moormans, S.A.H., J.M.W. Dings (1996) LUMIS emissiemodel voor de luchtvaart. Centrum voor energiebesparing en schone technologie, Delft.
- Moormans, S.A.H., J.M.W. Dings (1996), LUMIS emissiemodel voor de luchtvaart, Centrum voor energiebesparing en schone technologie, Delft.
- Nijland, R., (1999). Achtergronden bij berekeningen van het energiegebruik in woningen t.b.v. de 'ecologische footprint'. conceptnotitie TNO-Bouw. TNO, Delft. (draft)
- NOVEM (1992), Energiekentallen in relatie tot preventie en hergebruik van afvalstromen. NOH rapporten no. 9210 en 9272, Utrecht
- Paauw, K.F.B. de (1995), Energie-aspecten van vrije-tijdsbesteding, verzorging, communicatie en roken: een mogelijke energiereductie bij huishoudens, ECN-C--95-026, Energieonderzoek Centrum Nederland, Petten.
- Paauw, K.F.B. de, Perrels, A.H. (1993), De energie-intensiteit van consumptiepakketten, ECN-C--93-043, Energieonderzoek Centrum Nederland, Petten.
- Potting, J., Vringer, K., Blok, K. (1995), Energiebeslag van een geselecteerde groep huishoudelijke producten en diensten, NW&S-onderzoeksrapport no. 95027, Universiteit Utrecht.
- Reinders, A.H.M.E., K. Vringer, K. Blok (1999), The direct and indirect energy requirement of households in the European Union in 1994, Report 99019, ISBN 90-393-2157-4. University Utrecht,
- RIVM, (1997). Achtergronden bij de Milieubalans 97, Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu, Bilthoven.
- RIVM, (1998). Leefomgevingsbalans, voorzet voor vorm en inhoud. Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu, Bilthoven (1998).
- RIVM, (1998). Milieubalans 98. Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu, Bilthoven.
- SBH, (1997) Kerngegevens bos en hout in Nederland, Wageningen .
- SEP (1999). Fax. van M. Davids dd.1-7-99. SEP, Arnhem
- Stolp, (1998). Ruimteclaim door het Nederlandse gebruik van hout- en papierproducten, Stolp, J.A.N., R. Eppinga. Stichting Bos en Hout, Wageningen.



- Van Kempen, R., Münzenmayer (1998), KNAC Jaarboek. Alle auto's 1998. Uitgeverij de Alk b.v. Alkmaar:
- VNP, (1995). Vereniging Nederlandse Papier- en kartonfabrieken. Jaarverslag 1995
- Vringer, K., Blok, K. (1993), Energie-intensiteiten van de Nederlandse woning, NW&S-onderzoeksrapport no. 93037, Universiteit Utrecht.
- Vringer, K., Gerlagh, T. and Blok, K. (1997), 'Het directe en indirecte energiebeslag van Nederlandse huishoudens in 1995 en een vergelijking met huishoudens in 1990', Vakgroep Natuurwetenschap en Samenleving (NW&S), Universiteit Utrecht, Utrecht
- Vringer, K., K. Blok (1995), 'The direct and indirect energy requirement of households in the Netherlands', *Energy policy*, 23(10), pp.893-910.
- Vringer, K., K. Blok (1999) Long-term trends in direct and indirect household energy intensities: a factor in dematerialisation? Department of Science, Technology and Society, Utrecht University, Submitted to Energy Policy, November 1999. Utrecht.
- Vringer, K., Potting, J., Blok, K. (1993), Energie-intensiteiten van de Nederlandse huishoudelijke inboedel, NW&S-onderzoeksrapport no. 93077, Universiteit Utrecht.
- Vringer, K., Tijdreeks huishoudelijke energieconsumptie 1980-1995, Department of Science, Technology and Society, The Netherlands, 8 pages (No. 98020).
- Vuuren, D.P. van, Smeets, E.M.W. en Druijf, H.A.M. (Juli 1999) RIVM rapportnr 807005004, Bilthoven.
- Wackernagel, Mathis; Rees, William (1996), Our Ecological Footprint, New Society Publishers, Philadelphia
- Wilting, H.C. (1992), EAP: Energie Analyse Programma: handleiding, IVEM-onderzoeksrapport no. 56, Rijksuniversiteit Groningen.
- Wilting, H.C. (1996), An Energy Perspective on Economic Activities, thesis, Rijksuniversiteit Groningen.
- Wilting, H.C., Biesiot, W., Moll, H.C. (1994), Economische activiteiten vanuit energetisch perspectief: veranderingen in Nederland in de periode 1969-1988, IVEM-onderzoeksrapport no. 72, Rijksuniversiteit Groningen.
- Wilting, H.C., Biesiot, W., Moll, H.C. (1995), EAP: Energie Analyse Programma: handleiding versie 2.0, IVEM-onderzoeksrapport no. 76, Rijksuniversiteit Groningen.
- Wolbers, R. (1996). Het Nederlandse woningbestand naar vloeroppervlakte. Vakgroep Natuurwetenschap en Samenleving (NW&S), Universiteit Utrecht, Utrecht.
- World Conservation Monitoring Centre (Comp.), Groombridge, B. (Ed)., (1994). Biodiversity Data Sourcebook. World Conservation Press, 155pp, Cambridge, UK.



