

Samenvatting

In 1987 heeft de ‘World Commission on Environment and Development’ (WCED) – beter bekend als de Brundtland-commissie – een waarschuwend rapport geschreven over de implicaties van de snelheid waarmee energie wordt geconsumeerd. Het hoge niveau van energieconsumptie is schadelijk voor het milieu en de mensheid op drie verschillende manieren. Ten eerste veroorzaakt het huidige niveau van energieconsumptie in belangrijke mate het huidige hoge niveau van milieuvervuiling. Met het huidige niveau van vervuiling is de natuur niet in staat om de vervuiling te absorberen. Dit onvermogen wordt mede veroorzaakt door de groeiende afvalproductie. Ten tweede neemt de kwaliteit van het milieu af door de winning van niet-hernieuwbare energiebronnen zoals fossiele brandstoffen (aardolie en aardgas) waardoor de natuur niet in staat is zichzelf te regenereren. Tenslotte zijn toekomstige generaties niet verzekerd van de niet-hernieuwbare energiebronnen. Daardoor zullen ze minder welvarend zijn wanneer onvoldoende energiebronnen of alternatieve energiebronnen voorradig zijn.

De Brundtland-commissie benadrukt het duurzaamheidsprincipe: de duurzame relatie tussen menselijke behoeften en de natuur. Deze relatie heeft zowel een ecologische als een sociaal perspectief. De (snelheid van de) energieconsumptie moet worden beteugeld zodat de natuur in staat is zichzelf te regenereren en toekomstige generaties verzekerd zijn van niet-hernieuwbare energiebronnen. In de ecologische en economische literatuur is een geanimeerd debat gaande omtrent de definitie van het duurzaamheidsconcept. In dit proefschrift beperken wij ons tot de algemene notie dat het terugdringen van het huidige consumptieniveau van energie en water een vereiste is voor een meer duurzaam consumptiepatroon.

Door de complexiteit van de milieuproblemen en de negatieve externe effecten van energie- en waterconsumptie is het noodzakelijk dat de overheid

een leidende en coördinerende rol speelt om de duurzaamheidsdoelstellingen te bereiken. Zij heeft immers in beginsel de beschikking over een breed scala aan beleidsmaatregelen, zoals publiciteitscampagnes en voorlichting, wet- en regelgeving, rantsoenering en financiële instrumenten, waarmee zij het consumptiepatroon kan beïnvloeden of reguleren. Het succes van een beleidsinstrument hangt naast de publieke acceptatie en de politieke haalbaarheid, af van de effectiviteit van het instrument.

In dit proefschrift wordt de effectiviteit – in termen van een reductie van de vraag naar energie, water en afvalinzameling – van een aantal financiële instrumenten geanalyseerd op basis van economisch-theoretisch en empirisch-econometrisch onderzoek. Door de genoemde complexiteit kunnen milieuproblemen het beste in een multidisciplinaire onderzoeksproject worden bestudeerd. Dit proefschrift vormt een onderdeel van een dergelijk project: HOMES (HOUsehold Metabolism Effectively Sustainable).

Hoofdstuk 2 beschrijft de historische ontwikkeling in consumptie en prijzen van energie, water en afvalinzameling in Nederland in de periode 1950–1990. De consumptie van energie, water en afvalinzameling per huishouden is overwegend gestegen in de periode. Uitzonderingen zijn de dalingen na beide oliecrisissen in 1973 en 1979. De nominale prijzen zijn – behalve als gevolg van inflatie – gestegen door de verhogingen van belastingtarieven (zoals het BTW-tarief) en de introductie van nieuwe belastingen (zoals de *ecotax*). De reële prijzen zijn echter sterk gedaald in deze periode. Ook de tariefstructuren voor energie en water zijn veranderd in de loop der tijd. Zo kunnen voor elektriciteit de meeste consumenten kiezen uit het enkeltarief of het dubbeltarief (met een relatief duur dagtarief en een goedkoper nacht- en weekendtarief).

De penetratiegraden van huishoudelijke apparaten vertoonden in de periode 1950–1990 een sterke stijging. Een andere ontwikkeling die van belang is, is het energie- en watergebruik per apparaat. In de loop der tijd zijn de apparaten iets zuiniger geworden ten aanzien van energie- en watergebruik. In het eerste deel van hoofdstuk 3 wordt dit fenomeen empirisch geanalyseerd. Met datasets voor vier verschillende apparaten – te weten koelkasten, diepvriezers, wasmachines en vaatwassers – hebben we voor elk van deze apparaten een simultaan model van het energiegebruik en de aanschafprijs geschat. Hierbij hebben we getoetst of de aanschafprijs van huishoudelijke apparaten mede wordt bepaald door de mate van energiezuinigheid van het apparaat. De uitkomst is dat er een negatief verband bestaat tussen de aanschafprijs en het energiegebruik van een apparaat.

