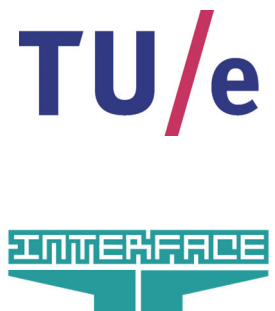


Afstudeeronderzoek

HET REBOUNDEFFECT

Een onderzoek naar aanwijzingen voor het reboundeffect op de Nederlandse
woningmarkt

Auteur	ing. R.F.E. Adrians
Id-nummer	0636800
Datum	13 oktober 2010
Plaats:	Eindhoven
Afstudeerbegeleiders	dr. W.J.M. Heijs dr. J.J.A.M. Smeets
Instituut	Technische Universiteit Eindhoven
Faculteit	Real Estate Management & Development



VOORWOORD

Voor u ligt mijn afstudeerscriptie ter afronding van mijn studie van de mastercourse Real Estate Management & Development aan de Technische Universiteit Eindhoven, faculteit Bouwkunde. Tijdens mijn afstudeerperiode was ik verbonden aan Onderzoeksinstituut Interface, een onderzoeksbureau dat verbonden is aan de universiteit.

Mijn afstudeerscriptie maakt onderdeel uit van het 'Kenniscluster Energie Neutraal Wonen In Brainport' (KENWIB). De regio Brainport wil in 2040 een 'energieneutrale regio' zijn. De provincie Noord-Brabant, de gemeente Eindhoven en enkele Brabantse bedrijven hebben subsidiegelden beschikbaar gesteld voor onderzoek dat kan bijdragen om deze ambitie mogelijk te maken.

Het onderwerp dat ik behandel in mijn onderzoek, namelijk het zogenaamde 'reboundeffect' is bij veel mensen niet bekend. Toch zou het prominenter aanwezig kunnen zijn dan men denkt. Tijdens mijn afstudeerperiode hebben veel mensen mij gevraagd wat mijn afstudeerscriptie inhield. Na het geven van een aantal kleine voorbeelden, werd al gauw duidelijk dat de meesten het een interessant en relevant onderwerp vonden. Dit heeft mij alleen maar meer weten te stimuleren om dit onderzoek uit te voeren en heb dit dan ook met plezier gedaan.

Om dit onderzoek tot een goed einde te brengen en met dit verslag als resultaat, is de hulp en ervaring van sommige personen van groot belang geweest. Het is daarom ook gepast om enkele personen hartelijk te danken voor hun medewerking.

Ten eerste wil ik mijn begeleiders Wim Heijs en Jos Smeets bedanken. Vanaf het begin waren zij even enthousiast over het onderwerp als ik. Ik heb altijd het gevoel gehad dat ik dit onderzoek samen met hen uitvoerde en dat vond ik prettig. De sfeer tijdens de begeleidingen was dan ook altijd ontspannen.

Ten tweede wil ik de medewerkers van Onderzoeksinstituut Interface bedanken. Van hen heb ik veel hulp gekregen bij het opstellen, versturen en verwerken van de enquêtes. Zonder hen was het moeilijk geweest om binnen de gestelde tijdspanne klaar te zijn.

Tot slot wil ik alle deelnemers van de enquêtes bedanken die de tijd en moeite hebben genomen om de enquête in te vullen.

Ik wens u veel plezier en leerzame momenten tijdens het lezen van dit verslag.

ing. Richard Adrians
Eindhoven, oktober 2010

INHOUDSOPGAVE

VOORWOORD	III
1. INLEIDING	7
1.1 Aanleiding	7
1.2 Doelstelling en probleemstelling.....	8
1.3 Conceptueel model en vraagstellingen.....	9
1.3.1 <i>Conceptueel model</i>	9
1.3.2 <i>Onderzoeksvragen en deelvragen</i>	10
1.4 Relevantie van het onderzoek.....	10
1.5 Leeswijzer	11
2. INKADERING (LITERATUURSTUDIE)	13
2.1 Het terugdringen van de energieconsumptie van conventionele bronnen in relatie tot bewonersgedrag.....	13
2.1.1 <i>Algemeen</i>	13
2.1.2 <i>Technologische ontwikkelingen</i>	13
2.1.3 <i>Economische en politieke maatregelen</i>	15
2.1.4 <i>Gedrag van de consument</i>	17
2.2 Reboundeffecten.....	18
2.2.1 <i>Wat is het reboundeffect?</i>	18
2.2.2 <i>Typen reboundeffecten</i>	19
2.2.3 <i>Directe reboundeffecten</i>	19
2.2.4 <i>Indirecte reboundeffecten</i>	20
2.2.5 <i>Langetermijneffecten die van invloed zijn op de wereldwijde economie</i>	22
2.3 Bewijs voor reboundeffecten.....	23
2.3.1 <i>Bewijs voor directe reboundeffecten</i>	23
2.3.2 <i>Bewijs voor indirecte reboundeffecten</i>	25
2.3.3 <i>Bewijs voor langetermijneffecten</i>	26
2.4 Subconclusies	27
3. ONDERZOEKSOPZET.....	29
3.1 Aard van het onderzoek	29
3.2 Dataverzamelingstechniek	29
3.3 Operationalisering van de variabelen	29
3.3.1 <i>Reboundeffect</i>	30
3.3.2 <i>Besteedbaar inkomen en verschil in energielasten</i>	31
3.3.3 <i>Woonsituatie en energiezuinigheid vorige woning</i>	32
3.3.4 <i>Overige variabelen</i>	32

4. DATA-ANALYSE	33
4.1 Respons	33
4.2 Ontoereikende data	33
4.3 Constante variabele.....	34
4.4 Controlevariabelen.....	34
4.5 Aanwijzingen voor de aanwezigheid van directe reboundeffecten	35
4.6 Aanwijzingen voor de aanwezigheid van indirecte reboundeffecten	38
4.7 Subconclusies resultaten.....	40
5. MAATREGELEN OM REBOUNDEFFECTEN TE BEPERKEN.....	41
6. CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN.....	43
SUMMARY	45
LITERATUURLIJST.....	51
BIJLAGEN.....	55

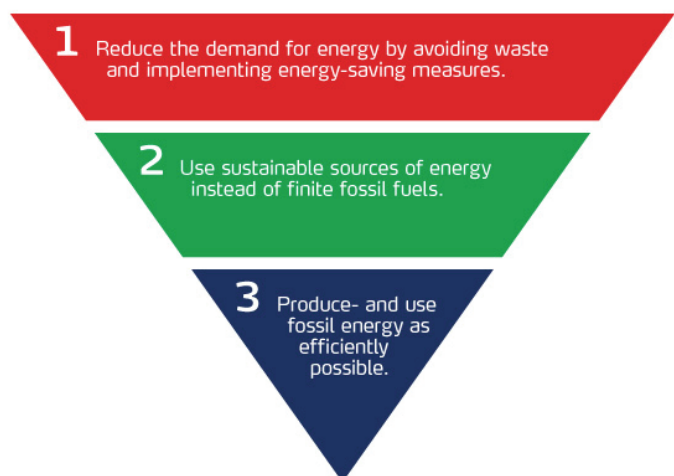
1. INLEIDING

1.1 Aanleiding

De laatste jaren lijkt men steeds bewuster met het milieu om te willen gaan. Waarschijnlijk heeft Al Gore met zijn documentaire 'An Inconvenient Thruth' hier een aanzienlijke bijdrage aan geleverd. Hierin maakt hij aan de hand van simpele voorbeelden de noodzaak om de CO₂-uitstoot terug te dringen duidelijk. Een van de problemen is dat de vraag naar energie in de toekomst zal toenemen. Een voorbeeld van een oorzaak is de economische groei van China, waar momenteel een explosieve groei van de welvaart is. Dit gaat gepaard met een toename in de vraag naar energie.

Om in de toekomst aan de ene kant tegemoet te kunnen komen in de energievraag en aan de andere kant de CO₂-uitstoot terug te dringen, is door SenterNovem (Senternovem.nl, 2010) het zogenaamde 'Trias Energetica' model bedacht (zie figuur 1). Dit model bestaat uit drie opeenvolgende stappen, namelijk:

1. Het beperken van de vraag naar energie;
2. Het gebruik van duurzame energiebronnen;
3. Efficiënt gebruik maken van de fossiele brandstoffen.



Figuur 1 Ontwerpmodel volgens Trias Energetica Bron: Rockwool (2010)

Het gebruik van duurzame energiebronnen en het zo efficiënt mogelijk gebruik maken van de resterende fossiele brandstoffen zijn erg belangrijk en noodzakelijk, maar het beperken van de vraag naar energie is misschien wel het meest belangrijkst. Niet alleen de vraag naar energie lijkt toe te nemen, ook wordt het in de nabije toekomst simpelweg te duur om de huidige energieconsumptie te handhaven. Dit komt doordat de energieprijzen de komende jaren waarschijnlijk harder zullen gaan stijgen dan inkomens, waardoor de energielasten een groter deel van het inkomen zullen opeisen. Het is daarom verstandig om zuiniger met energie om te gaan.

Energie-efficiëntie wordt gezien als een van de manieren om zuiniger met energie om te gaan. Maar al in 1865 beschreef William Stanley Jevons (Jevons, 1866) voor de vraag naar kolen dat energie-efficiëntie door technologische ontwikkelingen niet leidde tot een afnemende vraag in kolen. Dit kwam doordat energie-efficiëntie de productiekosten deed dalen en het product daardoor goedkoper op de markt gebracht kon worden. Hierdoor werd massaproductie mogelijk. Dit leidde vervolgens tot een omgekeerd resultaat, namelijk een toenemende vraag op de markt en in dit geval zelfs tot massaconsumptie. De energiebesparing die de energie-efficiëntie met zich mee zou moeten brengen wordt hier dus (voor een deel) teniet gedaan door een toenemende vraag. Deze reactie als gevolg van lagere kosten op een technologische ontwikkeling of andere vorm om het energiegebruik te beperken (bijv. men gaat langer verwarmen dan voorheen als gevolg van de aanschaf van een zuinigere HRe-ketel), wordt ook wel het 'reboundeffect' of 'take-back effect' genoemd. Dit effect wordt meestal weergegeven in een percentage en wordt bepaald door de verhouding tussen de verwachte besparing en de gerealiseerde besparing. Het reboundeffect wordt veroorzaakt door menselijk gedrag, waaraan verschillende motieven van de consument ten grondslag liggen.

Om een beter inzicht te verkrijgen in de motieven achter rebound gedrag en in gedragingen en/of aankopen die wijzen op het reboundeffect, kan onderzoek op de woningmarkt een hulpmiddel zijn.

1.2 Doelstelling en probleemstelling

1.2.1 Doelstelling

De doelstelling van dit afstudeeronderzoek volgt uit de aanleiding en is als volgt geformuleerd:

Inzicht verkrijgen in mogelijke reboundeffecten als gevolg van een verwachte lagere energierekening, teneinde maatregelen daartegen te formuleren om dit effect te beperken.

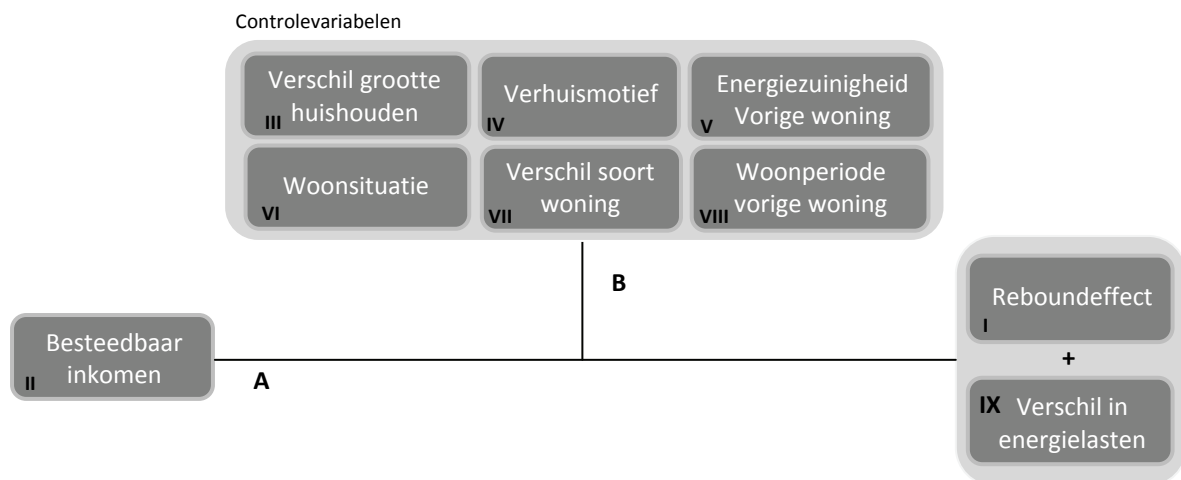
1.2.2 Probleemstelling

De bijbehorende probleemstelling voor dit afstudeeronderzoek is als volgt:

Welke reboundeffecten treden er op als gevolg van een verwachte lagere energierekening en welke maatregelen kunnen daar eventueel tegen genomen worden?

1.3 Conceptueel model en vraagstellingen

1.3.1 Conceptueel model



Figuur 2 Conceptueel model (de nummers refereren aan de vragen van paragraaf 1.3.2)

Het conceptuele model is een schematische weergave van de concepten (hokken) en de verbanden (lijnen) tussen die concepten (zie figuur 2). Bij dit afstudeeronderzoek wordt er gebruikt gemaakt van de woningmarkt om de aanwezigheid van reboundeffecten aan te kunnen tonen. Bewoners van zogenaamde laag-energiewoningen kunnen een aanzienlijk lagere energierekening hebben dan in de vorige woonsituatie door het energiezuinige karakter van de nieuwe woning, waardoor het optreden van reboundeffecten mogelijk is. Bij dit afstudeeronderzoek wordt onderzocht of er verbanden zijn tussen het besteedbaar inkomen en het reboundeffect. Deze resultaten van dit onderzoek geven geen exacte grootte van het reboundeffect, maar geven wel inzicht in het bestedingspatroon en gedrag van de consument dat eventueel een indicatie kan vormen voor de grootte van het reboundeffect.