## **Bijlage 1 Verzendlijst.**

1. DGM, Directie SP
2. H.A.P.M. Pont, DG Milieubeheer
3. Dr. Ir. B.C.J. Zoeteman, plv. DG Milieubeheer
4. Drs. R. Brinkman, DGM/SP
5. Drs. J.J.A. Groos, DGM/SVS
6. A.J.M. van den Biggelaar, SNM, Utrecht
7. Dr. K.J. Noorman, IVEM, Groningen.
8. Dr. A. Reijnders, NWS, Utrecht.
9. Dr. H.C. Moll, IVEM, Groningen.
10. H.A. Schönbeck, Van Hall Instituut, Leeuwarden.
11. Drs. F.J. Duijnhouwer, RMNO, Den Haag
12. Drs. T. Wams, MD, Amsterdam
13. Prof. Dr. J.B. Opschoor, ISS, Den Haag
14. Prof. Dr. K. Blok, NWS, Utrecht
15. Ir. A. Groot-Marcus, LUW-HHS, Wageningen
16. Drs. H. Jeeninga, ECN, Petten
17. Ir. P.G.M. Boonekamp, ECN, Petten
18. Stichting bos en hout, Wageningen
19. Drs. Ad Postma, CEA, Rotterdam
20. Dr. R. Hoevenagel, EIM, Zoetermeer
21. Drs. R. Nijland, TNO, Delft
22. J. P. Juffermans, de kleine Aarde, Boxtel
23. Drs. S. de Jong, Milieucentraal, Utrecht
24. Depot Nederlandse publicaties en Nederlandse bibliografie, Den Haag
25. Directie RIVM
26. Ir. N.D. van Egmond
27. Ir. F. Langeweg
28. Dr. J.A. Hoekstra
29. Dr. Th.G. Aalbers
30. Ir. A.F. Bouwman
31. Dr. L.C. Braat
32. Ir. A.H.M. Bresser
33. Drs. B.J.E. ten Brink
34. Ir. R. van den Berg
35. Drs. O.J. van Gerwen
36. Drs. A.E.M. de Hollander
37. Dr. Ir. A.M. Idenburg
38. Drs. R.J.M. Maas
39. Drs. D. Nagelhout

40. H. Booij
41. Ir. G. van den Born
42. Ir. R van den Brink
43. Ir J.G. Elzenga
44. Drs. Ing K.T. Geurs
45. Ing. P. van der Poel
46. Ir C.J. Roghair
47. Drs. G.A. Rood
48. Drs. K. Vringer
49. Drs. D.P. van Vuuren
50. Dr. H.C. Wilting
51. SBD/Voorlichting & Public Relations (**5 exemplaren**)
56. Hoofd Bureau Voorlichting en Public Relations
57. Bureau projecten en Rapportenregistratie
58. Bureau Rapportenbeheer (**10 exemplaren**)
68. Reserve-exemplaren (**32 exemplaren**)
100. Bibliotheek RIVM/LAE

