

► Samenvatting

1 ► Inleiding

Door te consumeren verbruiken mensen energie. Er wordt niet alleen direct energie verbruikt in de vorm van aardgas, elektriciteit of benzine, maar er wordt ook indirect energie verbruikt voor de productie, transport en handel van de geconsumeerde goederen en diensten. Dit verbruik van energie maakt voor veel mensen in de geïndustrialiseerde wereld een consumptieniveau mogelijk met veel comfort en mobiliteit. De World Energy Assessment concludeert dat de hedendaagse energievoorziening niet duurzaam is. Overgang naar een duurzaam energiesysteem is belangrijk om de grote voordelen van het gebruik van energie in de toekomst veilig te stellen. Daarom wordt er veel aandacht besteed aan alternatieve energiebronnen als zon- en windenergie en een verhoging van de energie-efficiëntie. Daarnaast kunnen wijzigingen in ons consumptiepatroon leiden tot een lager energieverbruik. Deze mogelijkheid wordt echter veelal onderbelicht. Vóórdat de vraag kan worden beantwoord *hoe* ons energieverbruik teruggedrongen kan worden door consumptiepatronen te wijzigen, moet er meer inzicht zijn in het energieverbruik dat nodig is voor onze consumptie.

In energiestudies wordt het energieverbruik van de samenleving vaak toegerekend aan de verschillende economische sectoren (zoals landbouw, industrie of handel). In dit proefschrift is voor een alternatieve benadering gekozen. Het energieverbruik van de samenleving wordt vanuit het perspectief van huishoudelijke consumptie bekeken. Uiteindelijk worden alle producten en diensten die in een samenleving zijn geproduceerd direct of indirect geconsumeerd, voornamelijk door mensen die in huishoudelijk verband leven. Daarom is in dit proefschrift alle energie die door de economische sectoren wordt gebruikt, toegerekend aan de geconsumeerde producten en diensten.

Het hoofddoel van dit proefschrift is inzicht te krijgen in het energieverbruik, dat nodig is voor huishoudelijke consumptie. Daarbij ligt de nadruk op: (I) het kwantificeren van het energieverbruik dat nodig is voor huishoudelijke consumptie, (II) het kwantificeren van de verschillen in het energieverbruik tussen groepen huishoudens en (III) het analyseren van ontwikkelingen in dit energieverbruik, zowel voor het verleden als voor de toekomst.

2 ► Het bepalen van het primaire energieverbruik van consumptie patronen

Om het energieverbruik van de economische sectoren toe te rekenen aan de geconsumeerde producten en diensten is een methode nodig om het primaire energieverbruik van deze producten en diensten te berekenen. Deze energieanalyse moet aan de ene kant natuurlijk voldoende nauwkeurig zijn, en aan de andere kant niet te tijdrovend zijn vanwege het grote aantal door te rekenen consumptie-categorieën. In hoofdstuk 2 wordt een hybride energieanalysemethode gepresenteerd. Met deze methode is in hoofdstuk 4 het primaire energieverbruik berekend van 350 consumptie-categorieën¹. Samen vormen deze 350 consumptie-categorieën het totale consumptiepatroon.

Er zijn twee principieel verschillende methoden waarmee het energieverbruik van een product of dienst vastgesteld kan worden. De eerste methode is input-output analyse welke niet erg nauwkeurig is, maar waarmee snel een analyse gemaakt kan worden voor alle consumptiegoederen. De tweede methode is proces-analyse. Deze is erg nauwkeurig maar vraagt om veel gegevens en is daardoor erg tijdrovend. Met de hybride energieanalysemethode, zoals in hoofdstuk 2 wordt behandeld, worden de belangrijke onderdelen van de levenscyclus van het te analyseren product met proces-analyse berekend, terwijl de minder belangrijke onderdelen met input-output

¹ Het primaire energieverbruik van een product of dienst is de totale hoeveelheid energie die nodig is voor de gehele levenscyclus van het product, inclusief de energie die nodig is om de daarvoor benodigde energiedragers te verkrijgen. Het totale primaire energieverbruik ten behoeve van consumptie omvat alle primaire energie die nodig is voor alle geconsumeerde diensten en producten, inclusief energiedragers, inclusief de energie die nodig is om de energiedragers te verkrijgen.

analyse worden berekend. Zo wordt de snelheid van input-output analyse gecombineerd met de accuratesse van proces-analyse.