Onder het besteedbaar inkomen moet het bedrag worden verstaan dat over blijft nadat alle lasten zoals, huur of hypotheeklasten, energielasten, onroerendezaakbelasting (OZB), verzekeringen etc. zijn afgetrokken van het totale netto inkomen. Alleen wanneer er een verruiming van dit 'besteedbaar inkomen' heeft plaatsgevonden, kunnen er reboundeffecten optreden. Deze verruiming ontstaat doordat de energielasten lager zouden moeten zijn dan in de vorige woning door het energiezuinig karakter van de huidige woning. Het verschil in de hoogte van de energielasten kan bovendien gebruikt worden om uitspraken te doen over de grootte van reboundeffecten. Om duidelijke uitspraken te kunnen doen over de aanwezigheid van reboundeffecten is het belangrijk om voor enkele factoren te corrigeren die hierop van invloed kunnen zijn. In het model zijn dit de zogenaamde 'controlevariabelen'. Deze zijn veranderingen in de grootte van het huishouden, het verhuismotief, de energiezuinigheid van de vorige woning, de huidige woonsituatie, het soort huidige en vorige woning en de woonperiode in de vorige woning. Hoe deze variabelen van invloed zijn op de aanwezigheid van reboundeffecten wordt uitgelegd bij de operationalisering van de variabelen in paragraaf 3.3.

1.3.2 Onderzoeksvragen en deelvragen

Uit het model volgen de volgende hoofdvragen met bijbehorende deelvragen die zijn toegespitst op het vinden van de aanwezigheid van reboundeffecten met de woningmarkt als hulpmiddel.

1. Wat is het rebound effect en wat voor gevolgen heeft dit effect voor de maatschappij?
 - a. Wat is het reboundeffect? (I)
 - b. Wat is de verwachte grootte van reboundeffecten?
 - c. Welke maatregelen kunnen er genomen worden om reboundeffecten te beperken?
2. Is er een verband tussen het besteedbaar inkomen en reboundeffecten?
 - a. Wat is het besteedbaar inkomen? (II)
 - b. Wat is het verband tussen de het besteedbaar inkomen en het reboundeffect? (A)
3. Zijn er veranderingen in de controlevariabelen opgetreden? Indien ja, zijn deze dan invloed op de aanwezigheid van mogelijke reboundeffecten?
 - a. Wat is het verschil in de grootte van het huishouden? (III)
 - b. Wat is het verhuismotief? (IV)
 - c. Wat was de energiezuinigheid van de vorige woning? (V)
 - d. Wat is de huidige woonsituatie? (VI)
 - e. Welk soort woning was de vorige woning en welk soort woning is de huidige woning? (VII)
 - f. Wat was de woonperiode in de vorige woning? (VIII)
 - g. Wat is de invloed van de controlevariabelen op het verband tussen het besteedbaar inkomen en het reboundeffect? (B)
4. Wat is het verschil in energielasten (IX) en duidt een eventueel verschil op de aanwezigheid van reboundeffecten?

1.4 Relevantie van het onderzoek

De relevantie van dit onderzoek is tweeledig. Het onderzoek dient zowel een praktisch/maatschappelijk als wetenschappelijke relevantie. Vanuit de praktisch/maatschappelijke kant is het rebound effect een ongewenst effect, omdat het verwachte energiebesparingen teniet kan doen en daarom averechtse resultaten worden bereikt. Doel is dat energiebesparende maatregelen ook daadwerkelijk leiden tot een besparing en niet leiden tot een toename van de energieconsumptie. Wanneer blijkt dat reboundeffecten aanwezig kunnen zijn en deze in kaart zijn gebracht, kunnen er voorstellen gedaan worden voor maatregelen die dit effect eventueel kunnen beperken. Omdat dit onderzoek is uitgevoerd onder bewoners van laag-energiewoningen kunnen deze maatregelen bovendien worden toegespitst op de woningmarkt.

Vanuit de wetenschappelijke kant is er maar beperkt onderzoek gedaan naar de grootte van het reboundeffect en lopen de meningen ver uiteen over de aanwezigheid hiervan. Dit onderzoek tracht vooral bewijs voor reboundeffecten te vinden via de woningmarkt, waardoor er in ieder geval meer duidelijkheid komt over de aanwezigheid van reboundeffecten in Nederland.

1.5 Leeswijzer

In dit hoofdstuk is aan bod gekomen wat het doel van het onderzoek is en hoe dit onderzocht zal worden. In hoofdstuk 2 wordt een literatuurstudie gedaan naar het terugdringen van de energieconsumptie van conventionele bronnen in relatie tot bewonersgedrag en wordt het reboundeffect besproken en gedefinieerd. In hoofdstuk 3 wordt uitgelegd hoe het onderzoek is uitgevoerd en opgezet. In hoofdstuk 4 worden de resultaten van het onderzoek gepresenteerd en nader besproken. Vervolgens worden in hoofdstuk 5 maatregelen besproken die het reboundeffect eventueel zouden kunnen beperken. Tot slot, in hoofdstuk 6 worden de conclusies getrokken en aanbevelingen van dit afstudeeronderzoek gedaan.

2. INKADERING (LITERATUURSTUDIE)

2.1 Het terugdringen van de energieconsumptie van conventionele bronnen in relatie tot bewonersgedrag

2.1.1 Algemeen

De klimaatconferentie van Kopenhagen in 2009 wordt door sommigen vooral als een gemiste kans gezien om het klimaatprobleem aan te pakken. Toch is er bij de meeste overheden de intentie om de energieconsumptie aanzienlijk terug te dringen. De Europese Unie wil bijvoorbeeld een energiereductie van 20% in 2020 en het gebruik van 20% schonere manieren van energieproductie proberen te realiseren. Om dit doel te bereiken, dient er onderzoek gedaan te worden naar de mogelijkheden voor het toepassen van nieuwe vormen van energieopwekking en naar nieuwe mogelijke energiebronnen. Berkhout, Muskens & Velthuisen (2000) stellen dat technologische ontwikkelingen de belangrijkste mogelijkheid tot energiebesparing zijn. Tevens zullen er op economisch gebied maatregelen getroffen moeten worden, maar er zal ook een verandering in het gedrag van de consument moeten plaatsvinden. In paragraaf 2.1.2 en 2.1.3 zal nader ingegaan worden op de technologische ontwikkelingen en economische maatregelen. In paragraaf 2.1.4 zal het gedrag van de consument, met onder andere de noodzaak voor een gedragsverandering, nader besproken worden.

2.1.2 Technologische ontwikkelingen

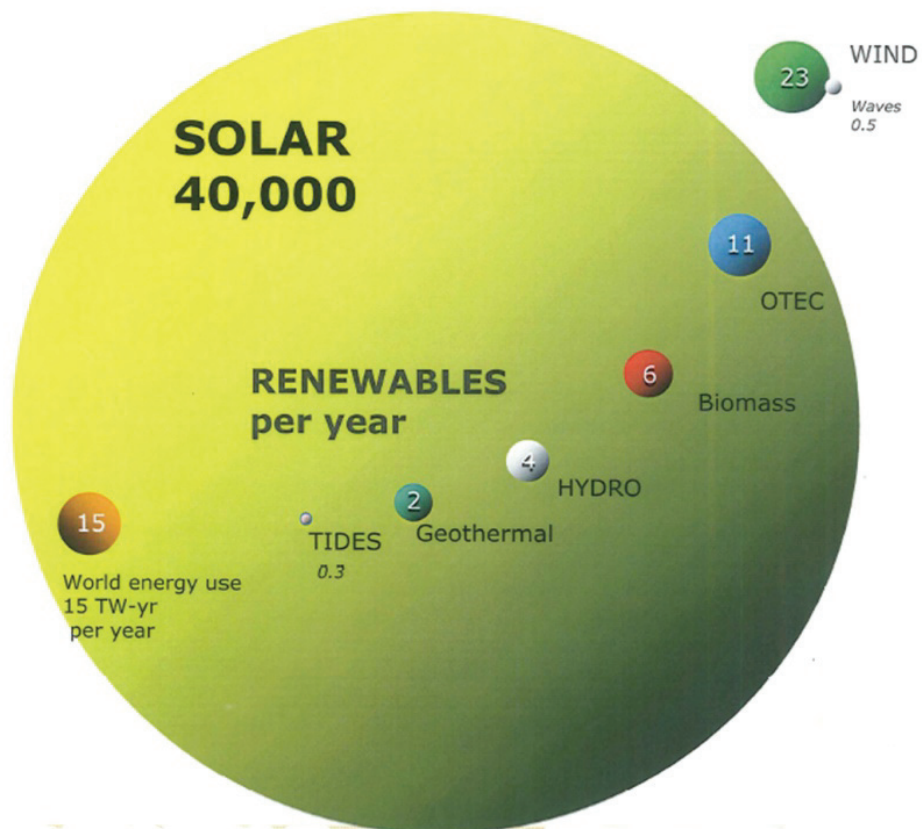
Technologische ontwikkelingen zijn onontbeerlijk om in de toekomst te kunnen blijven voldoen aan de energievraag en het terugdringen van het energiegebruik. Twee belangrijke technologische ontwikkelingen zijn (het gebruik van) hernieuwbare bronnen en het energie-efficiënter maken van productieprocessen of fabriceren van energie-efficiëntere producten.

Hernieuwbare energiebronnen

Tussen 2008 en 2050 wordt er een sterke groei van de wereldwijde economie verwacht en dit zal leiden tot een sterke toename van de energiebehoefte. Door de constante druk die er daardoor komt op de natuurlijke hulpbronnen en de leefomgeving is het noodzakelijk om over te stappen op het gebruik van hernieuwbare bronnen. Hernieuwbare bronnen zijn energie uit bio-energie (biobrandstof en biomassa), geothermische energie (bijv. warmtepompen en warmte-koude-opslag), zonne-energie (bijv. zonnepanelen en zonnecollectoren), windenergie (windturbines) en energie uit water (bijv. golfslagenergie en getijdenenergie). Vooral biomassa, wind- en zonne-energie zullen een grote rol gaan spelen in de toekomst. In figuur 3 is het potentieel van verschillende hernieuwbare bronnen weergegeven, waarbij zonne-energie het grootste potentieel heeft.

Om het gebruik van energie uit hernieuwbare energiebronnen te stimuleren is op 25 juni 2009 de 'richtlijn ter bevordering van het gebruik uit hernieuwbare bronnen' in werking getreden (Europese Unie, 2009). Deze is opgesteld door het Europees parlement en de raad van de Europese Unie. Deze richtlijn zal uiteindelijk resulteren in nationale wetgevingen, waarvoor het ministerie van VROM in Nederland verantwoordelijk zal zijn. De Europese Unie heeft zich tot hoofddoel gesteld om een verhoging tot 20% van het aandeel hernieuwbare energiebronnen te realiseren. Dit heeft consequenties voor de afzonderlijke lidstaten, waarbij het streefaandeel voor Nederland op 14% voor 2020 is gesteld waar dit in 2005 nog 2,4% was (Europadecentraal, 2010).

Het Energie Centrum Nederland (ECN) stelt zelfs dat een duurzame energiehuishouding in 2050 mogelijk is, maar dat dit niet vanzelf gaat en er dan aanzienlijke veranderingen in de energievoorziening plaats moeten vinden. Daarvoor heeft ECN samen met de Nuclear Research and Consultancy Group (NRG) een energievisie voor 2050 opgesteld die als uitgangspunt een 60% lagere CO₂-uitstoot en aanzienlijk minder import van olie en gas heeft (Uyterlinde, Ybema, Brink, Rösler & Blom, 2007). Hierbij wordt gestuurd op het gebruik van een mix van technologieën zoals systemen gebruikmakend van wind- en zonne-energie. Verder blijkt uit het energiescenario van Greenpeace dat tegen 2050 wereldwijd 70% van de elektriciteit en 65% van de verwarming opgewekt kan worden door het gebruik van hernieuwbare bronnen (Greenpeace, 2007). Hoewel Greenpeace en het ECN het overschakelen op hernieuwbare bronnen mogelijk achten, is deze transitie ook afhankelijk van onder andere overheidsorganen met hun besluitvormingsprocessen en natuurlijk ook de kosten die ermee gemoeid zijn. De tijd dringt en hoe langer men wacht, des te moeilijker het wordt om de transitie op tijd mogelijk te maken.



Figuur 3 Potentieel van hernieuwbare bronnen in TW/jaar Bron: Furbo (2010)

Energie-efficiëntie

Het terugdringen van de vraag naar energie wordt vaak in verband gebracht met het energie-efficiënter maken van productieprocessen (Madlener & Alcott, 2008). Deze vorm van energie-efficiëntie is een proces van optimalisering van de energie input enerzijds en de output anderzijds, oftewel proberen zoveel mogelijk output te verkrijgen door het gebruik van zo min mogelijk input. Energie-efficiëntie in het productieproces zorgt er voor dat een product goedkoper geproduceerd kan worden.

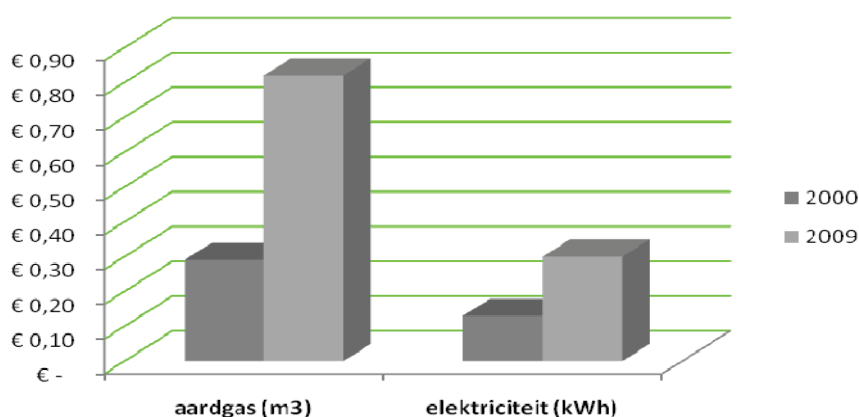
Een andere vorm van energie-efficiëntie is het fabriceren van energie-efficiëntere producten, zoals energiezuinige wasmachines die oude producten dienen te vervangen en is van oudsher een belangrijk proces geweest. Beide vormen van energie-efficiëntie zouden tot een energiebesparing moeten leiden. Dit geldt echter alleen bij een gelijkblijvende vraag. Immers, bij een toenemende vraag zou er meer input vereist zijn om hieraan tegemoet te kunnen komen. Hierdoor wordt de oorspronkelijke verwachte besparing teniet gedaan.

Het energie-efficiënter maken van productieprocessen of producten wordt vooral door milieudeskundigen als dé manier gezien om het energiegebruik terug te dringen. Dit wordt vaak in verband gebracht met de zogenaamde 'Factor Four' revolution¹. Echter, er is ook een groot aantal deskundigen dat twijfelt aan de effectiviteit van energie-efficiëntie om een afname in het energiegebruik te realiseren. Dit heeft te maken met het gedrag van de consument en hier wordt nader op ingegaan in paragraaf 2.1.4.