## Bijlage 2 Basistabel energiebeslag MB98.

jaar	1980	1985	1990	1995	1997
Bron: Vringer, 1998					
Huishoudelijk totaal (direct+indirect)	1379	1255	1425	1505	
Te corrigeren posten					
Direct aardgas+overige brandstoffen	472	405	412	437	
Direct electriciteit	156	144	170	202	
Direct personenautovervoer (benzine)	133	133	133	137	
Direct vliegtuizen	35	40	62	66	
Extra direct diensten (schatting)	110	120	145	151	160
Totaal minus te coorrigeren posten	583	532	648	663	675
Doelgroepen LAE					
Direct aardgas consumenten	408	384	381	382	378
Direct electriciteit consumenten	138	135	148	178	188
Direct overig consumenten	54	22	16	13	11
Direct personenvervoer binnenland (brandstof)	194	201	218	244	249
Direct personenautovervoer buitenland	16,5	14,4	17,4	18,5	19
Direct vliegtuizen	58	66	83	127	160
Direct diensten (bijschatting)	110	120	145	151	160
Bijschattingen/correcties					
Indirect diensten	16,7	12,9	13	13,3	14
Indirect infrastructuur	54,1	56,4	59,2	63,3	65
Indirect leidingen (riolen)	1,7	1,8	2	2,2	2
Totaal Nederlanders	1633	1546	1730	1855	1921

Tabel 4-1 Basistabel energiebeslag over meerdere jaren van Nederlanders in PJ (MB 98)

In het eerste blok "Huishoudelijk totaal" van deze tabel zijn de gegevens overgenomen uit Vringer, 1998. Het tweede blok "Doelgroepen LAE" toont de gegevens vanuit de diverse doelgroepen. (Uit consistentieredenen binnen de MB98 zijn de overeenkomende posten uit het eerste blok door deze doelgroepgegevens vervangen). Het derde blok Bijschattingen/Correcties zijn de toegevoegde posten. De cursief weergegeven cijfers berusten op bijschattingen de overige op monitoring.



## Bijlage 3 Ruimtebeslag per product

Berekeningen ruimtegebruik voor verschillende producten.

Graan:

Bron: CBS Landbouwcijfers, voorzieningsbalansen granen: FAO statistieken

Input:

Consumptie in Nederland van tarwe (en overige granen, uitgezonderd rijst) In Kg  
In het gebruik voor consumptie, veevoeder, industrie, zaaizaad incl. verliezen wordt onderscheid gemaakt tussen het aandeel van de Nederlandse productie daarin en de importcijfers waarbij de import plaats vindt uit België, Frankrijk en Duitsland.

Productiviteit in Kg per Ha. Hierbij wordt onderscheid gemaakt tussen de productiviteit in Nederland en het gemiddelde van de productiviteit in Frankrijk, België/Luxemburg en Duitsland.

Output; Het ruimtebeslag in Ha binnen Nederland en buiten Nederland, binnen de EG

Suikerbieten:

Bron: CBS landbouwcijfers, FAO statistieken

Input:

De productiecijfers van suikerbieten en de hoeveelheid verwerkte suikerbieten tot suiker. Hieruit blijkt dat alleen de Nederlandse productie wordt verwerkt. Met behulp van het cijfer voor de Nederlandse productie per ha wordt de output verkregen.

Output: Ruimtebeslag voor de teelt van suikerbieten.

Aardappelen:

Bron: CBS landbouwcijfers, FAO statistieken

Input: Jaarlijkse consumptie van aardappelen in Nederland en de opbrengstcijfers per Ha in Nederland.

Output: Ruimtebeslag in Ha, Het gehele opp. is binnen NL gelokaliseerd.

Groenten:

Bron: CBS Landbouwcijfers, voorzieningsbalansen groenten, hoeveelheden, eigen productie efficiency "groenten"-berekening uit CBS gegevens

Input: Als consumptiecijfer in Kg geldt de Nederlandse productie minus uitvoer plus totale invoer uit het buitenland. De invoer wordt geacht voor 100 % van de volle grond te komen terwijl de Nederlandse productie voor 30 % uit de kas afkomstig is.