De hybride energieanalysemethode blijkt bruikbaar te zijn voor het berekenen van het primaire energieverbruik dat nodig is voor de levenscyclus van een groot aantal consumptiegoederen. De methode onderscheidt verschillen in energie-intensiteit tussen consumptiegoederen, ook als deze binnen dezelfde economische sector zijn geproduceerd.

3 ► Het energieverbruik voor snijbloemen en mogelijkheden voor consumenten om dit energieverbruik te reduceren

Om de mogelijkheden voor consumenten om energie te besparen te illustreren is de hybride energieanalysemethode toegepast op snijbloemen. In het jaar 1990 kocht een gemiddeld Nederlands huishouden circa 250 snijbloemen, voor totaal €88². Voor de productie van deze 250 bloemen was ongeveer 2,2 GJ nodig, wat overeen komt met 1% van het totale (directe plus indirecte) primaire energieverbruik voor consumptie. De energie-intensiteit³ van snijbloemen is hoog, gemiddeld 25 MJ/€ Deze hoge energie-intensiteit maakt het aantrekkelijk om minder energie-intensieve alternatieven voor snijbloemen te onderzoeken.

Daartoe is eerst het primaire energieverbruik berekend dat nodig is voor de hele levenscyclus van 37 van de meest in Nederland geteelde bloemen. De hoeveelheid benodigde energie is sterk afhankelijk van de maand van aankoop en het type

2 In de verschillende hoofdstukken van dit proefschrift zijn de monetaire eenheden niet geïndexeerd naar één jaar en gegeven in zowel guldens (Dfl.) als euro's (€). In deze samenvatting zijn alle monetaire eenheden omgerekend naar euro-equivalenten van guldens van 1995. Daarbij is gebruik gemaakt van de omrekeningsfactor van guldens naar euro's: €1 = Dfl 2,20371. Om guldens van 1990 om te rekenen van 1990 naar 1995 is de conversiefactor $1 \text{ Dfl}_{1990} = 1,14 \text{ Dfl}_{1995}$ gebruikt, afkomstig van de website van het Centraal Bureau van de Statistiek (www.cbs.nl).

3 Energie-intensiteit staat voor de benodigde hoeveelheid energie (MJ) per besteedde monetaire eenheid (€).

snijbloem. Het energieverbruik van de onderzochte bloemen varieert van 3 tot 195 MJ per stuk.

Vervolgens zijn verschillende reductie-opties voor het energieverbruik uitgewerkt, waarbij de bloemen worden vervangen door andere bloemen of door een ander product met een vergelijkbare toepassing. Het extra energieverbruik dat nodig is voor de alternatieve producten is meegenomen in de analyse. Voorbeelden van de onderzochte energiereductie opties zijn: het vervangen van bloemen als cadeau door minder energie-intensieve cadeaus zoals wijn; voor decoratie een bloeiende kamerplant gebruiken in plaats van snijbloemen; minder energie-intensieve bloemen kopen zoals bloemen afkomstig uit warme landen; minder energie-intensieve soorten kopen en de aankoop van relatief meer snijbloemen in de zomer en minder in de winter.

De analyse in dit hoofdstuk toont aan dat met behulp van de doorgerekende energie reductieopties het energieverbruik voor bloemen met 50% gereduceerd kan worden. De kosten en functie van de alternatieven zijn vergelijkbaar met de kosten en functie van de oorspronkelijke 250 bloemen. Opgemerkt moet worden dat het voor de consument lastig is op het moment van aankoop alle opties tegen elkaar af te wegen. Het hier berekende potentieel zal daardoor moeilijk behaald kunnen worden.