2.1.3 Economische en politieke maatregelen

Een makkelijker uitvoerbare manier om het traditionele energiegebruik terug te dringen is via belastingen en overheidsregulering. De achterliggende gedachte hierbij is dat men minder energie zal gaan gebruiken, wanneer er steeds meer voor moet betaald gaan worden.

Hoewel energieprijzen slechts voor een deel uit belastingen bestaan, is het een van de meest bekende vormen van energiebelasting. Doordat de energietarieven gekoppeld zijn aan de hoogte van de olieprijs en de voorraad olie steeds kleiner wordt, zullen de energieprijzen in de toekomst alleen maar gaan stijgen. In figuur 4 is de stijging van de energieprijzen weergegeven van 2000 tot 2009 (Centraal Bureau voor de Statistiek, 2010).

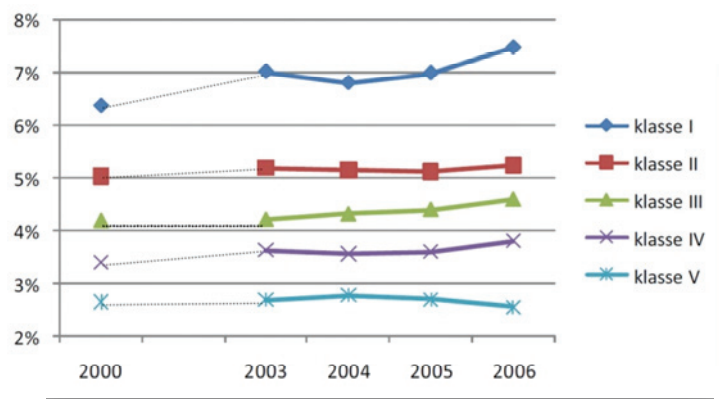


Figuur 4 Stijging van energieprijzen

¹ De factor four revolution wordt besproken in het gelijknamige boek 'Factor Four: Doubling wealth, halving resource' van Weiszacker, von Lovins & Lovins (1997). In dit boek wordt een betoog gevoerd voor het realiseren van een betere levenskwaliteit door 'meer te doen met minder', waarbij er een verdubbeling in welvaart bereikt kan worden door slechts de helft van de huidige resources te gebruiken.

Hoewel er op deze economische marktwerking van vraag en aanbod weinig tot geen invloed is uit te oefenen, zullen de energietarieven een belangrijke rol gaan spelen in de toekomst. Verwacht wordt dat inkomens relatief minder zullen stijgen dan de prijzen van aardgas en elektriciteit. Dit zal als gevolg hebben dat de energielasten harder gaan drukken op de totale begroting van de consument. Het Nibud heeft in opdracht van SenterNovem een energielastenbeschouwing gemaakt die de verschillen in energielasten tussen huishoudens nader laat zien (Nibud, 2009). Een belangrijke conclusie van het onderzoek is dat huishoudens met lagere inkomens een groter deel van hun besteedbaar inkomen kwijt zijn aan energielasten dan huishoudens met hogere inkomens. In figuur 5 is het gemiddelde budgetaandeel energie tussen 2000 en 2006 naar inkomensklassen weergegeven, waarbij klasse I de huishoudens met lagere inkomens zijn en klasse V de hogere inkomens. In de toekomst zal het daarom voor veel mensen belangrijk zijn om de energielasten terug te dringen om de koopkracht te kunnen handhaven.

Een andere vorm van energiebelasting is de Regulerende Energie Belasting (REB) die sinds 1996 is ingevoerd in Nederland. Dit is een heffing op aardgas en elektriciteit die afhankelijk is van het gebruik om efficiënt gebruik van energie te stimuleren.



Figuur 5 Gem. budgetaandeel energie naar inkomensklassen. Bron: Energielastenbeschouwing Nibud (2009)

Helaas zit er ook een problematische kant aan het invoeren van belastingen of maatregelen. Zoals Vlek & Midden (2008) beargumenteren: "...maar zolang de burger, in allerlei rollen, de overheid deze maatregelen niet toestaat of de uitvoering ervan boycot, is de overheid krachteloos en kan zij bestaande regelgeving niet handhaven. Voorbeelden zijn de problemen met snelheidsbeperkingen, kilometerheffingen en vliegbelastingen." Met andere woorden, wanneer er vanuit de kant van de consument te veel weerstand is tegen belastingen en/of maatregelen, dan kan deze alsnog een grote macht uitoefenen op het uiteindelijke beleid.

Naast belastingen is het ook mogelijk om bepaalde subsidies te verstrekken en regelingen op te stellen die ertoe bij kunnen dragen om het energiegebruik terug te dringen. Dit zijn echter geen directe maatregelen, omdat het aanvragen van subsidies op vrijwillige basis geschiedt. Een voorbeeld van een regeling die ertoe kan bijdragen om het energiegebruik terug te dringen, is de stimuleringsregeling duurzame energieproductie (SDE) die de productie van duurzame energie stimuleert.

2.1.4 Gedrag van de consument

Er zijn veel studies en onderzoeken gedaan naar het gedrag van huishoudens in relatie tot het energiegebruik. De belangrijkste conclusie is dat er tussen huishoudens met vergelijkbare woningen een grote variatie in het energiegebruik kan optreden door de leefstijl van de bewoners (Melasniemi-Uutela 1992; Jeeninga, Uytterlinde & Uitzinger, 2001). Hoe zeer er ook getracht wordt om nieuwe technologische ontwikkelingen te implementeren, de menselijke factor zal bepalend zijn bij het realiseren van een beter milieu. Daarnaast wordt er al gedurende een lange tijd gepleit voor een verandering in het gedrag van de consument, ondanks dat de maatschappij een voorkeur heeft voor technologische en economische oplossingen (Herring, 2006). Consumenten dienen dus energie te gaan besparen en daar is een gedragsverandering voor nodig. Volgens Sachs (1999) heeft streven naar energie-efficiëntie gevolgen voor wat men moet kopen en heeft streven naar energiebesparing gevolgen voor hoe men zich moet gedragen.

Het gedrag dat een rol speelt bij het behalen van energiebesparingen is te onderscheiden in eenmalig en herhaald gedrag. Eenmalig gedrag is gedrag dat niet te voorspellen is en dat zich sporadisch voordoet. Een voorbeeld is de aankoop van een energiezuinige auto. Herhaald gedrag wordt gekenmerkt door patronen en gewoonten van mensen die tot uitdrukking komen in het dagelijks gebruik, zoals het licht uitschakelen bij het verlaten van een ruimte.

Energiebesparing vergt discipline, opoffering en gevoel voor gemeenschappelijk belang (Rudin, 1999). Dit geldt in sterke mate voor energiebesparing door herhaald gedrag. Echter, het idee om 'beter te leven met minder' wordt ondanks de ethische en morele aanmoediging van personen die erg begaan zijn met het milieu zoals Sachs en Trainer nog niet volledig omarmd door de consument. Sommige overheden proberen het echter aan te moedigen onder de term 'duurzame consumptie' (Cohen & Murphy, 2001; Jackson & Michaelis, 2003).

Hoewel consumenten vanuit allerlei kanten worden opgeroepen om energie te besparen en waarbij de mogelijkheid tot geld besparen vaak als extra beweegreden aangevoerd wordt, blijkt echter uit onderzoek dat het gedrag van Nederlanders niet aanzienlijk veranderd is de afgelopen jaren. De wil is er wel, maar de wilskracht ontbreekt nog (Fygi, 2007). Er zal daarom nog intensief gezocht moeten worden naar manieren om hier verandering in te brengen.

Gevaar voor rebound gedrag

Zoals in paragraaf 2.1.2 al aangegeven werd is het energie-efficiënter maken van productieprocessen en producten van oorsprong een goede manier om de energieconsumptie terug te dringen. Echter, al in 1865 beschreef William Stanley Jevons [Jevons, 1866] over de vraag naar kolen dat energie-efficiëntie door technologische ontwikkelingen niet leidde tot een afnemende vraag in kolen. Dit werd veroorzaakt doordat energie-efficiëntie de productiekosten omlaag bracht en het product goedkoper op de markt gebracht kon worden. Hierdoor werd massaproductie mogelijk. Dit leidde vervolgens tot een omgekeerd resultaat, namelijk een toenemende vraag op de markt en in dit geval zelfs tot massaconsumptie.

Tegenwoordig zijn er veel economen die deze 'Jevons paradox' steunen en beweren dat door het energie-efficiënter maken van een productiefactor zoals energie, de impliciete prijs daarvan daalt, het gebruik ervan meer betaalbaar wordt en het dus tot een toename van het gebruik leidt (Herring, 2006).

Hoewel sommigen het er niet mee eens zijn dat energie-efficiëntie een goede manier is om het energiegebruik terug te dringen, zorgt het er in ieder geval voor dat mensen geld besparen (Herring & Roy, 2007). Dit geldt dat voorheen besteed werd aan de oorspronkelijke energieconsumptie, zou nu besteed kunnen worden aan producten of diensten die energie-

intensiever zijn dan in eerste instantie het geval was of tot een toename in het energiegebruik kunnen leiden (Takase, Kondo & Washizu, 2005). In de literatuur wordt dit gedrag van de consument ook wel 'rebound gedrag' genoemd. In de volgende paragraaf wordt hier nader op ingegaan.

2.2 Reboundeffecten

2.2.1 *Wat is het reboundeffect?*

In 1980 stelde Daniel Khazzoom dat er een correlatie van minder dan 1 is tussen energie-efficiëntie en een reductie in de energieconsumptie en dat energie-efficiëntie juist tot een toename van de energieconsumptie zou leiden (Khazzoom, 1980). Hoewel Daniel Khazzoom de term 'reboundeffect' of 'reboundgedrag' niet expliciet noemt en Jevons het effect al eerder beschreef, zien velen Khazzoom als de persoon die het effect terug onder de aandacht bracht. In 1992 noemde de econoom Saunders de redenering van Khazzoom voor het eerst 'the Khazzooms-Brookes postulate', de moderne versie van de 'Jevons paradox' (Saunders, 1992). Pas later wordt voor het eerst over het 'reboundeffect' of 'take-back effect' gesproken.

Tegenwoordig wordt deze term gebruikt om een bepaald effect te beschrijven dat de lagere kosten van energiediensten (zoals verwarming) door energie-efficiëntie hebben op het gedrag van individuen en de maatschappij (Frondel, 2004; Herring, 2004). Simpelweg kan het reboundeffect worden omschreven als het gedrag van consumenten waarbij de beoogde energiebesparingen door energie-efficiëntie (voor een deel) weggenomen worden in de vorm van een hogere consumptie (bijvoorbeeld men gaat meer stoken of meer autorijden doordat dit goedkoper is geworden).

Het reboundeffect wordt doorgaans gemeten als een percentage van de verhouding tussen de verwachte besparing die door energie-efficiëntie behaald zou kunnen worden en de daadwerkelijk gerealiseerde besparing. Bijvoorbeeld, wanneer er verwacht wordt dat er 50% energie bespaard kan worden door een toename in energie-efficiëntie en de gerealiseerde besparing uiteindelijk 10% blijkt te zijn, dan is het reboundeffect 80%. Wanneer de gehele verwachte besparing teniet wordt gedaan door een toename in de consumptie (het reboundeffect is 100%), wordt er ook wel gesproken over 'backfire' (Madlener & Alcott, 2008).

2.2.2 Typen reboundeffecten

Het reboundeffect kan ruwweg in drie verschillende categorieën worden onderverdeeld (Dimitropoulos & Sorrell, 2006):

- *Directe reboundeffecten*: deze effecten zijn een toename in het gebruik van een product of dienst (bijv. het langer laten branden van de verlichting) als gevolg van de wens van consumenten om meer van een product of dienst gebruik te maken wanneer de kosten hiervan lager zijn;
- *Indirecte reboundeffecten*: deze effecten zijn een toename in de aankoop van (luxe)goederen en diensten zoals auto's en vakanties door een toename in het besteedbaar inkomen;
- *Langetermijneffecten die van invloed zijn op de wereldwijde economie*: deze effecten zijn het gevolg van directe en indirecte reboundeffecten die tot veranderingen in meerdere sectoren van de wereldwijde economie kunnen leiden (worden buiten beschouwing gelaten bij dit onderzoek).

De langetermijneffecten worden in het kort besproken in paragraaf 2.2.5. Deze worden bij dit onderzoek echter niet verder onderzocht, omdat dit niet mogelijk was vanwege het tijdsbestek. Bovendien is het erg moeilijk om deze effecten in kaart te brengen. Het directe en indirecte reboundeffect worden nader besproken in de paragrafen 2.2.3 respectievelijk 2.2.4.

2.2.3 Directe reboundeffecten

Zoals al in de voorgaande paragraaf werd besproken, zijn directe reboundeffecten een toename in het gebruik van een product of dienst (zoals het langer verwarmen van ruimtes) door de wens van consumenten om meer van een product of dienst te gaan gebruiken wanneer de kosten hiervan lager zijn (Dimitropoulos & Sorrell, 2006). Kortweg houdt dit in dat men meer energie gaat gebruiken, omdat het goedkoper is geworden. Voor consumenten kan een nader onderscheid gemaakt worden in een *substitutie-effect* en *inkomenseffect* (Sorrell, 2007; Madlener & Alcott, 2008).

Bij het substitutie-effect vervangt de consumptie van de goedkoper geworden dienst de consumptie van andere goederen of diensten. Bijvoorbeeld, wanneer gas goedkoper wordt, dan is het logisch dat men meer gaat verwarmen in plaats van dat men meer stroom gaat verbruiken, zoals het langer aan laten van de verlichting. Bij het inkomenseffect neemt het gebruik van alle goederen en diensten (incl. de goedkoper geworden dienst) toe als gevolg van een toename in het besteedbaar inkomen door verbeteringen in energie-efficiëntie. Een voorbeeld hiervan is dat men langer gaat verwarmen én tevens de verlichting langer laat branden.

Directe reboundeffecten hangen samen met gedragingen van de consument. De mate waarin de consument gebruik maakt van diensten waarvoor energie vereist is en de mate van de hoeveelheid energie die benodigd is voor het leveren van deze dienst (zoals verwarming en verlichting), spelen hierbij een belangrijke rol. Energie-efficiëntie maakt het mogelijk dat de kosten van het leveren van deze diensten omlaag gaan. Een bekend voorbeeld is het afleggen van meer kilometers omdat de prijs per kilometer is gedaald doordat men een energiezuinige auto heeft aangeschaft. Hierdoor wordt (een deel van) de potentiële energiebesparing teniet gedaan door een toename van het gebruik (Brännlund, Ghalwash & Nordström, 2005).