Hoe lager het energiegebruik, des te hoger de aanschafprijs. Bijvoorbeeld, de aanschafprijs van een diepvriezer die 10% *minder* elektriciteit verbruikt dan een diepvriezer met vergelijkbare andere kenmerken, is ongeveer 3% *hoger*.

Uit dezelfde analyse kunnen we concluderen dat voor de vier apparaten de prestaties per gebruikte hoeveelheid energie en water zijn toegenomen. Echter voor de apparaten geldt tevens dat ze steeds meer prestaties zijn gaan leveren in de loop der tijd: er worden bijvoorbeeld tegenwoordig grotere koelkasten (qua volume) verkocht. Hierdoor wordt een deel van de winst in energie-efficiëntie teniet gedaan.

In het tweede deel van hoofdstuk 3 hebben we de subsidie op de aanschafprijs van energiezuinige huishoudelijke apparaten als beleidsinstrument geanalyseerd. Zoals aangetoond in het empirische deel van hoofdstuk 3 hebben de energiezuinige alternatieven een hogere aanschafprijs. Hogere aanschafprijzen ontmoedigen consumenten (huishoudens) echter om de energiezuinige apparaten aan te schaffen, ondanks het feit dat investeringen in energiezuinige apparaten hoge rendementen opleveren. In veel gevallen is het rendement op investeringen in energiezuinige alternatieven hoger dan de marktrente. De praktijk leert echter dat de penetratiegraden van energiezuinige alternatieven (zoals spaarlampen) achterblijven bij de verwachting van overheden. Met een theoretisch model voor intertemporele keuze hebben we de keuze tussen een energiezuinig en een niet-energiezuinig huishoudelijk apparaat gemodelleerd rekening houdend met de subjectieve tijdsvoorkeur van consumenten (*rate of time preference*). Deze tijdsvoorkeurvoet is een maat voor het geduld van consumenten ten aanzien van hun consumptie. Hoe geduldiger een consument is des te lager is zijn tijdsvoorkeurvoet. Consumenten met een hoge tijdsvoorkeurvoet zijn minder bereid om nu te investeren in een hogere aanschafprijs van energiezuinige alternatieven en het voordeel, namelijk lagere energiekosten, pas in de toekomst te realiseren. Een subsidie op de aanschaf van energiezuinige alternatieven kan deze consumenten bewegen om toch voor het energiezuinige alternatief te kiezen, zodat de penetratiegraden van energiezuinige alternatieven dan toenemen. Ook een energiebelasting verhoogt de penetratiegraden. Door met de opbrengsten van de energiebelasting de subsidies op energiezuinige apparaten te financieren kunnen beide instrumenten en hun positieve effect op de keuze voor energiezuinige apparaten worden gecombineerd. Met behulp van een simulatie-model worden de effecten van beide instrumenten en hun onderlinge interactie bestudeerd. De optimale hoogte van

de subsidie is van een aantal factoren afhankelijk, waaronder het prijsverschil tussen de beide alternatieven, de terugverdienperiode en de mate waarin het energiezuinige alternatief leidt tot een meergebruik van het apparaat. Dit laatste aspect wordt het *take-back effect* genoemd. Indien het gebruik van een apparaat prijsgevoelig is (in termen van marginale kosten van gebruik), dan zal een lagere prijs (door een energiezuinige techniek) leiden tot een stijging van het apparaatgebruik. Dit kan zelfs per saldo resulteren in een toename van het energiegebruik.

In hoofdstuk 4 worden de prijs- en inkomenseffecten evenals de effecten van huishoudkarakteristieken op de vraag naar energie en water bepaald op basis van gereduceerde-vorm vraagvergelijkingen. Daarbij gebruiken we het Doorlopend Budgetonderzoek 1978–1994 van het CBS. In het geval van de vraag naar aardgas, dat voornamelijk wordt gebruikt voor ruimteverwarming, hebben we tevens de aanwezigheid van isolatiematerialen als verklarende variabele in de vraagvergelijking opgenomen. In het geval van elektriciteit hebben consumenten de keuze uit twee tariefstructuren: enkeltarief en dubbeltarief (met piekurtarief en daluurtarief). Hierdoor is de elektriciteitsprijs endogeen. Hiervoor wordt gecorrigeerd door eerst een vergelijking voor de tariefkeuze te schatten. Alle vraagvergelijkingen (energie en water) zijn voor acht verschillende huishoudtypen geschat.