Met de CBS getallen voor opp. glastuinbouw en opp. open tuinbouw geeft dit naast het oppervlak ook de twee productiecijfers per Ha. (De buitenlandse "volle grond"-productie per Ha wordt gelijk aan die in Nederland gesteld waarmee ook het buitenlandse ruimtebeslag kan worden berekend.)

Output: Ruimtebeslag kassen en "volle grond", zowel voor Nederland als Buitenland.

### Fruit.

Bron: CBS Landbouwcijfers, voorzieningsbalansen fruit. Waar deze ontbraken zijn FAO cijfers genomen.

Input: Verbruikscijfers aan Nederlands en buitenslands fruit. Met de totaal in Nederland geproduceerde hoeveelheid en het aantal Ha. aan fruitteelt kunnen productiecijfers per Ha worden berekend. Deze worden ook op het buitenland toegepast. Ook nu wordt met dit productiecijfer de invoer van zowel inheems als uitheems fruit in Ha omgezet. Uit cijfers voor eigen productie, import en export van inheems fruit blijkt dat Nederland ook een doorvoerland is voor deze fruitsoort. Aangenomen is dat de totale Nederlandse productie ook hier wordt geconsumeerd, aangevuld met het verschil tussen import en export. De export wordt hier beschouwd als doorvoer van buitenslands fruit.

Output: Ruimtebeslag van fruitteelt in binnen- en buitenland.

### Gerst.

Bron: CBS: Consumptie van bier in L/Capita, FAO: Productiecijfers Kg/Ha

Input: Met de consumptiecijfers per cap. in L/Cap is de consumptie aan gerst berekend met de omrekeningsfactor van 0,315 Kg gerst per Liter bier. Met een EG productiecijfer per Ha kan het totale ruimtebeslag in Ha worden bepaald. Aangenomen is dat alle benodigde gerst buiten Nederland en binnen de EEG geteeld wordt

Output: Totaal aantal Ha ruimtebeslag in de EG.

### Wijn

Bron: CBS/FAO

Input: Verbruik in L/Cap. Met een omrekeningsfactor van 1,25 (7,5 Kg druiven per 6 L wijn, Harjano et al.) Kan de consumptie aan druiven worden bepaald. De hoeveelheid Ha volgt uit het gemiddelde productiecijfer per Ha voor de EG

Output: Het ruimtebeslag in Ha, geheel toegerekend aan het buitenland.

### Frisdrank

Bron: CBS, AGROSTAT.

Input: Frisdrankconsumptie in Liters/Cap, Aantal Kg suikerbieten per L frisdrank, Productiecapaciteit in Nederland in Kg/Ha

Output: Aantal Ha ruimtegebruik in Nederland. Aangenomen is dat 100% van de gebruikte ruimte binnen NL valt.

### Koffie

Bron: CBS en de FAO statistieken

Input: De totale jaarlijkse koffieconsumptie, De totale import van ongebrande koffie alsmede de specifieke import uit Oeganda en Colombia waarbij voor alle jaren de getallen van 1990 zijn aangehouden. Daarmee kan de consumptie worden opgesplitst in de herkomst uit Colombia, Oeganda en de overige importlanden. Met de FAO productiecijfers



in Kg/Ha kan voor deze twee landen en de gemiddelde wereldopbrengst kan in deze drie regio's het ruimtebeslag worden bepaald.

Output: Ruimtebeslag in Colombia, Oeganda en de overige importlanden.

#### Hout

Bron: Stichting Bos en Hout. Jaarverslag VNP

Input: De basisgegevens over het geclaimde oppervlak zijn van 1995. Hierover is een rapportage beschikbaar waarin de oppervlakte berekend is (tabel 3.4. in de rapportage "Ruimteclaim door het Nederlandse gebruik van hout- en papierproducten", van de Stichting Bos en Hout). Van de overige jaren was alleen het houtgebruik bekend uit de publicatie "Kerngegevens Bos en Hout in Nederland". Deze zijn omgerekend naar oppervlak op basis van de waarden van 1995.