In tabel 1 is een overzicht weergegeven van gedragingen die kunnen duiden op het directe reboundeffect zoals die in de literatuur genoemd worden. Gedragingen op het gebied van

verwarmen en autogebruik worden het meest besproken in de bestaande literatuur. Er is een onderscheid gemaakt in gedragingen op het gebied van gas, water, elektriciteit en overige. Verder kan er gedacht worden aan gedragingen zoals langer douchen, het laten lopen van het water tijdens het scheren en tandenpoetsen, het langer laten aanstaan van computers of andere elektrische apparaten, een toename van het gebruik van computers en het op stand-by laten staan van apparaten.

Categorie	Gedraging	Bron
Gas	- Toename Kookintensiteit	Jalas (2002)
	- Het verhogen van de kamertemperaturen	Madlener & Alcott (2008); Hens et al. (2009); Herring & Roy (2006)
	- Het gelijktijdig verwarmen van een groter aantal vertrekken	Madlener & Alcott (2008)
Water	- Het langer verwarmen van vertrekken	Herring & Roy (2006)
	- Het verminderen van de gemiddelde hoeveelheid was per wasbeurt	Sorrell et al (2008)
	- Het draaien van meer wasbeurten	Sorrell et al (2008)
Elektriciteit	- Het aanlaten van de verlichting bij afwezigheid	Herring & Roy (2006)
	- De verlichting langer laten branden	Herring & Roy (2006)
	- Het inschakelen van additionele verlichting in huis, tuin of voor beveiligingsdoeleinden	Herring & Roy (2006)
	- Het verlagen van de temperatuur van de koelkast en/of vriezer	Berkhout et al. (2000)
	- Het aanlaten van de koelkast bij langdurige afwezigheid	Berkhout et al. (2000)
Overig	- Het verminderen van de gemiddelde hoeveelheid was per wasbeurt	Sorrell et al (2008)
	- Het draaien van meer wasbeurten	Sorrell et al (2008)
	- Toename kookintensiteit (elektrisch)	Jalas (2002)
	- Toename van autogebruik	Sorrell et al. (2008)
	- Toename aantal gebruikers van motorvoertuig(en)	Madlener & Alcott (2008); Sorrell et al. (2008)

Tabel 1 overzicht gedragingen duidend op directe reboundeffecten genoemd in de literatuur

2.2.4 Indirecte reboundeffecten

Indirecte reboundeffecten zijn een toename in de aankoop van (luxe)goederen en diensten zoals auto's en vakanties door een toename in het besteedbaar inkomen als gevolg van een lagere energierekening (Dimitropoulos & Sorrell, 2006; Brännlund et al, 2005; Greening, Greene & Difilglio, 2000). Oftewel, van het geld dat men bespaart op de energierekening koopt men producten die tot een toename in de energieconsumptie kunnen leiden. Niet alle aankopen van producten of diensten duiden op indirecte reboundeffecten. De aankopen die tot een mogelijke toename van de energieconsumptie van de consument kunnen leiden, zijn echter belangrijk bij het vinden van aanwijzingen die kunnen duiden op indirecte reboundeffecten. Wanneer men bijvoorbeeld besluit een nieuwe fiets te kopen, leidt het gebruik van de fiets niet tot een toename van de energieconsumptie door de consument. Besluit men echter een extra LCD-tv te kopen, dan kan het gebruik daarvan wel tot een toename in de energieconsumptie leiden. Daarentegen is er wel extra energie vereist voor het produceren van de fiets, maar dit zijn reboundeffecten aan de

productiezijde. Deze zijn niet relevant voor dit onderzoek en worden daarom buiten beschouwing gelaten.

De meest voor de hand liggende aankopen die kunnen duiden op indirecte reboundeffecten zijn elektrische apparaten. De hoeveelheid elektrische apparaten per huishouden en het aanbod van verschillende producten is de afgelopen jaren sterk gestegen. Vooral de grootverbruikers (apparaten die veel elektriciteit gebruiken) zullen een rol spelen bij het ontstaan van indirecte reboundeffecten. In tabel 2 is een overzicht weergegeven van de belangrijkste grootverbruikers die eventueel tot indirecte reboundeffecten kunnen leiden en wat deze gemiddeld per jaar verbruiken.

Apparaat	Gemiddeld verbruik (kosten per jaar)
Waterbed	200 – 1000 kWh (€ 48 - €240)
Wasdroger (energielabel C)	440 kWh (€ 106)
Verlichting	540 kWh (€ 130)
Kookplaat	5 – 530 kWh (€ 13 - € 127)
Elektrische boiler (80-100 liter)	1900 kWh (€ 456)
Koel-/vrieskast tweedeurs	462 kWh (€ 110)
Diepvrieskist	380 kWh (€ 91)
Koelkast met vrieskast	286 kWh (€ 69)
Wasmachine	215 kWh (€ 51)
Vaatwasser	305 kWh (€ 73)
CV-pomp (moderne ketel)	270 kWh (€ 65)
Computer	146 kWh (€ 35)
LCD televisie	138 kWh (€ 33)
Video	108 kWh (€ 26)
Koffiezetapparaat	80 kWh (€ 19)
Stofzuiger	54 kWh (€ 13)
Audioapparatuur (midiset)	52 kWh (€ 12)

Tabel 2 overzicht belangrijkste grootverbruikers. Bron Milieucentraal.nl (2010)

In hoeverre de aanschaf van elektrische apparaten van invloed is op het ontstaan van indirecte reboundeffecten is in sterke mate afhankelijk van het koopmotief. Bijvoorbeeld, wanneer een oud apparaat wordt vervangen door een nieuw apparaat, dan zal het nieuwe apparaat waarschijnlijk

energiezuiniger zijn dan het oude apparaat. Bovendien is het vervangen van oude apparaten een natuurlijk proces. Daarom draagt de aanschaf van het nieuw elektrisch apparaat in dit geval niet bij aan het indirecte rebound effect.

Naast de aanschaf van elektrische apparaten kunnen andere aankopen van goederen en diensten ook duiden op indirecte reboundeffecten. Men kan bijvoorbeeld besluiten een nieuwe auto te kopen die minder energiezuinig is dan de oude of zelfs een extra auto te kopen (Madlener & Alcott, 2008; Sorrell et al, 2008; Herring & Roy, 2006). Men kan ook besluiten op vakantie te gaan of additionele verlichting voor in huis, tuin of voor beveiligingsdoeleinden te installeren (Herring & Roy, 2006). Het installeren van een vaste airconditioning of het aanschaffen van een mobiele airconditioning behoort ook tot de mogelijkheden.

2.2.5 Langetermijneffecten die van invloed zijn op de wereldwijde economie

De grootte van de directe en indirecte reboundeffecten samen bepalen de grootte van langetermijneffecten die kunnen optreden en die van invloed zijn op de wereldwijde economie. Vooral de indirecte reboundeffecten spelen hierbij een grote rol, omdat de langetermijneffecten ontstaan door technologische innovatie en veranderingen in voorkeuren van consumenten en/of sociale instellingen (Dimitropoulos & Sorrell, 2006). Deze langetermijneffecten worden ook wel *'globale evenwicht effecten'* genoemd (Herring, 2006).

Deze langetermijneffecten zijn echter moeilijk eenduidig te specificeren, omdat de voorkeuren van de consument constant veranderen en deze effecten het gevolg zijn van veranderingen of verschuivingen in meerdere sectoren van de wereldwijde economie. Hierbij speelt de relatie tussen consument en producent een belangrijke rol. Reboundgedrag heeft een sterke relatie met energie-efficiëntie. Voor het bereiken van de verbetering in energie-efficiëntie is tevens energie benodigd bij de productie van goederen. Bijvoorbeeld, wanneer men besluit een nieuwe tv te kopen zal deze ook gefabriceerd moeten worden. Daarnaast wordt in sommige gevallen het product zelfs thuis of elders afgeleverd. Door dit effect vindt er een verschuiving plaats van het energiegebruik van de kant van de gebruiker naar de kant van de producent, omdat deze meer moet gaan produceren en zodoende een grotere energiebehoefte heeft. Het is daarom belangrijk dat productieprocessen steeds efficiënter worden, want de ene sector staat in verband met andere sectoren. Het verbruik in de ene sector zou dus uiteindelijk kunnen leiden tot een toename van het energiegebruik in andere sectoren van de wereldwijde economie.

Doordat de langetermijneffecten veroorzaakt worden door allerlei factoren en het daarom heel erg complex en moeilijk wordt om deze effecten in kaart te brengen, worden in dit onderzoek alleen onderzoek gedaan naar directe en indirecte reboundeffecten. De langetermijneffecten worden buiten beschouwing gelaten.

2.3 Bewijs voor reboundeffecten

2.3.1 Bewijs voor directe reboundeffecten

Voor de paragrafen 2.3 en 2.4 is onder andere gebruik gemaakt van het rapport van het UK Energy Research Centre (UKERC) geschreven door Steve Sorrell (Sorrell, 2007). Dit rapport is een assessment van meer dan 500 studies en rapporten die het reboundeffect bespreken en/of bewijs voor reboundeffecten proberen te vinden. Voor het vinden voor bewijs voor directe reboundeffecten wordt er een onderscheid gemaakt in bewijs door evaluatiestudies, econometrische en sectorgerichte studies.

Bewijs uit evaluatiestudies

Een van de manieren waarop de aanwezigheid van het directe reboundeffect aangetoond kan worden en de grootte ervan geschat kan worden, is door de verandering in het zogenaamde 'useful work²' te meten als gevolg van een verbetering in energie-efficiëntie. Voor het gemak wordt useful work gedefinieerd als het *rendement* als gevolg van een verbetering in energie-efficiëntie. Een voorbeeld is het meten van de verandering in de binnentemperatuur als gevolg van de installatie van een energie-efficiënte cv.

Evaluatiestudies beperken zich vaak tot persoonlijk vervoer, verwarming en koeling vanwege de data die er beschikbaar zijn. Zelfs in deze sectoren is het bijna onmogelijk om het volledige effect van de verbetering in de energie-efficiëntie te meten, omdat er ook rekening gehouden moet worden met veranderingen in de buitentemperatuur, het aantal aanwezigen etc.

Een andere manier om de aanwezigheid van directe reboundeffecten aan te tonen en de grootte ervan te schatten is door de verandering in de *energieconsumptie* als gevolg van een verbetering in energie-efficiëntie te meten. De verbetering in energie-efficiëntie zou ertoe moeten leiden dat de energieconsumptie minder wordt. Een verandering in het gedrag van de consument zou er echter voor kunnen zorgen dat dit niet het geval is en de energieconsumptie toeneemt. Om de grootte van het directe reboundeffect te kunnen schatten, dient de energieconsumptie van voor en na de verbetering in energie-efficiëntie bekend te zijn.

Er zijn maar weinig studies gedaan die duidelijke en betrouwbare informatie geven. De resultaten hiervan in het kort besproken. Deze studies beperken zich tot studies op het gebied van verwarming, die vooral voor Engeland en de Verenigde Staten zijn gedaan. Deze studies doen onderzoek naar verschillende aspecten die van belang zijn bij de verwarming van ruimtes. Deze zijn:

- *Shortfall*: dit is het verschil in de werkelijke besparing van de energieconsumptie en de verwachte besparing;
- *Temperature take-back*: dit is de verandering in de binnentemperatuur als gevolg van een verbetering in energie-efficiëntie;
- *Gedragsverandering*: dit is de verandering in de binnentemperatuur die wordt veroorzaakt door het gedrag van de gebruiker.

² Met 'useful work' wordt de energieoutput bedoeld die voor de consument van belang is. Voor het autogebruik is dit bijvoorbeeld het aantal kilometers dat er gereden kan worden of de binnentemperatuur bij het gebruik van de verwarming.

Voor temperature take-back en gedragsverandering zijn er ook enkele studies uitgevoerd. Temperature take-back lijkt voor een deel veroorzaakt te worden door een gedragsverandering. Naarmate de temperature take-back groter wordt, lijkt het deel dat door gedragverandering wordt veroorzaakt ook groter te worden. Dit houdt dus in dat de consument steeds meer verantwoordelijk wordt voor het stijgen van de binnentemperatuur. Bij het bereiken van 21° C lijkt de temperature take-back echter af te nemen. Dit is te verklaren doordat men het dan blijkbaar te warm krijgt. In het verslag van het UKERC wordt gesteld dat het directe reboundeffect minder moet zijn dan 30%, omdat temperature take-back slechts voor een klein deel lijkt bij te dragen aan shortfall en veranderingen in gedrag slechts voor een deel lijken bij te dragen aan temperature take-back. Ook zouden de gebruikte modellen de energiebesparing overschatten. Het percentage van 30% wordt verder niet onderbouwd en kan daarom ook niet als betrouwbaar worden geacht.

Bewijs uit econometrische studies

Het schatten van directe reboundeffecten aan de hand van evaluatiestudies vereist gegevens van voor en na de verbetering in energie-efficiëntie. Deze gegevens zijn vaak niet beschikbaar. Hierdoor maken de meeste studies gebruik van secundaire data die zijn verkregen voor andere doeleinden, maar die wel gebruikt kunnen worden bij het toepassen van econometrische technieken. Econometrische studies schatten de grootte van reboundeffecten aan de hand van zogenaamde energie-efficiëntie- of *prijselasticiteiten*. Een elasticiteit geeft de relatieve (procentuele) verandering in het percentage van de vraag aan als gevolg van een relatieve (procentuele) verandering van een andere variabele (bijv. energie-efficiëntie of prijs) van een bepaald goed. Hieronder is een voorbeeld weergegeven voor een prijselasticiteit.

$$\text{Prijselasticiteit} = \frac{\% \text{ verandering in vraag naar energie}}{\% \text{ verandering in prijs}}$$

Dus als de prijs van bijvoorbeeld elektriciteit stijgt van €0,20 per kWh naar €0,25 per kWh en daardoor de vraag naar energie met 10% afneemt, dan is de prijselasticiteit - 0,02.

De meeste econometrische studies maken gebruik van data over prijselasticiteiten, omdat die meer beschikbaar zijn. In bepaalde gevallen kan er aan de hand van de prijselasticiteit van de vraag naar energie een redelijke schatting gemaakt worden van de waarschijnlijke grootte van directe reboundeffecten van verschillende energiediensten in verschillende sectoren.