Uit de resultaten voor aardgas blijkt dat het prijseffect van de vraag naar aardgas betekent dat een 10 procent prijsstijging leidt tot een daling in de vraag naar aardgas van 4 procent. Een opmerkelijke bevinding is het effect van de aanwezigheid van isolatie in de woning op de vraag naar aardgas. De aanwezigheid van één type isolatiemateriaal leidt tot een daling van het aardgasverbruik, hetgeen geldt voor dubbele beglazing (5%), muurisolatie (9%), vloerisolatie (8%) en dakisolatie (11%). De toevoeging van een tweede type isolatie heeft ondanks het negatieve marginale effect een sterk positief interactie-effect. Hierdoor kan de vraag naar aardgas bij verschillende combinaties van isolatietypen toenemen.

Voor elektriciteit geldt dat de keuze van het dubbeltarief positief wordt beïnvloed door het inkomen, de marginale elektriciteitsprijzen en de aanwezigheid van bepaalde huishoudelijke apparaten. Voor de elektriciteitsvraag voor het enkeltarief (gegeven de keuze voor dit tarief) is geen significant prijseffect gevonden. Voor het inkomenseffect geldt dat een 10% inkomensstijging leidt tot een stijging van 1,2% in het elektriciteitsverbruik voor

het enkeltarief. Voor het dubbeltarief geldt dat een prijsstijging van 10% voor het daltarief leidt tot een daling van 3% in de elektriciteitsvraag in de daluren en een prijsstijging van het piektarief van 10% leidt tot een daling van 1,7% in de elektriciteitsvraag in de piekuren. In het geval van de vraag in de daluren is de kruisprijselasticiteit van de piekurentarief positief en significant (0,83). Een elektriciteitsprijsstijging van 10 procent (zowel piek- als daltarief) leidt tot een verschuiving van de elektriciteitsvraag van piek- naar daluren, waarbij de totale elektriciteitsconsumptie van individuen met het dubbeltarief zelfs kan toenemen. Voor de elektriciteitsvraag geldt dat een inkomensstijging van 10% leidt tot een stijging van het elektriciteitsgebruik bij het dubbeltarief met 1 à 2%.

De effecten van de prijs en het inkomen op de vraag naar water zijn laag, hetgeen ook in eerdere studies is aangetoond, maar significant. Een prijsstijging van 10% leidt tot een daling van de watervraag met 0,7% en een inkomensstijging van 10% leidt tot een stijging in de vraag naar drinkwater met 1%. Waterconsumptie hangt met name samen met het aantal personen in een huishouden ofschoon er wel schaaleffecten optreden.

De prijs- en inkomenseffecten voor energie en water verschillen voor verschillende typen huishoudens. De verschillen komen tot uitdrukking in de significantie en de grootte van de elasticiteiten. Voor oudere alleenstaanden en eenoudergezinnen geldt dat er met name een inkomenseffect is en nauwelijks een prijseffect. Stellen met oudere kinderen reageren juist vooral op prijsveranderingen.

Op basis van onze bevindingen kunnen we concluderen dat de *ecotax* die in 1996 is ingevoerd voor aardgas en elektriciteit en die wordt teruggesluisd via een lagere inkomstenbelasting een geschikt instrument is om de energieconsumptie te reguleren. De effect van de energiebelasting is aanmerkelijk groter dan dat van de lichte inkomensstijging als gevolg van de belastingverlaging. Hoewel we hebben verondersteld dat de voorraad van huishoudelijke apparaten constant is gebleven over de tijd zal de energiebelasting consumenten stimuleren om energiezuinige apparaten aan te schaffen.