De besparing aan opp. is uitgerekend op basis van de gemiddelde bijgroei van naaldhout in Zweden (3 m<sup>3</sup>/j), omdat hiervandaan het meeste hout voor de productie van papier vandaan komt.

De besparing op m<sup>3</sup> rondhout door inzet oud papier is gebaseerd op de conversiefactor 3,25 (Bos en Hout, 1999).

Cijfers over papiergebruik komen uit het jaarverslag van de VNP, 1995

Hierin stonden alleen de verbruiken per hoofd in de jaren 1967, 1987, 1991, 1992, 1993, 1994. Om cijfers voor de jaren '61, '70, '80, '85, '90, '95 te schatten is verondersteld dat de groei tussen 1967 en 1987 lineair verliep, deze stijging is vanuit 1961 doorgevoerd. Ook voor de periode tussen 1987 en 1991 is een lineair verloop verondersteld. Voor 1995 is hetzelfde aangehouden als 1994.

Output: De besparing in Ha houtopstand die in mindering is gebracht op het bruto ruimtebeslag aan hout productie.

#### Thee

Bron: CBS,

Input: De theeconsumptie wordt met een omrekeningsfactor van 0,89 uitgedrukt in ruwe theeconsumptie. Met de importcijfers uit Kenia, Malawi, Republiek Zuid Afrika, Argentinië, Sri Lanka, Indonesië en de overige landen kunnen fracties worden bepaald per land. Met de productie efficiency cijfers uit de FAO statistieken voor de diverse landen in Kg/Ha kan het ruimtebeslag per inw. en per land worden bepaald en gesommeerd om zo te komen tot het totale buitenlandse ruimtebeslag.

Output: Hoewel het ruimtebeslag voor bovengenoemde importlanden kan worden bepaald wordt dit toch gesommeerd tot een algemeen buitenlands ruimtebeslag.

#### Cacao

Bron: FAO statistieken

Input: De totale consumptie wordt berekend met de consumptie per inw. Voor 1990 is de verhouding in import uit Ivoorkust, Kameroen en overige landen bekend, deze wordt

ook voor de overige jaren aangehouden. Voor de productiecapaciteit worden de gemiddelden voor heel Afrika gehanteerd.

Het ruimtebeslag is hiermee te bepalen en valt voor 100 % buiten Nederland.

#### Direct ruimte gebruik

Bron: Milieustatistieken voor Nederland (CBS,1994)

Input: Gesommeerd worden de volgende ruimtes: parken en plantsoenen, sportterreinen, volkstuinen, verblijf- en dagrecreatie, verharde en onverharde wegen, spoor, tram en metro tracé's en woongebieden.

Output: Totaal direct ruimtegebruik.

#### Rubber

Bron: FAO statistieken

Input: Het gebruik van rubber wordt met een opbrengstfactor van 1600 Kg/Ha omgezet in oppervlak. Ook het gebruik van banden wordt met deze factor omgezet in buitenlands ruimtebeslag.

Output: Totale buitenlandse ruimtebeslag.

#### Katoen

Bron: Voor 1995 zijn door José Potting uit het budgetonderzoek gegevens verzameld over samenstelling en uitgaven aan kleding. Hierin zijn ook de aandelen katoen, wol en overige vezels aangegeven.

Aangenomen is dat de hoeveelheid gebruikte katoen in 1960 gelijk is aan de hoeveelheid in 1995.

Input: M.b.v. cijfers over het gemiddelde gebruik van katoen per Cap., opbrengstcijfers in Kg/Ha is het ruimtebeslag bepaald.

Output: Buitenlands ruimtebeslag aan katoen.

#### Melk:

Bron: CBS Landbouwcijfers, voorzieningsbalansen.

Input: Met CBS cijfers van het ruimtebeslag per koe op grasland en voedergrassen (ruwvoeroppervlak) en de omvang van die veestapel kan het totale ruimtebeslag worden berekend. Voor de Nederlandse claim wordt uitgegaan van het gebruikscijfer aan zuivelproducten in Kg en de productie efficiency van ruwvoerland in Kg/Ha.