Zo is voor persoonlijk transport per auto door Hanley, McGregor, Swales & Turner (2005) aan de hand van een meta-analyse het directe reboundeffect geschat op 64% (51 studies). Een andere meta-analyse (meer dan 120 studies) is gedaan voor elektriciteit, waarbij directe reboundeffecten op de korte termijn zijn geschat op 20 - 35% en voor de lange termijn op 80 - 85% (Espey & Espey, 2004). Omdat elasticiteiten van brandstoffen variabel en minder robuust zijn, wordt de prijselasticiteit hiervan lager geschat dan die van elektriciteit. Econometrisch bewijs voor andere energiediensten is erg beperkt door het ontbreken van relevante prijselasticiteiten.

Bewijs uit sectorgerichte studies

Persoonlijk transport per auto is veruit het meest en best onderzochte gebied in relatie tot directe reboundeffecten, waarvan de meeste studies refereren aan onderzoek in de Verenigde Staten. De groottes voor het directe reboundeffect op dit gebied lopen uiteen van 5% - 87%, maar het meest aannemelijk is dat het directe reboundeffect voor persoonlijk transport per auto tussen de 10% - 30% zal zijn (Greening et al (2000); Sorrell (2007)). Ook naar verwarming in huishoudens zijn veel studies gedaan, maar deze zijn minder betrouwbaar dan de studies naar persoonlijk transport per auto. Dit is te verklaren door de beperkte data die beschikbaar zijn en de grote diversiteit in variabelen die gemeten zijn.

In het rapport van het UKERC (Sorrell, 2007) worden vier belangrijke studies besproken. Bij deze studies is vaak gebruik gemaakt van kleine steekproeven en ze zijn uitgevoerd tijdens perioden van stijgende energieprijzen. Dit zorgt ervoor dat deze studies gevoelig zijn voor fouten. Daarnaast zijn deze vier studies gedaan in de Verenigde Staten. De verschillen in woningtype en het klimaat zijn waarschijnlijk te groot om de resultaten ook te laten gelden voor bijvoorbeeld Europese landen. Het directe reboundeffect voor verwarming van huishoudens wordt geschat tussen 1% - 60%. Wederom wordt gesteld dat het aannemelijker is dat het directe reboundeffect voor verwarming tussen de 10% - 30% zal zijn. Dit percentage is wederom een aanname en kan daarom niet als betrouwbaar worden geacht. In het rapport van het UKERC wordt voor het koelen door airconditioning in huishoudens het directe reboundeffect geschat tussen de 1% - 26%. Greening, Greene & Difiglio (2000) schatten dit tussen de 0 en 50%. In tabel 3 zijn voor een aantal diensten de geschatte waarden voor het directe reboundeffect weergegeven.

Eindgebruik	Geschatte grootte van het directe reboundeffect	Bron
Verwarming van ruimtes	10-30%	Greening et al (2000); Sorrell (2007)
Koeling van ruimtes	0-50% en 1-26%	Greening et al (2000); Sorrell (2007)
Verwarmen van water	10-40%	Greening et al (2000)
Verlichting	5-12%	Greening et al (2000)
Persoonlijk transport per auto	10-30%	Greening et al (2000); Sorrell (2007)

Tabel 3 overzicht geschatte grootte reboundeffect per eindgebruik

2.3.2 Bewijs voor indirecte reboundeffecten

Omdat het indirecte reboundeffect veel moeilijker af te bakenen is en over meerdere sectoren verspreid is, zijn er hier veel minder studies naar gedaan. Het bewijs voor indirecte reboundeffecten is daarom schaarser dan het bewijs voor directe reboundeffecten. Voor indirect reboundeffecten in de vorm van de aankoop van (luxe) goederen en/of diensten wordt verwacht dat de grootte ervan kleiner zal zijn dan de directe reboundeffecten (Berkhout et al, 2000). Bij de aankoop van producten die kunnen duiden op indirecte reboundeffecten mag er namelijk vanuit gegaan worden dat deze producten ook gebruikt zullen worden. Het gebruik van deze producten kan juist leiden tot directe reboundeffecten. Kortom, indirecte reboundeffecten leiden meestal tot directe reboundeffecten, waardoor het aannemelijk is dat directe reboundeffecten groter zullen zijn. Hier zijn echter geen concrete bewijzen voor. Op dit moment is het beschikbare bewijs te gering om duidelijke conclusies over de grootte van indirecte reboundeffecten te trekken.

2.3.3 Bewijs voor langetermijneffecten

Zoals al eerder besproken zijn de langetermijneffecten die van invloed zijn op de wereldwijde economie het gevolg van directe en indirecte reboundeffecten. De grootte van deze effecten worden bepaald door de grootte, aard en locatie van de verbeteringen in energie-efficiëntie. Door het groot aantal verschillende variabelen die een rol spelen bij deze effecten is het niet mogelijk om econometrische analyses hierop toe te passen. Volgens Grepperud & Rasmussen (2004) is het echter wel mogelijk om de grootte van langetermijneffecten die van invloed zijn op de wereldwijde economie te schatten aan de hand van energie-economische modellen van de macro-economie. Er zijn twee soorten modellen die hiervoor gebruikt kunnen worden, namelijk zogenaamde 'Computable General Equilibrium' (CGE) modellen en macro-econometrische modellen.

Er zijn enkele studies die gebruik hebben gemaakt van deze CGE-modellen, waarbij vooral geconcludeerd wordt dat het totale reboundeffect ofwel groter dan 50% moet zijn of dat er zelfs backfire ontstaat. Een studie gedaan door Brännlund, Ghalwash & Nordström (2005) concluderen hetzelfde en schatten het totale reboundeffect (direct + indirect) voor verwarming en persoonlijk transport per auto in Zweden op 170% respectievelijk 120%. Mizobuchi (2007) concludeert tevens hetzelfde, maar deze heeft zich gericht op Japanse huishoudens.

Macro-econometrische studies geven meer betrouwbare resultaten dan CGE-modellen en hebben een wat meer robuuste aanpak. Ook hier wordt gewaarschuwd voor het onderschatten van de invloed die reboundeffecten kunnen hebben en zou er eventueel sprake kunnen zijn van backfire (Sorrell, 2007).

Tot slot schat Alfredsson (2004) het totale reboundeffect op 35% voor zogenaamde 'groene consumptie patronen'³ van reizen, eten en wonen voor verschillende inkomensgroepen in Zweden. Net als bij het bewijs voor indirecte reboundeffecten kunnen evenmin algemene conclusies worden getrokken voor langetermijneffecten die van invloed zijn op de wereldwijde economie.

³ Groene consumptie patronen bestaan uit zowel technische veranderingen (zoals het kopen van een energiezuinige auto) en gedragsveranderingen (zoals het delen van de auto met anderen).

2.4 Subconclusies

In de toekomst is het erg belangrijk dat men blijft innoveren en doorgaat met het implementeren van nieuwe technologische ontwikkelingen teneinde de globale energieconsumptie terug te dringen en te beperken. Omdat de gevolgen van het broeikaseffect steeds meer zichtbaar worden, zullen overheden ook moeten optreden. In de meeste gevallen zal dat leiden tot verhoging van de energiebelastingen. Bovendien is het niet uit te sluiten dat er hierdoor in de toekomst nieuwe soorten belastingen zoals CO₂-belasting ingevoerd zullen worden.

In de voorgaande paragrafen is er echter ook aangetoond dat de menselijke factor een belangrijke bepalende factor zal zijn bij het realiseren van een beter milieu ongeacht in wat voor mate technologische ontwikkelingen en economische maatregelen genomen worden. Er is onder meer het gevaar van reboundgedrag als gevolg van verbeteringen in energie-efficiëntie.

Er is vooral onderzoek gedaan naar directe reboundeffecten, waarbij de meningen over de grootte ervan uiteenlopen van 5 – 85%. Onderzoek dat nauwkeurigere uitspraken hierover kan doen is belangrijk, maar ook bij dit afstudeeronderzoek is het niet mogelijk hier meer concrete uitspraken over te doen.

Ondanks dat er een groot aantal gedragingen van de consument te benoemen zijn die tot een toename in het energiegebruik kunnen leiden en zodoende op directe reboundeffecten kunnen wijzen, richten bestaande studies zich vaak op een specifieke gedraging, zoals het verwarmen van ruimtes of de verlichting. Hetzelfde geldt voor het indirecte reboundgedrag, zoals de aanschaf van een auto. Ook hier worden maar enkele voorbeelden genoemd en/of onderzocht, maar er zijn tal van goederen en diensten die tot een toename in het energiegebruik kunnen leiden en zodoende tot indirecte reboundeffecten kunnen leiden.

Verder beperken de bestaande studies zich vaak tot de Verenigde Staten of Engeland en is de gebruikte methodologie vaak niet sluitend, waardoor de resultaten niet betrouwbaar zijn of gebruikt kunnen worden om te generaliseren. Omdat de grootte van reboundeffecten sterk lijkt te verschillen per land is een onderzoek naar de aanwezigheid van reboundeffecten in Nederland nodig.

Het bovenstaande geldt des te meer voor de studies die gedaan zijn naar indirecte reboundeffecten en langetermijneffecten die van invloed zijn op de wereldwijde economie, omdat er maar een beperkt aantal studies zijn die hiernaar onderzoek hebben gedaan.

Om de grootte van reboundeffecten te bepalen is er een intensieve monitoring nodig van het bestedingspatroon en gedrag van consumenten. Dit is een langdurig onderzoek en valt buiten het tijdsbestek van het afstudeeronderzoek. Er kan echter ook gezocht worden naar aanwijzingen voor reboundgedrag (zie hoofdstuk 3).

3. ONDERZOEKSOPZET

3.1 Aard van het onderzoek

De meningen over de grootte van het reboundeffect lopen ver uiteen in de bestaande literatuur. Over de grootte van de reboundeffecten kunnen aan de hand van dit afstudeeronderzoek echter ook geen concrete uitspraken worden gedaan, omdat daarvoor een langdurig onderzoek plaats zou moeten vinden. Daar is het tijdsbestek niet toereikend voor. Wel kan er gezocht worden naar aanwijzingen voor de aanwezigheid van reboundeffecten. Het optreden van reboundeffecten is het meest waarschijnlijk in situaties waar er grote verschillen kunnen ontstaan in de kosten voor energie. Deze situatie doet zich voor bij huishoudens die verhuizen naar laag-energiewoningen, zoals 'energienul woningen'⁴. Huishoudens die verhuisd zijn naar dit soort woningen kunnen een aanzienlijk lagere energierekening hebben dan in de vorige woonsituatie door het energiezuinige karakter van de nieuwe woning. De verschillen in gedragingen en/of aankopen in relatie tot hun oude situatie zouden hier het duidelijkst zichtbaar moeten zijn. Deze aanwijzingen geven geen exacte grootte van het reboundeffect, maar geven wel inzicht in het bestedingspatroon en gedrag van de consument dat eventueel een indicatie kan vormen voor de grootte van het reboundeffect.

3.2 Dataverzamelingstechniek

Het onderzoek betreft een niet-experimenteel kwantitatief onderzoek, en wordt uitgevoerd met behulp van een survey. De populatie wordt gevormd door bewoners van laag-energiewoningen in Nederland. De totale grootte van deze populatie is niet bekend, omdat dit soort woningen niet apart in kaart worden gebracht. Daarom is ervoor gekozen om het onderzoek uit te voeren aan de hand van een selecte steekproef. Vanwege de aard van de vragen en de beschikbare tijd is er gekozen om de survey af te nemen aan de hand van een schriftelijke enquête die tevens ingevuld kon worden via een link op internet.

De enquête is verspreid onder bewoners van het project 'In Goede Aarde' te Boxtel en bewoners van de wijk 'Schoenmakershoek' te Etten-Leur. Het project te Boxtel omvat 90 laag-energiewoningen, waarvan 30 zonnewoningen met een EPC (Energie Prestatie Coëfficiënt) van 0,0. In Etten-Leur zijn de bewoners van circa 360 woningen benaderd. Sommige woningen hiervan zijn particuliere huurwoningen. De afgenomen enquête is bijgevoegd als bijlage A van dit verslag. Hierbij zijn de frequenties van de antwoorden aangegeven.

3.3 Operationalisering van de variabelen

Alvorens het model, zoals in figuur 2 is weergegeven te kunnen onderzoeken, dienen de variabelen in meetbare vorm omgezet te worden. De meeste variabelen in het model zijn enkelvoudig. Dat wil zeggen dat er met een enkele vraag gemeten kan worden wat men daadwerkelijk wilt meten. Er zijn ook enkele variabelen complex. Deze variabelen worden verder uitgesplitst. De complexe variabelen van dit onderzoek zijn het reboundeffect, de woonsituatie en de energiezuinigheid van de vorige woning.

⁴ Energienul woningen zijn door adviesbureau nulwoning.nl (nulwoning.nl, 2010) gedefinieerd als woningen die met een normaal leefpatroon en een hoog comfort niveau over een heel jaar gezien evenveel energie opwekken als ze verbruiken.

3.3.1 Reboundeffect

De variabele 'reboundeffect' is een complexe variabele en wordt uitgesplitst in directe en indirecte reboundeffecten.

Directe reboundeffecten

Directe reboundeffecten komen tot uiting in energiegerelateerde gedragingen van de bewoners. Verschillen in deze gedragingen zouden tot aanwijzingen voor directe reboundeffecten kunnen leiden. In figuur 6 is een lijst van gedragingen weergegeven die het resultaat is van de literatuurstudie (L) en eigen inbreng (E).

Lijst van gedragingen
1. Woonkamertemperatuur overdag in de winter (L)
2. Woonkamertemperatuur 's nachts in de winter (L)
3. De temperatuur waarop de was wordt gedaan in de machine (L)
4. De temperatuur van het waterbed (E)
5. Tijdsduur dat er gedoucht wordt (d.w.z. van alle bewoners opgeteld) (E)
6. Tijdsduur dat de verlichting in huis aan is (L)
7. Tijdsduur dat er verlichting aan is bij afwezigheid (L)
8. Tijdsduur dat de tv aan staat (E)
9. Tijdsduur dat apparaten op stand-by staan (tv, computer, dvd, etc.) (E)
10. Tijdsduur dat er speciale lampen voor veiligheid aan zijn (buitendeur, overloop, etc.) (L)
11. Tijdsduur dat de tuinverlichting brandt (L)
12. Tijdsduur dat de computer wordt gebruikt (E)
13. Tijdsduur dat airconditioning wordt gebruikt (E)
14. Hoe vaak men de douche gebruikt (E)
15. Hoe vaak er zelf wordt gekookt (L)
16. Hoe vaak het koffiezetapparaat wordt gebruikt (E)
17. Hoe vaak er een was wordt gedaan in de machine (L)
18. Hoe vaak de verwarming lager wordt gezet bij afwezigheid (L)
19. Hoe vaak men in bad gaat (E)
20. Hoe vaak de magnetron wordt gebruikt (E)
21. Hoe vaak de vaatwasser wordt gebruikt (E)
22. Hoe vaak de wasdroger wordt gebruikt (E)
23. Hoe vaak de DVD-speler wordt gebruikt (E)
24. Aantal vertrekken dat tegelijk verwarmd wordt (L)
25. Aantal gebruikte lichtpunten in de woning (E)
26. Aantal spaarlampen in de woning (E)
27. Aantal vliegvakanties dat er gemaakt worden (L)
28. Aantal autoritten dat er gemaakt wordt voor recreatie (L)
29. Aantal personen dat de auto('s) bestuurt (L)
30. Afstand autoritten voor het werk (L)

Figuur 6 lijst van gedragingen

Iedere gedraging correspondeert met een vraag in de enquête, waarbij er gevraagd wordt naar de verandering ten opzichte van de vorige woonsituatie. Omdat de antwoorden allemaal hetzelfde meetniveau hebben, is het mogelijk om deze te sommeren. Op deze manier kunnen mogelijke aanwijzingen voor directe reboundeffecten gevonden worden.