4 ► Het directe en indirecte energieverbruik van Nederlandse huishoudens

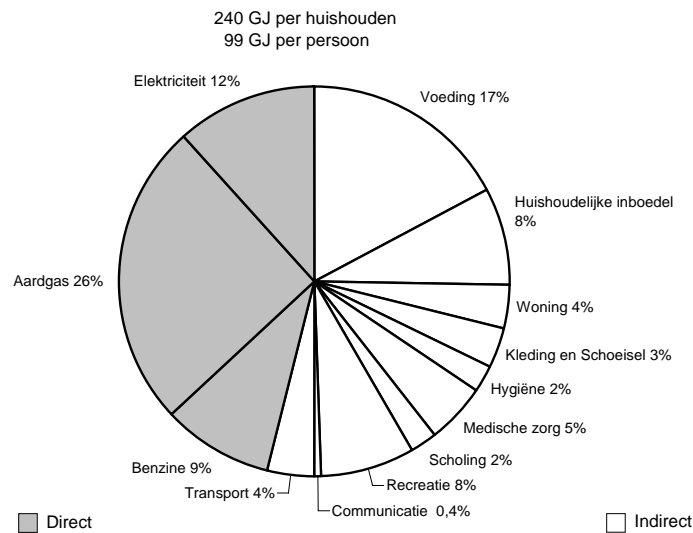
Het doel van hoofdstuk 4 is een overzicht te krijgen van het totale energieverbruik van Nederlandse huishoudens voor alle consumptiecategorieën, inclusief een overzicht van de invloed die een aantal belangrijke huishoudkenmerken op dit energieverbruik hebben. De onderzochte kenmerken zijn het totale netto inkomen, de totale bestedingen, de leeftijd van de hoofdkostwinner en de grootte van het huishouden. Als eerste is de energie-intensiteit van 350 consumptiecategorieën bepaald met behulp van de hybride energieanalysemethode (zie hoofdstuk 2). Vervolgens is voor zo'n 2800 Nederlandse huishoudens waarvan het uitgavenpatroon bekend is, het energieverbruik berekend. Dit is gedaan door de besteding van ieder huishouden aan een consumptiecategorie te vermenigvuldigen

met de bijbehorende energie-intensiteit. De bestedingsdata zijn afkomstig van het budgetonderzoek van 1990 van het Centraal Bureau voor de Statistiek (CBS).

Er zijn grote verschillen gevonden tussen de energie-intensiteiten van de 350 consumptiecategorieën. Voor producten en diensten varieert de energie-intensiteit van circa 2 MJ/€ voor diverse soorten diensten (zoals reparatie en onderhoud-services, taxivervoer en kinderopvang) tot 25 MJ/€ voor snijbloemen. De gemiddelde energie-intensiteit van alle producten en diensten bedraagt ongeveer 7 MJ/€. De gemiddelde energie-intensiteit van de energiedragers (zoals aardgas, elektriciteit en benzine) bedraagt 88 MJ/€, waarvan aardgas de hoogste energie-intensiteit heeft, 111 MJ/€. De gemiddelde energie-intensiteit voor het totale consumptiepatroon bedroeg in 1990 circa 12 MJ/€.

In 1990 was voor de consumptie van een gemiddeld Nederlands huishouden ongeveer 240 GJ nodig. Dit staat gelijk aan 99 GJ per persoon. Circa 54% van het totale energieverbruik was indirect (zie Figuur S-1). Het netto inkomen is nauw gerelateerd aan het energieverbruik. Er is een energie - inkomens elasticiteit gevonden van 0,63. Dat wil zeggen: bij een inkomensstijging van 1% stijgt het energieverbruik met 0,63%. Echter, binnen dezelfde inkomensklasse verschilt het energieverbruik nog aanzienlijk (de standaarddeviatie bedraagt ongeveer 20%). Daarnaast blijkt dat bij hetzelfde inkomensniveau, éénpersoons huishoudens ongeveer 45 GJ minder energie verbruiken dan meerpersoons huishoudens. De leeftijd van de hoofdkostwinner heeft geen invloed op het energieverbruik.