Output: Het ruimtebeslag voor zuivelproducten in Nederland geconsumeerd. Het ruimtebeslag voor de verbouw van krachtvoerders wordt betrokken bij de vleesproductie.

#### Oliën en vetten

Bron: FAO statistieken

Input: de consumptie van oliën onderverdeeld in zonnebloemolie, soja, raap/most, palmolie, palmpitten, aardnoten, en overige. Met de diverse gehalten van olie in de wordt de benodigde hoeveelheid oliehoudende zaden bepaald en met de diverse

productiecapaciteiten kan vervolgens het aantal Ha worden bepaald. Aangenomen wordt dat alle zaden worden geïmporteerd.

Output: Het buitenlandse ruimtebeslag van oliën en vetten

#### Eieren

Bron: CBS landbouwcijfers

Input: Het gebruik van consumptieeieren, de omrekeningsfactor van hoeveelheid benodigd krachtvoer, (Deze omrekeningsfactor komt uit Harjano et al, 1996. Voor 1 kg eieren zijn 5.3 GE (Graan Eenheden) nodig. Via de franse productiecapaciteit in Kg/Ha kan het totaal benodigde oppervlak worden bepaald. Aangenomen is dat alle benodigde gerst binnen de EEG geteeld wordt.

Output: Buitenlands ruimtebeslag door krachtvoer.

#### Vlees

Bron: CBS Landbouwcijfers.

Input: Uitgegaan wordt van zowel de productie als de consumptie van vlees per categorie (rund en overig, varkens en overig). Daarnaast worden de diverse beschikbaar gekomen hoeveelheden veevoeders ingevoerd die deel uitmaken van krachtvoer. Ook is bekend welk percentage van de diverse veevoeders in welke van de drie categorieën vlees wordt geconsumeerd uitgedrukt in Kg krachtvoer/Kg Vlees.

Output: De productie-efficiëncies kunnen de hoeveelheden krachtvoer omzetten in Ha ruimtebeslag.



## Bijlage 4 Energiegebruik door Nederlanders

### 1. Energiegebruik personenauto's in het buitenland.

Het is aannemelijk om te veronderstellen dat het energiegebruik per personenautokilometer van Nederlanders in het buitenland overeenkomt met die in Nederland. Hierbij wordt verondersteld je dat het extra energiegebruik door extra bagage e.d. gecompenseerd wordt door een lager energiegebruik per kilometer door de lange afstanden (het grootste deel van de kilometers zal op snelwegen/hoofdwegen worden afgelegd, met relatief weinig stops). Ter illustratie: het energiegebruik per kilometer is in Nederland op autosnelwegen 30% lager dan binnen de bebouwde kom.

Resultaat:

Aantal personenautokilometers NL kenteken in buitenland in 1996: 7118 mln vtgkm

Energiegebruik per kilometer in 1996: 2,66 MJ/km

Totaal energiegebruik (PJ) door NL-ers met de auto in het buitenland in 1996: 18.9 PJ

### 2. Energiegebruik Nederlanders voor vliegen

Uit gegevens van de Rijksluchtvaartdienst blijkt dat van het totale aantal passagiers op Schiphol in 1995 ruim 41% Nederlander was op een totaal van ruim 11 miljoen passagiers, (N.B. één persoon wordt zowel bij vertrek als bij aankomst als een passagier geteld). Dit aantal ligt lager voor intercontinentale vluchten (33%) en hoger voor Europese vluchten (46%) met een gewogen gemiddelde van 41%.

Berekening op basis van de luchtvaartmodellen PROLIN (Boose 1998) en LUMIS (Moormans 1996) leert dat het totale energiegebruik van vliegbewegingen op Schiphol in 1996 148,9 PJ. Dit geldt voor de totale vluchtafstand, dus Nederland + buitenland. Aan Nederland wordt alleen energiegebruik op basis van de Landing and TakeOff cyclus toegedeeld, dit bedraagt voor alle vliegbewegingen op Schiphol 9,6 PJ. Het totale energiegebruik van Nederlandse passagiers (Nederland + buitenland) bedraagt 36% van  $148,9 = 53,9$  PJ.