Indirecte reboundeffecten

Hier geldt hetzelfde als voor directe reboundeffecten, maar in plaats van energiegerelateerde gedragingen worden hier energiegerelateerde aankopen gebruikt. In figuur 7 is een overzicht van de aankopen weergegeven die het resultaat zijn van de literatuurstudie (L) en eigen inbreng (E). Hier is niet ieder elektrisch apparaat van de top 25 grootverbruikers opgenomen, omdat men ervan uit mag gaan dat bepaalde apparaten, zoals een wasmachine tegenwoordig in ieders bezit zijn.

<i>Lijst van aankopen</i>
1. waterbed (L)
2. LCD/LED/plasma tv (L)
3. Surround systeem (E)
4. Spelcomputer (L)
5. Magnetron (L)
6. Wasdroger of was/droogcombinatie (L)
6. Aparte vrieskist (L)
7. Vaste airconditioning (L)
8. Mobiele airconditioning (E)
9. Tuinverlichting (E)
10. Auto (E)

Figuur 7 lijst van aankopen

3.3.2 Besteedbaar inkomen en verschil in energielasten

Onder het besteedbaar inkomen moet het bedrag worden verstaan dat over blijft nadat alle lasten zoals, huur of hypotheeklasten, energielasten, onroerendezaakbelasting (OZB), verzekeringen etc. zijn afgetrokken van het totale netto inkomen. Bij dit onderzoek dient de hoogte van de energielasten echter geïsoleerd te worden, omdat een verschil hierin kan duiden op de aanwezigheid van reboundeffecten en bovendien gebruikt kan worden om de grootte van reboundeffecten te bepalen. Daarom is er bij deze variabelen gekozen om meerdere vragen te stellen. Hierbij is verder naar een relatief verschil gevraagd ten opzichte van de vorige woonsituatie, omdat vragen over inkomen en lasten e.d. vaak als erg persoonlijk worden ondervonden. Dat wil zeggen dat er geantwoord met hoger, gelijk of lager dan in de vorige woonsituatie in plaats van dat er geantwoord moet worden met concrete bedragen.

3.3.3 Woonsituatie en energiezuinigheid vorige woning

Met de woonsituatie wordt hier de energiezuinigheid van de laag-energiewoning bedoeld. Doordat de energiezuinigheid van deze woning afhankelijk is van de aanwezige energiezuinige kenmerken, zoals vloer-, dak- en gevelisolatie, HR++ beglazing en de aanwezige installaties, is de woonsituatie een complexe variabele. De energiezuinige kenmerken functioneren hier als aparte variabelen. Omdat het bij dit onderzoek laag-energiewoningen betreft en de specifieke kenmerken daarom minder relevant zijn, is er alleen een controle uitgevoerd aan de hand van een open vraag voor de energiezuinige kenmerken. Wel is het aannemelijk dat hoe energiezuiniger de woning is, des te groter de kans is om aanwijzingen voor reboundeffecten te vinden. Omdat er echter niet van iedere case precies bekend is hoe energiezuinig de woning is, kunnen hierover geen uitspraken worden gedaan.

Voor de energiezuinigheid van de vorige woning geldt in principe hetzelfde als voor de variabele 'woonsituatie'. Deze variabele dient ter controle of men voorheen niet reeds in een energiezuinige woning woonde. Wanneer dit het geval zou zijn, dan is er een kleinere kans om aanwijzingen voor reboundeffecten te vinden. Om dit te kunnen controleren is er hier gekozen voor een aantal energiezuinige kenmerken als antwoordmogelijkheid te geven die toe te passen zijn bij bestaande woningen. Wanneer al deze kenmerken aanwezig waren in de vorige woning, dan mag ervan uit gegaan worden dat die woning ook redelijk energiezuinig was.

3.3.4 Overige variabelen

De overige variabelen zijnde het verschil in de grootte van het huishouden, het verhuismotief, het verschil in de soort woning en de duur van de woonperiode in de vorige woning zijn enkelvoudige variabelen en kunnen gemeten worden aan de hand van een enkele vraag.

Wanneer de grootte van het huishouden is veranderd sinds men is verhuisd naar de laag-energiewoning, dan heeft dat logischerwijze gevolgen voor de energieregerelateerde gedragingen en aankopen. Bijvoorbeeld, wanneer het huishouden gegroeid is, dan is het logisch dat er meer gedocht wordt.

Bij huishoudens waar de vorige woning ook energiezuinig was, bestaat een kleinere kans om aanwijzingen voor reboundeffecten te vinden. De besparing op de energierekening is hier namelijk minimaal of helemaal niet aanwezig. Uit het soort woning kan vaak afgeleid worden of er veranderingen plaats hebben gevonden in de grootte van de woning. Wanneer de nieuwe woning bijvoorbeeld groter is dan de vorige woning, dan kan dat voor bepaalde gedragingen gevolgen hebben.

Reboundeffecten zijn het gevolg van een gedragsverandering bij mensen. Gedragspatronen ontstaan meestal pas na een tijd. Personen of huishoudens die maar korte tijd in de vorige woning hebben gewoond, hebben vaak nog geen sterk gedragspatroon. Bovendien hebben de huishoudens die minder dan een jaar in hun vorige woning hebben gewoond nog geen energierekening gehad en daardoor ook geen feedback op hun gedrag.

4. DATA-ANALYSE

4.1 Respons

De vragenlijst is uitgezet bij 451 huishoudens te Boxtel en Etten-Leur. Hiervan hebben 12 huishoudens de enquête ingevuld via de internetlink en hebben 42 huishoudens de enquête schriftelijk ingevuld en geretourneerd. Hiermee komt de totale respons op 54 huishoudens. Dit is een responspercentage van 12%. Hierbij dient opgemerkt te worden dat de enquêtes verstuurd zijn in juli en dat veel huishoudens waarschijnlijk op vakantie waren. Doorgaans probeert men dit te vermijden, maar door het tijdsbestek van dit afstudeeronderzoek was dit niet mogelijk.

4.2 Ontoereikende data

Bij de analyse is gebleken dat de data van enkele variabelen niet toereikend genoeg zijn om hierover duidelijke uitspraken te kunnen doen. Dit heeft tevens gevolgen voor de uitspraken die er gedaan kunnen worden over de aanwezigheid van reboundeffecten. Het gaat hierbij om de variabelen besteedbaar inkomen, verschil in energielasten en verschil gas- en elektriciteitsverbruik. Reboundeffecten kunnen alleen ontstaan wanneer er daadwerkelijk een verruiming van het te besteden bedrag heeft plaatsgevonden nadat alle lasten van het totale netto inkomen zijn afgetrokken (hier: besteedbaar inkomen). Deze verruiming ontstaat doordat de energielasten lager zouden moeten zijn dan in de vorige woning door het energiezuinig karakter van de huidige woning.

Bij dit onderzoek is getracht om deze verruiming van het te besteden bedrag aan te tonen door naar het relatieve verschil in de totale woonlasten, het relatieve verschil in de energielasten en het relatieve verschil in de kosten voor hypotheek of huur en OZB te vragen. Tijdens de data-analyse bleek echter dat de meningen over wat de totale woonlasten precies omvatten nogal verschilden, omdat er vaak onmogelijke combinaties werden aangetroffen. In bepaalde gevallen werd namelijk aangegeven dat de lasten voor energie en hypotheek lager waren dan in de vorige woonsituatie, maar de totale woonlasten waren nog steeds hoger. Met de beschikbare data kan dus niet concreet worden aangetoond dat er een verruiming van het te besteden bedrag als gevolg van een lagere energierekening heeft plaatsgevonden. Daarnaast is het erg moeilijk om deze verruiming achteraf te meten. Immers, de eerste energierekening komt pas na een jaar. Gedurende dat jaar kan men al reboundgedrag vertoond hebben dat van invloed is op de hoogte van die eerste energierekening. Dit heeft tot gevolg dat niet concreet is aan te tonen of er in de gevallen waar aanwijzingen voor reboundeffecten gevonden zijn sprake is van klassieke reboundeffecten.

Het verschil in energielasten zou ook gebruikt kunnen worden om de grootte van reboundeffecten te meten. Doordat er bij dit onderzoek echter gevraagd is naar het relatieve verschil in de energielasten kan deze data hiervoor niet gebruikt worden. Dit heeft ermee te maken dat de energierekening in sommige gevallen weliswaar lager kan zijn dan in de vorige woning, maar het verbruik wel is toegenomen. Deze situatie doet zich bijvoorbeeld voor wanneer mensen zijn overgestapt naar een andere energieleverancier die goedkopere energieprijzen hanteert. Om deze redenen is er besloten tevens het verschil in energielasten niet mee te nemen bij de data-analyse.

Het verschil in het verbruik zou als validatie voor de aanwezigheid van reboundeffecten kunnen dienen. Wanneer er aangegeven wordt dat er bijvoorbeeld meer vertrekken verwarmd worden dan in de vorige woning of dat er een extra auto is gekocht, dan zou dat moeten leiden tot een toename in het verbruik. Bij de woningen die uitgekozen zijn voor dit onderzoek blijken er echter twee externe invloeden te zijn die de gegevens over het verbruik verstoren.

Ten eerste blijken de meeste woningen geen gasaansluiting meer te hebben. Dit heeft tot gevolg dat het gasverbruik altijd lager is dan in de vorige woning, ongeacht er bepaalde gedragingen meer of langer worden gedaan. Ten tweede hebben bijna alle woningen een warmtepomp die constant aanstaat en dus elektriciteit verbruikt. Dit heeft tot gevolg dat het elektriciteitsverbruik in bijna alle gevallen (veel) hoger is dan in de vorige woning ongeacht of bepaalde gedragingen meer of langer worden uitgevoerd of dat er extra elektrische apparaten worden aangeschaft. Het was niet mogelijk om het aandeel in het verbruik van de verschillende warmtepompen er uit te filteren. Ook de gegevens over het verbruik kunnen daarom niet gebruikt worden als wederzijdse validatie van de gegevens.

4.3 Constance variabele

Bij de data-analyse bleek de variabele ‘verhuismotief’ een constante variabele te zijn. Met deze variabele werd getracht huishoudens die om milieubewuste redenen verhuisd waren te isoleren van de rest. Wanneer iemand om milieubewuste redenen verhuisd is naar een laag-energiewoning, dan mag men verwachten dat daar minder tot geen aanwijzingen voor reboundeffecten gevonden worden. Niemand van de ondervraagden is echter verhuisd vanwege milieubewuste redenen. Verschillen onder huishoudens met betrekking tot het verhuismotief zijn hierdoor niet te onderzoeken.

4.4 Controlevariabelen

In het model is te zien dat er een aantal controlevariabelen zijn die van invloed kunnen zijn op het verband tussen de aanwezigheid van reboundeffecten en het besteedbaar inkomen. Deze zijn verschil in grootte van het huishouden, het verhuismotief, de energiezuinigheid van de vorige woning, de woonsituatie, het soort huidige en vorige woning en de woonperiode in de vorige woning. Het verhuismotief wordt dus niet onderzocht zoals aangegeven in paragraaf 4.3. Op de volgende pagina wordt aangegeven welke gevallen van deze controlevariabelen zijn verwijderd.

Grootte van het huishouden

Wanneer de grootte van het huishouden is veranderd sinds men is verhuisd naar de laag-energiewoning, dan heeft dat logischerwijze gevolgen voor de energiegerelateerde gedragingen en aankopen. Er zijn 22 gevallen uit de datasheet verwijderd, waarbij er een verandering in de grootte van het huishouden heeft plaatsgevonden. Hieronder is aangegeven welke dit waren.

Afname 1 persoon:	0 keer	Toename 1 persoon:	11 keer
Afname 2 personen:	3 keer	Toename 2 personen:	3 keer
Afname 3 personen:	2 keer	Toename 3 personen:	2 keer
Afname 5 personen:	1 keer		

De energiezuinigheid van de vorige woning

Bij huishoudens waar de vorige woning ook energiezuinig was, bestaat een kleinere kans om aanwijzingen voor reboundeffecten te vinden. De gevallen waarbij alle voorgestelde energiezuinige kenmerken aanwezig waren in de vorige woning zijn daarom ook verwijderd uit de datasheet. Van de resterende 26 cases was dit bij 4 cases het geval.

Het soort vorige en huidige woning

Uit het soort woning kan vaak afgeleid worden of er veranderingen plaats hebben gevonden in de grootte van de woning. De gevallen waarbij de grootte van de woning te veel veranderd is, zijn daarom ook verwijderd uit de datasheet. Hiervan was slechts sprake bij één van de resterende 22 cases.

Woonperiode vorige woning

Personen of huishoudens die maar korte tijd in de vorige woning hebben gewoond, hebben vaak nog geen sterk gedragspatroon. Huishoudens die minder dan een jaar in de vorige woning hebben gewoond zijn daarom ook verwijderd uit de dataset. Van deze gevallen was echter geen sprake.