De in hoofdstuk 4 gevonden relatie tussen inkomen en het totale energieverbruik betekent dat een stijging in het gemiddelde inkomen onder gelijkblijvende omstandigheden zal leiden tot een stijging in het gemiddelde energieverbruik. Echter, de grote verschillen in de energie-intensiteiten van de 350 consumptie-categorieën geven aan dat een wijziging in het consumptiepatroon mogelijk kan leiden tot een reductie van het energieverbruik.



Figuur S-1 Het gemiddelde totale (directe plus indirecte) energieverbruik voor een huishouden of persoon in 1990, opgesplitst in hoofd-consumptie categorieën.

5 ► Huishoudelijk energieverbruik en waardepatronen

Zoals in de vorige paragraaf reeds is opgemerkt heeft het totale energieverbruik ten behoeve van consumptie een nauwe relatie met het netto inkomen van consumenten. Echter, het netto inkomen kan niet alle variantie in het energieverbruik verklaren. Zelfs als de invloed van andere sociaal-economische parameters als huishoudgrootte, opleidingsniveau en leeftijd wordt meegerekend, blijven er aanzienlijke onverklaarde verschillen in het totale energieverbruik bestaan. Voor het ontwikkelen van het energiebeleid is het belangrijk te weten waarom sommige huishoudens meer of minder energie verbruiken dan anderen, die in een vergelijkbare sociaal-economische situatie verkeren.

In principe kunnen de verschillen in het totale energieverbruik nodig voor consumptie, toegeschreven worden aan verschillen in consumentengedrag. Vele studies noemen een groot aantal factoren, welke het consumentengedrag kunnen

beïnvloeden. Eén veelgenoemde factor die mogelijk invloed heeft op het consumentengedrag is het waardepatroon van individuen. In het waardepatroon van een individu zijn waarden (zoals bijvoorbeeld: ambitie, eerlijkheid, een comfortabel leven, verantwoordelijkheid) in volgorde van persoonlijk geacht belang gerangschikt. Doel van hoofdstuk 5 is te onderzoeken of er een relatie aanwezig is tussen het totale huishoudelijke energieverbruik en het waardepatroon. Naast waardepatronen zijn twee andere niet-sociaal-economische karakteristieken onderzocht, waarvan te verwachten is dat zij het gedrag van mensen directer beïnvloeden dan dat waarden doen. Dit zijn (I) de motivatie om energie te besparen en (II) de mate van belang die wordt gehecht aan energie gerelateerde maatschappelijke vraagstukken.

In het kader van dit onderzoek is een enquête gehouden onder 2300 huishoudens. Op basis van deze enquête is voor elk huishouden het consumptiepatroon en het daarbij behorende energieverbruik vastgesteld. Na correctie voor verschillen die veroorzaakt worden door de sociaal-economische situatie blijken er geen significante verschillen in het energieverbruik te bestaan tussen verschillende waardegroepen⁴. Evenzo zijn er geen verschillen gevonden in energieverbruik tussen groepen die een verschillend belang hechten aan het klimaatprobleem. Enkel voor de mate van de 'motivatie om energie te besparen' blijkt dat de minst gemotiveerde groep circa 4% meer energie verbruikt dan de gemiddeld en hoog gemotiveerde groepen.

Geconcludeerd kan worden dat een relevante invloed van waarden van individuen, de mate van belang die wordt gehecht aan het klimaatprobleem en hun motivatie om energie te besparen, op hun energieverbruik ontbreekt. Het lijkt voor consumenten lastig te zijn het consumptiepatroon aan te passen en zo het energieverbruik te verlagen. Er zijn indicaties dat een sociaal dilemma één van de redenen is waarom dit lastig is. Een op consumenten georiënteerd energiebeleid zal het sociale dilemma moeten oplossen, bijvoorbeeld door prijsmaatregelen te nemen of met regelgeving.