## Bijlage 5 Bepaling gas- en elektriciteitsgebruik

In paragraaf 3.8, fig 3.8.4 van de Milieubalans 99 wordt het primair huishoudelijk energiegebruik over de periode 1950 tot 1998 weergegeven. Dit primaire huishoudelijke energiegebruik is als volgt berekend:

Om het primaire huishoudelijk **brandstofgebruik** tussen 1950 en 1998 te bepalen zijn voor de periode van 1980 tot 1997 de gebruikscijfers genomen die in de Milieubalans 98 zijn gepresenteerd. Basis voor deze cijfers is de Nederlandse Energie Huishouding van het CBS (NEH, diverse jaren). Het voorlopige cijfer voor 1997 uit de NEH is door het definitieve vervangen en het voorlopige cijfer voor 1998 is toegevoegd. Om het energiegebruik per capita te verkrijgen zijn alle cijfers vervolgens gedeeld door het aantal inwoners volgens Statline (CBS).

De data betreffende het aardgasgebruik in de periode 1950 tot 1980 zijn overgenomen uit Vringer en Blok (1999). Deze waarden zijn verlaagd met het procentuele verschil dat is gevonden voor 1980 volgens de NEH en Vringer en Blok om één aansluitende reeks te krijgen. Gevolg van deze berekeningswijze is dat de gegeven waarden voor de periode 1950 tot 1980 in principe alleen goed te gebruiken zijn als relatieve waarden ten opzichte van de reeks voor 1980 en 1998. In 1980 werd per capita volgens Vringer en Blok 1% minder aardgas verbruikt dan volgens de NEH.

Voor de overige twee brandstoffen (olie en kolen) is een andere methode voor correctie gekozen. De gemeten waarden van jaar tot jaar rond 1980 fluctueren zeer sterk (minus 23% tot plus 16%). Het is daarom niet juist om het relatieve verschil tussen de twee bronnen voor 1980 te nemen voor de correctie van de gehele reeks van 1950 tot en met 1979. Voor deze reeks is gekozen voor een absolute correctie over de reeks vanaf 1950 tot en met 1979 van 1,8 GJ.

De waarschijnlijke fout in de eerste periode 1950 tot 1980 is groter dan in de periode tussen van 1980 tot 1998, waarvan de waarde in 1950 het meest onzeker is en de waarde van 1979 het meest zeker.

Om het primaire huishoudelijk **elektriciteitsgebruik** tussen 1950 en 1998 te bepalen zijn voor de periode van 1980 tot 1997 de gebruikscijfers genomen die in de milieubalans 98 zijn gepresenteerd. Basis voor deze cijfers is de Nederlandse Energie Huishouding (NEH) van het CBS. Het voorlopige cijfer voor 1997 uit de NEH (CBS) is door het definitieve vervangen en voor 1998 is het voorlopige cijfer toegevoegd. Om het energiegebruik per capita te verkrijgen zijn alle cijfers vervolgens gedeeld door het aantal inwoners volgens Statline (CBS).

De data voor 1950 tot 1980 komen uit Vringer en Blok, 1999. Deze waarden zijn verlaagd met het procentuele verschil dat is gevonden voor 1980 volgens de NEH (CBS) en Vringer en Blok, om één aansluitende reeks te krijgen. Gevolg van deze berekeningswijze is dat de gegeven waarden voor de periode 1950 tot 1980 in principe alleen goed te gebruiken zijn

als relatieve waarden ten opzichte van de reeks voor 1980 en 1998. In 1980 werd per capita volgens Vringer en Blok) 30% meer elektriciteit gebruikt dan volgens de NEH.

Voor de totale periode van 1950 tot 1998 is voor de omrekening van finaal naar primair energiegebruik geen vaste omzettingsefficiëntie zoals in de Milieubalans 98 gebruikt (40%). In de berekeningen is de werkelijke jaarlijks fluctuerende omzettingsefficiëntie genomen van de elektriciteitscentrales volgens SEP (SEP, 1999).

De waarschijnlijke fout in de eerste periode 1950 tot 1980 is groter dan in de periode tussen 1980 en 1998, waarvan de waarde in 1950 het meest onzeker is en de waarde van 1979 het meest zeker.