4.5 Aanwijzingen voor de aanwezigheid van directe reboundeffecten

Na het verwijderen van de cases zoals die genoemd zijn in paragraaf 4.4 blijven er 21 cases over die gebruikt kunnen worden om de aanwezigheid van directe en indirecte reboundeffecten aan te tonen. Doordat bepaalde variabelen niet goed gemeten kunnen worden, is het niet mogelijk om de verbanden tussen de aanwezige variabelen aan te kunnen tonen, zoals die zijn aangegeven in het model. Wel kan er een overzicht gemaakt worden van hoe de gedragingen veranderd zijn ten opzichte van de vorige woonsituatie. In tabel 4 is een overzicht naar de gedragingen weergegeven. De vierde kolom 'Hoger', 'Langer', 'Vaker', 'Meer' en 'Verder' is belangrijk, omdat deze kunnen wijzen op de aanwezigheid van directe reboundeffecten. Er zijn echter uitzonderingen voor gedraging nr. 18 en 25 in combinatie met 26. Voor gedraging nr. 18 is de tweede kolom 'Minder vaak' belangrijk bij het vinden van aanwijzingen voor de aanwezigheid van directe reboundeffecten.

Bij gedraging nr. 26 'Aantal spaarlampen in de woning' kunnen zowel de tweede en vierde kolom belangrijk zijn voor het vinden van aanwijzingen voor de aanwezigheid van directe reboundeffecten. Wanneer deze gedraging gecombineerd wordt met gedraging nr. 25 'Het aantal lichtpunten in de woning' dan zouden meer lichtpunten in combinatie met meer spaarlampen kunnen duiden op de aanwezigheid van directe reboundeffecten. Is het aantal lichtpunten echter hetzelfde gebleven of toegenomen en zijn er minder spaarlampen, dan kan dit ook duiden op de aanwezigheid van directe reboundeffecten.

Gedraging	Lager	Even hoog	Hoger	N.v.t.
1. Woonkamertemperatuur overdag in de winter	2	14	5	0
2. Woonkamertemperatuur 's nachts in de winter	1	5	15	0
3. De temperatuur waarop de was wordt gedaan in de machine	1	20	0	0
4. De temperatuur van het waterbed	1	0	0	19
	Minder lang	Even lang	Langer	N.v.t.
5. Tijdsduur dat er gedoucht wordt	0	17	4	0
6. Tijdsduur dat de verlichting in huis aan is	1	20	0	0
7. Tijdsduur dat er verlichting aan is bij afwezigheid	4	17	0	0
8. Tijdsduur dat de tv aan staat	2	14	5	0
9. Tijdsduur dat apparaten op stand-by staan	2	16	3	0
10. Tijdsduur dat er speciale lampen voor veiligheid aan zijn	2	10	5	4
11. Tijdsduur dat de tuinverlichting brandt	3	6	6	6
12. Tijdsduur dat de computer wordt gebruikt	2	9	10	0
13. Tijdsduur dat airconditioning wordt gebruikt	0	0	1	20
	Minder vaak	Even vaak	Vaker	N.v.t.
14. Hoe vaak men de douche gebruikt	0	17	4	0
15. Hoe vaak er zelf wordt gekookt	1	19	1	0
16. Hoe vaak het koffiezetapparaat wordt gebruikt	2	14	5	0
17. Hoe vaak er een was wordt gedaan in de machine	2	15	4	0
18. Hoe vaak de verwarming lager wordt gezet bij afwezigheid	10	7	1	0
19. Hoe vaak men in bad gaat	2	10	4	5
20. Hoe vaak de magnetron wordt gebruikt	2	15	4	0
21. Hoe vaak de vaatwasser wordt gebruikt	2	13	6	0
22. Hoe vaak de wasdroger wordt gebruikt	3	10	3	5
23. Hoe vaak de DVD-speler wordt gebruikt	3	16	2	0
	Minder	Even veel	Meer	N.v.t.
24. Aantal vertrekken dat tegelijk verwarmd wordt	3	6	12	0
25. Aantal gebruikte lichtpunten in de woning	2	12	7	0
26. Aantal spaarlampen in de woning	1	4	13	3
27. Aantal vliegvakanties dat er gemaakt worden	6	9	1	5
28. Aantal autoritten dat er gemaakt wordt voor recreatie	1	17	3	0
	Minder ver	Even ver	Verder	N.v.t.
29. Afstand autoritten voor het werk	4	7	7	3

N.B .gedraging nr. 29 in het overzicht op pagina 30 'Aantal personen dat de auto('s) bestuurt' is verwijderd uit de datasheet, omdat het antwoord bij alle cases hetzelfde was, namelijk 'even veel'.

Tabel 4 overzicht resultaten naar gedraging

Wanneer de resultaten nader bekeken worden valt op dat zes gedragingen eruit springen. Deze zijn 'Woonkamertemperatuur 's nachts in de winter', 'Tijdsduur dat de computer wordt gebruikt', 'Hoe vaak de verwarming lager wordt gezet bij afwezigheid', 'Aantal vertrekken dat tegelijk verwarmd wordt' en 'Aantal gebruikte lichtpunten in de woning' in combinatie met 'Aantal spaarlampen in de woning'. Hierbij valt op dat drie van deze zes gedragingen te maken hebben met het verwarmen van de woning. In hoeverre dit terug te leiden is naar directe reboundeffecten

is moeilijk te zeggen. Bij sommige systemen van tegenwoordig is het namelijk niet mogelijk bepaalde instellingen handmatig te veranderen of is er overal lage-temperatuur verwarming (vloer en/of wandverwarming) aanwezig. De keuzevrijheid wordt hier dus beperkt. De tijdsduur dat de computer wordt gebruikt kan tevens verklaard worden door een andere oorzaak. Het internet wordt steeds belangrijker voor onze maatschappij en het gebruik ervan neemt alleen maar toe. Het is logisch dat het computergebruik daardoor ook toeneemt. Tot slot, in sommige gevallen is zowel het aantal lichtpunten als het aantal spaarlampen gestegen wat een toename in het elektriciteitsverbruik als gevolg heeft.

Gedraging	Netto verschil
2. Woonkamertemperatuur 's nachts in de winter	14
26. Aantal spaarlampen in de woning	12
24. Aantal vertrekken dat tegelijk verwarmd wordt	9
18. Hoe vaak de verwarming lager wordt gezet bij afwezigheid	9
12. Tijdsduur dat de computer wordt gebruikt	8
25. Aantal gebruikte lichtpunten in de woning	5
5. Tijdsduur dat er gedoucht wordt (d.w.z. van alle bewoners opgeteld)	4
14. Hoe vaak men de douche gebruikt	4
21. Hoe vaak de vaatwasser wordt gebruikt	4
1. Woonkamertemperatuur overdag in de winter	3
8. Tijdsduur dat de tv aan staat	3
10. Tijdsduur dat er speciale lampen voor veiligheid aan zijn (buitendeur, overloop, etc.)	3
11. Tijdsduur dat de tuinverlichting brandt	3
16. Hoe vaak het koffiezetapparaat wordt gebruikt	3
29. Afstand autoritten voor het werk	3
17. Hoe vaak er een was wordt gedaan in de machine	2
19. Hoe vaak men in bad gaat	2
20. Hoe vaak de magnetron wordt gebruikt	2
28. Aantal autoritten dat er gemaakt wordt voor recreatie	2
9. Tijdsduur dat apparaten op stand-by staan (tv, computer, dvd, etc.)	1
13. Tijdsduur dat airconditioning wordt gebruikt	1
15. Hoe vaak er zelf wordt gekookt	0
22. Hoe vaak de wasdroger wordt gebruikt	0
3. De temperatuur waarop de was wordt gedaan in de machine	-1
4. De Temperatuur van het waterbed	-1
6. Tijdsduur dat de verlichting in huis aan is	-1
23. Hoe vaak de DVD-speler wordt gebruikt	-1
7. Tijdsduur dat er verlichting aan is bij afwezigheid	-4
27. Aantal vliegvakanties dat er gemaakt worden	-5

Tabel 5 rangorde naar gedragingen

Om duidelijkere uitspraken te kunnen doen over de aanwezigheid van directe reboundeffecten is het belangrijk om de tweede met de vierde kolom van tabel 4 met elkaar te vergelijken. Immers, wanneer blijkt dat een toename in het verbruik door gedragingen wordt opgeheven door een afname in het verbruik door gedragingen, dan is het netto effect nul. Er is een rangorde van de gedragingen gemaakt, waarbij kolom twee met kolom vier vergeleken zijn en het netto verschil is aangegeven (zie tabel 5).

Tabel 5 laat zien dat er een positief nettoverschil is bij 21 van de 29 gedragingen. Zoals eerder genoemd, zijn er voor sommige gedragingen andere oorzaken aan te wijzen, maar voor het grootste deel van de gedragingen kan gesteld worden dat directe reboundeffecten hier aanwezig zouden kunnen zijn. Slechts bij enkele gedragingen lijken meer huishoudens geneigd te zijn om deze gedragingen minder lang of minder vaak uit te voeren. De tabel laat tevens zien dat gedragingen op het gebied van water, zoals de tijdsduur die er gedoucht wordt vaak toenemen. Wanneer het netto verschil over alle gedragingen wordt bekeken dan blijkt hier ook een positief verschil (netto verschil is 84) te zijn. Dit geeft tevens aan dat de aanwezigheid van directe reboundeffecten aannemelijk is.

Om een beter inzicht te verkrijgen hoe de gedragingen zich verhouden per gezin is er een indeling naar klassen van huishoudens gemaakt. Omdat reboundeffecten alleen aanwezig kunnen zijn wanneer er een toename is in het verbruik als gevolg van de gedragingen is alleen hier een onderscheid naar gemaakt. Er was maar één geval waarbij er geen enkele gedraging uitgevoerd was waardoor een toename in het verbruik kon ontstaan. De indeling naar klassen is weergegeven in tabel 6.

Klasse		Aantal huish.
I	Huishoudens met een toename in het verbruik door 1 - 5 gedragingen	10
II	Huishoudens met een toename in het verbruik door 6 - 10 gedragingen	7
III	Huishoudens met een toename in het verbruik door 11- 15 gedragingen	2
IV	Huishoudens met een toename in het verbruik door meer dan 15 gedragingen	1

Tabel 6 Indeling naar huishoudens voor gedragingen

De tabel laat zien dat de meeste huishoudens in de eerste klasse vallen, maar ook dat er een groot aantal huishoudens in de tweede klasse vallen. Het gemiddelde aantal ligt bovendien op 6 gedragingen per huishouden. Deze resultaten kunnen weliswaar niet concreet aangeven of er sprake is van directe reboundeffecten, maar laten wel zien dat de aanwezigheid ervan aannemelijk is.

4.6 Aanwijzingen voor de aanwezigheid van indirecte reboundeffecten

Om aanwijzingen voor indirecte reboundeffecten te vinden, is er onderzoek gedaan naar de aankoop van producten die tot een toename in het verbruik kunnen leiden. In tabel 7* is een overzicht naar aankopen gemaakt. Wanneer een product vervangen is, dan is dit geen reboundeffect. Het vervangen van oude apparaten is namelijk een natuurlijk proces.

De top 3 van aankopen is in het blauw aangegeven. Deze zijn de aankoop van LCD/LED of plasma tv('s), een aparte vrieskist en tuinverlichting. Zoals eerder aangegeven, is het niet mogelijk om concreet te stellen dat de resultaten duiden op de aanwezigheid van indirecte reboundeffecten. LCD, LED en plasma tv's zijn momenteel erg populair. De kans is daarom groot dat men ook zo'n tv gekocht had wanneer men niet verhuisd was. Deze aankoop kan tevens om deze reden niet

duidelijk als indirect reboundeffect beschouwd worden. Zou deze aankoop alleen mogelijk zijn doordat men een lagere energierekening verwacht door het verhuizen naar de laag-energiewoning, dan zou dit daarentegen wel een indirect reboundeffect zijn. Voor een aparte vrieskist is het echter moeilijker om redenen te vinden die deze aankoop kunnen verklaren. Hierdoor wordt het aannemelijker dat hier sprake is van een indirect reboundeffect.

Voor de tuinverlichting zou het ontbreken van een tuin bij de vorige woning een verklaring zijn waarom men geen tuinverlichting had. Na nadere analyse van de cases blijkt echter dat hier maar in één geval sprake van kan zijn, omdat dit huishouden verhuisd is vanuit een etagewoning en daarom geen tuin had. Voor de overige cases mag er van uitgegaan worden dat er een tuin aanwezig was, omdat het allemaal grondgebonden woningen waren. Hoewel de mogelijkheid voor tuinverlichting er was in de vorige woning, is deze nooit aangeschaft. Pas na het verhuizen is er besloten om in de nieuwe woning wel tuinverlichting te plaatsen. Dit zou kunnen duiden op een indirect reboundeffect.

Aankoop	Niet in vorige woning aanwezig, maar nu wel	Nu een of meer extra	Is vervangen
1. LCD/LED/plasma tv	9	1	1
2. Surround systeem	1	0	0
3. Spelcomputer	4	0	1
4. Magnetron	2	0	13
5. Wasdroger of was/droogcombinatie	0	0	8
5. Aparte vrieskist	7	0	0
6. Mobiele Airco	1	0	0
7. Tuinverlichting	5	0	7
8. Auto	0	0	5

**In het overzicht van de aankopen op pagina 31 maakten een waterbed en een vaste airconditioning ook deel uit van deze lijst, maar deze werden in geen van de gevallen aangekocht en zijn daarom uit de datasheet verwijderd.*

Tabel 7 Overzicht resultaten aankopen

Ook voor de indirecte reboundeffecten is er een overzicht naar huishoudens gemaakt (zie tabel 8). Bij de aankoop van producten zijn de producten die vervangen zijn niet meegenomen. De tabel laat zien dat de grootste groep wordt gevormd door huishoudens die 2 of meer aankopen hebben gedaan. Dit is een aanzienlijk aantal en maakt de aanwezigheid van indirecte reboundeffecten onder huishoudens aannemelijk. Het gemiddelde ligt op 1,6 aankoop per huishouden.

Aantal aankopen	Aantal huishoudens
Geen aankoop van producten	6
Aankoop van 1 product	6
Aankoop van 2 producten of meer	9

Tabel 8 Indeling naar huishoudens voor aankopen

4.7 Subconclusies resultaten

Bij gedragingen op het gebied van verwarmen lijkt de aanwezigheid van reboundeffecten waarschijnlijk. Voor het gebruik van de computer en het gebruik van spaarlampen in combinatie met het aantal lichtpunten lijkt dit tevens aannemelijk. Er zijn echter andere oorzaken aan te wijzen die een toename in de gedragingen op het gebied van verwarmen en het gebruik van de computer kunnen verklaren.

Verder is er een positief netto verschil voor 21 van de 29 gedragingen gevonden met een toename in het verbruik als gevolg en lijken huishoudens gemiddeld 6 gedragingen te doen die tot een toename in het energiegebruik kunnen leiden. Hoewel het niet met zekerheid is te zeggen, lijken de resultaten op een gedragsverandering te wijzen bij mensen die verhuizen naar een laag-energiewoning en maakt de aanwezigheid van directe reboundeffecten aannemelijk.