4 Een waardegroep is een groep van individuen die een overeenkomend waardepatroon hebben.

6 ► Lange termijn trends in de directe en indirecte energie-intensiteit van huishoudelijke consumptie

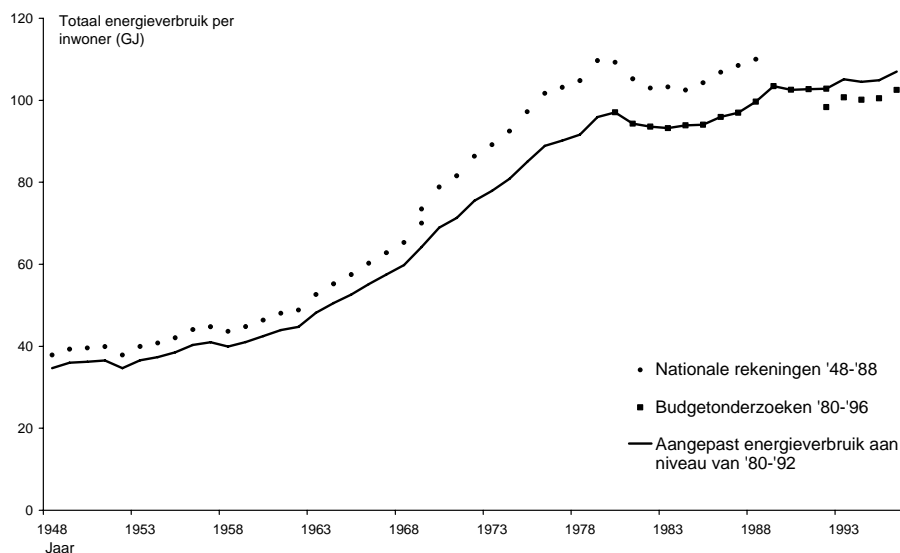
Kennis over de ontwikkeling van consumptiepatronen in het verleden kan bijdragen aan meer inzicht in de toekomstige ontwikkeling van ons consumptiepatroon. Doel van hoofdstuk 6 is de ontwikkelingen van het gemiddelde huishoudelijke consumptiepatroon, de daarvoor nodige energie en de gemiddelde energie-intensiteit over de afgelopen decennia te analyseren.

Voor de berekening van het directe en indirecte primaire energieverbruik dat nodig is voor de huishoudelijke consumptie, is gebruik gemaakt van gegevens over het gemiddelde bestedingspatroon van Nederlandse huishoudens, in de periode van 1948 tot en met 1996. Het onderzoek is gericht op het analyseren van veranderingen in het energieverbruik als gevolg van veranderingen in het consumptiepatroon. Daarom zijn veranderingen in het energieverbruik als gevolg van bijvoorbeeld het gebruik van meer of minder efficiënte technieken door de toeleverende sectoren (industrie, transport en handel) niet in de berekeningen meegenomen. Het energieverbruik, zoals berekend in dit hoofdstuk, is gecorrigeerd voor schommelingen in de gemiddelde jaartemperatuur.

In de periode van 1948 tot 1996 is het energieverbruik per hoofd van de bevolking gestegen met 2,4% per jaar (zie Figuur S-2). Deze stijging is het gevolg van de stijging van het gemiddelde consumptieniveau.

Als gevolg van veranderingen in de samenstelling van het geconsumeerde pakket goederen, diensten en energiedragers is tussen 1965 en 1975 de gemiddelde hoeveelheid energie per besteede euro (energie-intensiteit) gestegen en tussen 1975 en 1996 gedaald. De netto stijging tussen 1948 en 1996 bedraagt 0,25% per jaar. Een verandering van het relatieve aandeel van het directe energieverbruik in het totale energieverbruik is de belangrijkste oorzaak van deze trends.

Geconcludeerd kan worden dat in de periode van 1948 tot 1996 het energieverbruik per hoofd van de bevolking aanzienlijk is toegenomen als gevolg van de stijging van het gemiddelde consumptieniveau. Daarbij hebben veranderingen in de samenstelling van het geconsumeerde pakket goederen, diensten en energiedragers dit energieverbruik nauwelijks beïnvloed in deze periode.