In hoofdstuk 5 worden de effecten van financiële prikkels voor afvalinzameling belicht. We analyseren de effecten van het invoeren van een prijs per kilo voor het inzamelen van huishoudelijk afval. We schatten een korte en lange termijn prijseffect waarbij we gebruik maken van een panel data set

van huishoudens in de gemeente Oostzaan. We onderscheiden Groente-Fruit-Tuinafval (GFT) en restafval (niet herbruikbaar). De gevonden effecten zijn significant en aanzienlijk: de korte termijn prijselasticiteit voor GFT-afval is $-1,1$ en is substantieel hoger dan de prijselasticiteit voor restafval $-0,3$. In het geval van GFT-afval zijn er echter ook meer alternatieven dan voor restafval, in het bijzonder thuiscomposteren. De lange termijn prijselasticiteiten zijn 30% hoger dan de korte termijn prijselasticiteiten. Dit resultaat geeft aan dat de effecten van een kiloprijs voor afvalinzameling permanent zijn. Bovendien zijn de elasticiteiten hoger dan bij andere vormen van eenheidsprijzen, zoals prijzen per zak of een vaste prijs per container. Sinds de invoering van de prijs per kilo is de totale hoeveelheid ingezameld afval in Oostzaan afgenomen met ongeveer 30% en het aandeel van herbruikbare materialen in de totale hoeveelheid ingezameld afval is toegenomen. Het probleem van illegale dumping van afval is klein door een effectief controle- en boetesysteem. Tot slot lijkt het systeem van betalen per kilo kosteneffectief te zijn in Oostzaan.

We kunnen concluderen dat de prijs per kilo voor het inzamelen van huishoudelijk afval succesvol is in Oostzaan. De vraag is wel hoe representatief Oostzaan is voor de rest van Nederland, Europa of de wereld. De politieke kleur van de inwoners van Oostzaan (Groen Links is de grootste politieke partij) suggereert dat zij milieubewuster zijn dan gemiddeld. Echter van milieubewuste individuen mag worden verwacht dat zij ook zonder de kiloprijs relatief kleine hoeveelheden afval produceren en relatief veel hergebruiken. Dit zou slechts weinig ruimte overlaten voor aanvullend hergebruik en reductie van afval als de prijs per kilo wordt ingevoerd. In dat geval zou de invloed van de prijs per kilo zoals gevonden in deze studie zelfs een onderschatting zijn van het effect bij invoering in gemeenten met een minder 'groene' politieke kleur. Praktische problemen beperken de invoering van de prijs per kilo in gemeenschappen met een bepaalde mate van sociale controle en een relatief klein deel flatgebouwen. Zowel in Nederland als de rest van de wereld zijn er echter tal van gemeenten die aan die voorwaarden voldoen.

Eén van de uitdagingen van milieubeleid is om een optimale mix van beleidsinstrumenten te vinden om duurzaamheidsdoelstellingen te bereiken. In hoofdstuk 6 bespreken we allereerst inzichten uit de economische en andere sociale wetenschappen, die in dit verband relevant zijn. Hierbij wordt ingegaan op sociale interacties tussen consumenten, niet-duurzaam gedrag als een *Prisoner's dilemma*, informatie en onzekerheid en begrensde rationaliteit

van consumenten. Vervolgens bespreken we in dit licht de belangrijkste beleidsinstrumenten voor beïnvloeding van consumentengedrag: publiciteitscampagnes en voorlichting (zoals Postbus 51), wettelijke regelingen en financiële prikkels. Tevens gaan we in op (verhandelbare) energierantsoenen. Mede op basis van een modelmatige analyse concluderen we dat energierantsoenering – ook wanneer rantsoenen verhandelbaar zijn – geen geschikt beleidsinstrument is ter beïnvloeding van energiegebruik op huishoudniveau. Op basis van de resultaten uit de hoofdstukken 3, 4 en 5 concluderen we dat financiële prikkels effectief zijn in die zin dat hogere marginale prijzen leiden tot een reductie in de consumptie van energie, water en afvalinzameling. De effecten van andere beleidsinstrumenten zijn minder evident. Uit milieuoogpunt of het oogpunt van duurzaamheid is het dus wenselijk dat de reële marginale prijzen van energie, water en afvalinzameling voldoende hoog zijn en voldoende hoog worden gehouden. Daarnaast is van belang dat financiële maatregelen op een adequate wijze worden ingevoerd: zij dienen aan te grijpen bij de marginale en niet slechts bij de gemiddelde prijs van het gebruik. Een noodzakelijke voorwaarde hiervoor is dat gebruik op individueel niveau wordt gemeten.

De huidige trend van marktliberalisering in de elektriciteitssector en drinkwater (Engeland) impliceert dat de toekomstige prijzen meer dan thans het geval is door marktpartijen worden bepaald. Indien de prijzen zullen dalen door dit proces, zullen hogere belastingen noodzakelijk zijn vanuit een duurzaamheidsperspectief.