Figuur S-2 Het totale energieverbruik per hoofd van de bevolking van 1948 tot 1996, exclusief de invloed van efficiëntieveranderingen in de toeleverende sectoren. Er zijn verschillende databronnen gebruikt. De doorgetrokken lijn geeft het aangepaste energieverbruik aan als deze bonnen gecorrigeerd worden naar één gemeenschappelijk niveau.

7 ► Lange termijn scenario's voor het directe en indirecte energieverbruik van Nederlandse consumenten

Naast kennis over de invloed van de wijzigingen van ons consumptiepatroon op het energieverbruik over de afgelopen decennia, is het van belang meer inzicht te krijgen in mogelijke toekomstige ontwikkelingen in het gemiddelde consumptiepatroon en de daarvoor benodigde energie. Het doel van hoofdstuk 7 is een inschatting te maken van het consumptiepatroon voor het jaar 2030 en de daarvoor benodigde energie, waarbij de invloeden van een aantal belangrijke factoren ('drijvende krachten') op dit consumptiepatroon van elkaar worden onderscheiden.

De volgende drijvende krachten worden meegenomen: economische veranderingen (inkomensniveau), niet-economische veranderingen zoals technische en demo-

grafische veranderingen (denk aan efficiëntie van apparaten en huishoudgrootte), en veranderingen in het consumentengedrag (wijzigingen van voorkeuren). Er wordt een model gepresenteerd waarmee een mogelijk toekomstig consumptiepatroon berekend kan worden. Het model neemt de effecten van iedere drijvende kracht afzonderlijk mee, waarbij per drijvende kracht het effect op het energieverbruik gekwantificeerd wordt.

Het totale energieverbruik als gevolg van consumptie is voor het jaar 2030 ingeschat op basis van twee Business-As-Usual scenario's: (I) European Co-ordination (EC) en (II) Global Competition (GC). Volgens deze scenario's zal tussen 1995 en 2030 de consumptie per hoofd van de bevolking toenemen met respectievelijk 120% (EC) en 180% (GC). Uit de berekeningen blijkt dat het daarvoor benodigde primaire energieverbruik ten opzichte van 1995 stijgt met respectievelijk 30% (0,8%/jaar) en 60% (1,3%/jaar). Het relatieve aandeel van het energieverbruik voor 'voeden', 'woning' en 'kleding' zal afnemen, terwijl het relatieve aandeel voor 'wonen', 'vakantie', 'vrijtijdsbesteding binnenshuis' en 'vrijtijdsbesteding buitenshuis' zal toenemen. Alleen voor de woning wordt verwacht dat de benodigde energie ook in absolute zin zal afnemen, omdat de Nederlandse overheid energie-efficiëntie eisen stelt aan nieuw te bouwen woningen.

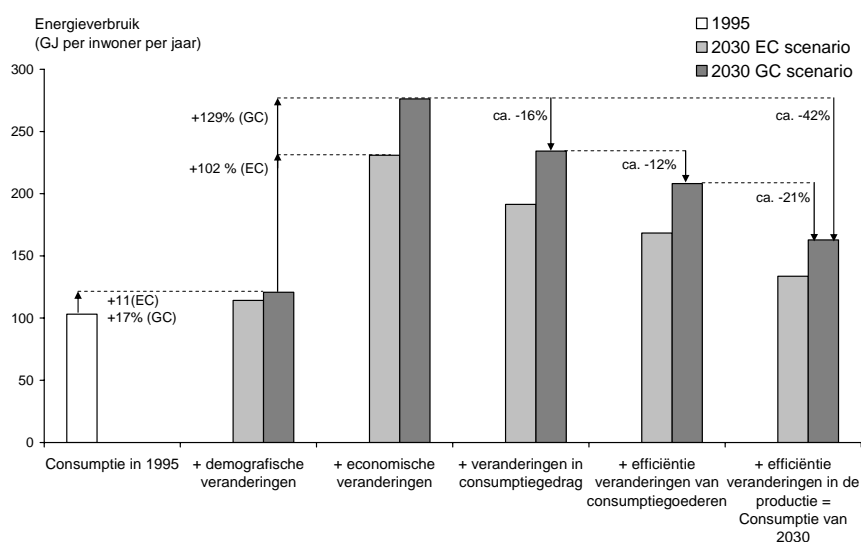
Het aandeel van het indirecte energieverbruik in het totale energieverbruik zal toenemen van ruim 50% nu naar circa 65% in 2030. De energie-intensiteit van het totale consumptiepatroon zal met circa 40% afnemen (-1,5%/jaar). Gezien de dalende energie-intensiteit, het stijgende inkomen en het stijgende energieverbruik is er sprake van een relatieve ontkoppeling tussen consumptie en het daarvoor benodigde energieverbruik.

Tweederde van de reductie van de energie-intensiteit tussen 1995 en 2030 is toe te schrijven aan efficiëntieverbeteringen van consumentengoederen zelf en efficiëntieverbeteringen in de productie van deze goederen. Een derde drijvende kracht, veranderingen in de voorkeur van consumenten, is verantwoordelijk voor de rest van de afname van de energie-intensiteit. Deze afname wordt veroorzaakt door een relatief lage groei van transport, de verwarming van de woning en warmwater. Economische veranderingen (het inkomensniveau) en demografische veranderingen (de huishoudgrootte) hebben nauwelijks effect op de energie-intensiteit.

De verwachte afname van de energie-intensiteit voor de periode tussen 1995 en 2030 is een voortzetting van de lichte daling van de energie-intensiteit die al vanaf

1975 is ingezet, als gevolg van een afname van het aandeel direct in het totale energieverbruik (zie hoofdstuk 6). Tussen 1962 en 1975 is het directe energieverbruik juist relatief toegenomen.

Voor de twee geanalyseerde scenario's leidt de reductie van de energie-intensiteit niet tot een verlaging van het energieverbruik ten behoeve van consumptie in absolute zin. Dit is het gevolg van de verwachte groei in de consumptieve bestedingen.



Figuur S-3 Energieverbruik per hoofd van de bevolking ten behoeve van consumptie bij verschillende combinaties van drijvende krachten voor 1995 en 2030, voor het EC en GC scenario.

8 ► Tot slot

De analyse in dit proefschrift is bedoeld om meer zicht te krijgen in de mogelijkheden om het energieverbruik van de samenleving te reduceren of te beperken door het veranderen van consumptiepatronen.

De resultaten van de hoofdstukken 3 en 4 geven aan dat veranderingen in consumptiepatronen ons energieverbruik kunnen verminderen. Er zijn grote verschillen in de energie-intensiteit van consumptiecategorieën gevonden. Ook zijn er grote verschillen gemeten in het totale energieverbruik van huishoudens die in dezelfde sociaal-economische omstandigheden verkeren.

De resultaten van hoofdstuk 6 geven aan dat autonome veranderingen in het consumptiepatroon in het verleden tot een hoger energieverbruik hebben geleid. In de afgelopen decennia hebben veranderingen in de samenstelling van het geconsumeerde pakket goederen, diensten en energiedragers het energieverbruik nauwelijks beïnvloed. Uit hoofdstuk 7 blijkt dat zonder beleidswijziging naar verwachting in de toekomst een aanzienlijke verlaging van de energie-intensiteit zal plaatsvinden. Maar door de voortgaande economische groei zal het totale energieverbruik voor huishoudelijke consumptie toch verder toenemen.

Tot slot blijkt uit hoofdstuk 5 dat het energieverbruik ten behoeve van consumptie niet wordt beïnvloed door de waarden van individuen, de mate van belang die wordt gehecht aan het klimaatprobleem en de motivatie om energie te besparen. Het lijkt voor consumenten lastig te zijn het consumptiepatroon aan te passen en zo het energieverbruik te verlagen. Er zijn indicaties dat een sociaal dilemma één van de redenen is waarom dit lastig is. Een op consumenten georiënteerd energiebeleid zal het sociale dilemma moeten oplossen, bijvoorbeeld door prijsmaatregelen te nemen of met regelgeving.