Voor indirecte reboundeffecten laten de resultaten zien dat er in ieder geval energiegerelateerde aankopen worden gedaan die tot een toename in het verbruik kunnen leiden. Hoewel er voor sommige aankopen andere oorzaken voor de aanschaf hiervan zijn aan te wijzen, is het aannemelijk dat er sprake is van indirecte reboundeffecten. Dat de meeste huishoudens 2 of meer aankopen hebben gedaan, duidt tevens op een redelijke aanwezigheid van indirecte reboundeffecten.

5. MAATREGELEN OM REBOUNDEFFECTEN TE BEPERKEN

Het reboundeffect is een verschijnsel dat niet makkelijk op te lossen lijkt. Dit komt doordat de huidige maatschappij nog steeds voor een heel groot deel afhankelijk is van fossiele brandstoffen. Geld dat eventueel beschikbaar komt door energiebesparingen zal hoogstwaarschijnlijk weer in de economie terugkeren op een manier die direct of indirect gekoppeld is aan energie. Dit maakt het aannemelijk dat reboundeffecten er altijd zullen zijn wanneer energie afkomstig blijft van fossiele brandstoffen. Het is echter belangrijk om het reboundeffect te beperken, zodat de impact op het milieu in ieder geval minder wordt en de transitie om over te stappen op hernieuwbare bronnen op tijd kan worden uitgevoerd (Decker, 2007).

Om het reboundeffect te beperken is het ten eerste belangrijk dat het effect onder de aandacht wordt gebracht. De meeste mensen hebben nog nooit van het reboundeffect gehoord. Wanneer men zich niet van het probleem bewust is, dan kan men het ook niet oplossen. De overheid zou het initiatief moeten nemen door bijvoorbeeld een campagne te starten. Energiemaatschappijen zouden tevens stappen kunnen ondernemen.

Verder krijgen de meeste mensen te weinig feedback op hun energiegebruik. Uit onderzoek is gebleken dat elektronische feedback op het energiegebruik in combinatie met vooraf gestelde doelen tot besparingen in het gas-, water- en elektriciteitsverbruik kan leiden (Agentschap NL, 2010). Door deze feedback wordt men zich meer bewust van het gedrag, waardoor directe reboundeffecten eventueel beperkt kunnen worden.

Bovenstaande maatregelen behoeven een actieve rol van de bewoners. Wanneer men in mindere mate is geïnteresseerd in een beter milieu, dan zullen deze maatregelen niet het gewenste effect hebben. Om ook deze mensen te stimuleren zijn er andere en hardere maatregelen vereist.

De meest voor de hand liggende maatregel is dan energiebelasting. Wackernagel & Rees (1997) stellen dat de opbrengsten uit energie-efficiëntie belast moeten worden om deze zodoende uit verdere economische circulatie te nemen. Deze belastinggelden kunnen dan gebruikt worden om te investeren in duurzame ontwikkeling en hernieuwbare bronnen. Een andere manier is om pas belasting te heffen wanneer er over een vantevoren vastgesteld energiegebruik wordt heengegaan. Men zou kunnen berekenen wat voor energiegebruik 'normaal' zou zijn voor de laag-energiewoning op basis van de samenstelling van het huishouden etc. Wanneer meer energie gebruikt wordt, dan moet men hier belasting over betalen. De gedachte hierachter is dat hoe meer men moet betalen, hoe noodzakelijker het wordt om er rekening mee te houden. Op deze twee manieren van belasting heffen wordt goed gedrag van de bewoners echter bestraft. Mensen die namelijk niet in een laag-energiewoning wonen, kunnen dan ongestraft meer energie blijven gebruiken.

Een mogelijkheid om indirecte reboundeffecten te beperken is door mensen te stimuleren om geld dat bespaard wordt door verbeteringen in energie-efficiëntie te besteden aan het kopen van milieuvriendelijkere producten. Het is echter erg moeilijk tot onmogelijk om dit te kunnen controleren.

Tot slot, een manier om het directe en indirecte reboundeffect te beperken, is door het gespaarde geld op de energielasten te besteden aan zaken die niet energie gerelateerd zijn. Vaak zijn de meeste zaken echter indirect verbonden met energie, maar men zou het bespaarde geld op een aparte rekening kunnen zetten en dit kunnen gebruiken voor de studie van de kinderen.

6. CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN

Het doel van dit onderzoek was het aantonen van de aanwezigheid van reboundeffecten, deze eventueel in kaart te brengen en daar maatregelen tegen te formuleren. Bij dit onderzoek zijn er echter een aantal onbruikbare resultaten gevonden voor het besteedbaar inkomen, het verschil in energielasten en het verschil in het gas- en elektriciteitsverbruik die ervoor zorgen dat er minder harde uitspraken over de aanwezigheid van reboundeffecten en de grootte daarvan gedaan kunnen worden.

Ondanks de beperkte respons en het feit dat er enkele variabelen niet meegenomen, kan dit onderzoek wel aanwijzingen proberen te vinden voor de aanwezigheid van reboundeffecten onder bewoners van laag-energiewoningen in Nederland.

De resultaten laten zien dat de gedragingen op het gebied van verwarmen al gauw tot een toename in het verbruik kunnen leiden, maar daar zijn ook andere oorzaken voor aan te wijzen zoals die zijn aangegeven in paragraaf 4.5. Er is een positief netto verschil voor 21 van de 29 gedragingen gevonden. Dit houdt dat er in de meeste gevallen de gedraging tot een toename in het verbruik leidt. Slechts enkele gedragingen lijken tot een afname in het verbruik te leiden. Wanneer het netto verschil over alle gedragingen wordt bekeken dan blijkt hier ook een positief verschil (netto verschil is 84) te zijn. Verder lijkt een huishouden gemiddeld 6 gedragingen te doen die tot een toename in het verbruik leiden. Hoewel het niet met zekerheid is te zeggen, lijkt er dus wel een gedragsverandering op te treden bij mensen die verhuizen naar een laag-energiewoning en maakt de aanwezigheid van directe reboundeffecten aannemelijk.

Voor indirecte reboundeffecten laten de resultaten zien dat er in ieder geval energiegerelateerde aankopen worden gedaan die tot een toename in het verbruik kunnen leiden. Voor sommigen zijn er andere oorzaken voor de aanschaf hiervan aan te wijzen, maar voor de aanschaf van een aparte vrieskist en tuinverlichting is het aannemelijk dat er sprake is van indirecte reboundeffecten. De grootste groep wordt gevormd door huishoudens die 2 of meer aankopen hebben gedaan. Ook dit duidt op een redelijke aanwezigheid van indirecte reboundeffecten.

De aanwezigheid van reboundeffecten lijkt aannemelijk en maatregelen om het effect te beperken zijn dan ook vereist. Als eerste zal het reboundeffect onder de aandacht gebracht moeten worden, omdat veel mensen niet bekend zijn met het reboundeffect en wat de gevolgen ervan zijn. Vervolgens zou feedback op het energiegebruik het gevaar voor directe reboundeffecten kunnen beperken. Dit gebeurt dan echter op vrijwillige basis. Energiebelasting is een hardere maatregel, maar dit zou ervoor zorgen dat goed gedrag bestraft wordt en de drang om energie te besparen minder wordt. Duidelijke maatregelen om het reboundeffect te beperken zijn nog niet voorhanden en zijn moeilijk te formuleren.

Zoals eerder vermeld, waren er een aantal onbruikbare resultaten die ertoe hebben geleid dat er minder harde uitspraken gedaan konden worden over de aanwezigheid en grootte van reboundeffecten. Ten eerste, doordat er bij dit onderzoek niet goed gemeten is hoe groot de verruiming van het besteedbaar inkomen was, kunnen er geen concrete uitspraken worden gedaan of een toename in gedragingen of aankopen duidt op klassieke reboundeffecten. Ten tweede is het niet mogelijk om uitspraken te doen over de grootte van directe en indirecte reboundeffecten doordat het verschil in energielasten niet goed gemeten kon worden. In aantallen lijken de indirecte reboundeffecten in ieder geval kleiner te zijn dan directe reboundeffecten. Dit is misschien te verklaren doordat het aanschaffen van producten een meer directe uitwerking heeft op het besteedbaar inkomen. Een product dient namelijk meteen afgerekend te worden en dit wordt vervolgens direct van de rekening afgeschreven. Oftewel, men weet wat de directe gevolgen zijn voor de portemonnee en merkt dit ook meteen. Van

gedragingen kan men zich minder bewust zijn, omdat men niet precies weet wat de gevolgen hiervan zijn. Wanneer men besluit iets langer te douchen, dan ziet men pas aan het eind van het jaar wat het gekost heeft. Als laatste waren er twee externe invloeden (geen gasaansluiting en de aanwezigheid van een warmtepomp) die ervoor hebben gezorgd dat de data over het verbruik niet gebruikt konden worden om de aanwezigheid van directe reboundeffecten te valideren.

Om bij een vervolgonderzoek meer duidelijke en concrete uitspraken te kunnen doen over de aanwezigheid en grootte van reboundeffecten dient ervoor gezorgd te worden dat de bovengenoemde fouten in het onderzoek voorkomen worden. Hiervoor dienen op de eerste plaats concrete gegevens over de hoogte van het inkomen en de woonlasten (hypotheek/huur, OZB, verzekeringen etc.) beschikbaar te zijn, omdat het alleen op deze wijze mogelijk is om aan te tonen of er een verruiming van het te besteden bedrag na aftrek van alle lasten heeft plaatsgevonden en zodoende reboundeffecten kunnen ontstaan. Daarnaast moet de verwachte besparing als gevolg van het verhuizen naar de laag-energiewoning voor iedere case afzonderlijk bekend zijn. Medewerking van de bewoners is hierbij een vereiste.

Op de tweede plaats dient er tevens rekening te worden gehouden met factoren op het gebied van de hoogte van de energielasten. Het verschil in de energielasten kan door een aantal factoren beïnvloed worden. Men kan namelijk besluiten om over te stappen naar een andere energiemaatschappij. Bovendien zijn de energieprijzen onderhevig aan prijsveranderingen en is het mogelijk dat mensen subsidies aanvragen. Deze factoren dienen voor iedere case nauwkeurig in kaart gebracht te worden, zodat daar vervolgens voor gecorrigeerd kan worden.

Op de derde en laatste plaats is het belangrijk om externe invloeden die het gas- en elektriciteitsverbruik kunnen verstoren in kaart te brengen en hiervoor te corrigeren, zodat het verbruik dat ontstaat als een verandering in het gedrag van de bewoners geïsoleerd kan worden van de rest.

Vanwege de vele factoren die op de aanwezigheid van reboundeffecten van invloed kunnen zijn en omdat deze effecten bovendien veroorzaakt worden door menselijk gedrag is het aantonen ervan een moeilijke opgave. Om de aanwezigheid van directe en indirecte reboundeffecten concreet aan te kunnen tonen, is er een longitudinaal onderzoek van een aantal jaren vereist waarbij het gedrag, verbruik en bestedingspatroon van de bewoners nauwkeurig gevolgd worden door intensieve monitoring.

Een ander punt van aandacht is dat de groep ondervraagden vooral uit eigenaar-bewoners (eigenaars van koopwoningen) en huurders in de particuliere sector bestond. Deze worden gekenmerkt door de midden en hoge inkomens. Voor huishoudens met lage inkomens die zich vooral op de sociale woningmarkt bevinden, kunnen andere resultaten verkregen worden en dient er nog onderzoek gedaan te worden.

Tot slot, vooralsnog zijn er geen maatregelen die het reboundeffect kunnen beperken. Onderzoek is vereist naar maatregelen die ervoor zorgen dat geld dat bespaard wordt op energie terugkomt in de economie op een manier waardoor het energiegebruik van fossiele brandstoffen niet toeneemt. Reboundeffecten zullen namelijk waarschijnlijk altijd aanwezig zijn zolang er gebruik gemaakt wordt van fossiele brandstoffen. Immers, zou onze energie uit hernieuwbare bronnen komen, dan zou een toename in het energiegebruik niet schadelijk zijn voor het milieu.

SUMMARY

INTRODUCTION

It is clear that it is necessary to decrease the emission of carbon dioxide, but one of the problems is that the future demand for energy will increase (i.e. through the increase in wealth in China). To create a better environment and to meet the future energy demand the so-called 'Trias Energetica' model has been designed. This model describes three important steps (see figure 1).

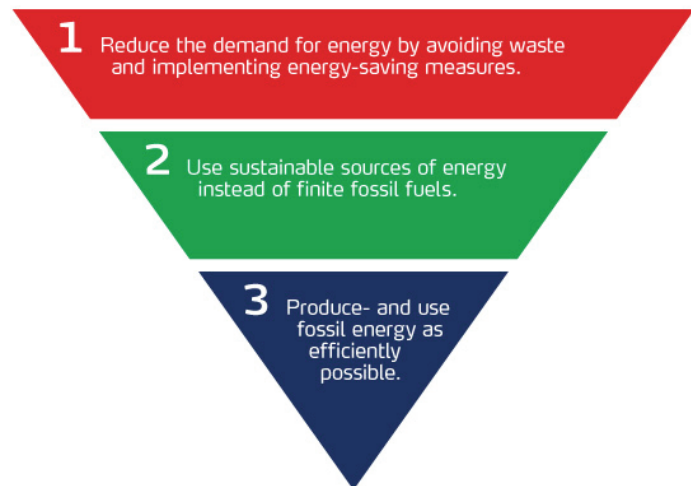


Figure 1: Model of 'Trias Energetica'.

Step 2 and 3, the use of sustainable sources instead of fossil fuels and using the fossil energy as efficiently as possible are necessary, but reducing the energy demand (step 1) is probably the most important because the planet won't be able to cope with the energy demand if this will continue to increase so rapidly.

One of the ways to reduce the energy demand is by making more energy efficient products and making the production process more energy efficient. Energy efficiency may lower the use of energy. However, William Stanley Jevons showed that energy efficiency can also lead to an increase in energy consumption because of the lower production costs. Expected savings are (partially) taken back by higher energy consumption so that the real savings are lower. This is the so-called 'rebound effect' or 'take-back effect'. It is possible to find indications for this effect by examining behavioural actions and purchases of consumers.

GOAL AND PROBLEM

Goal

The goal of this research is as follow:

'To gain insight in possible rebound effects among residents due to a lower energy bill and to suggest possible measures to reduce this effect'

Problem

The corresponding problem of this research is as follow:

'Which rebound effects occur among residents due to a lower energy and which measures can be taken to reduce this effect?'

MODEL AND RESEARCH QUESTIONS

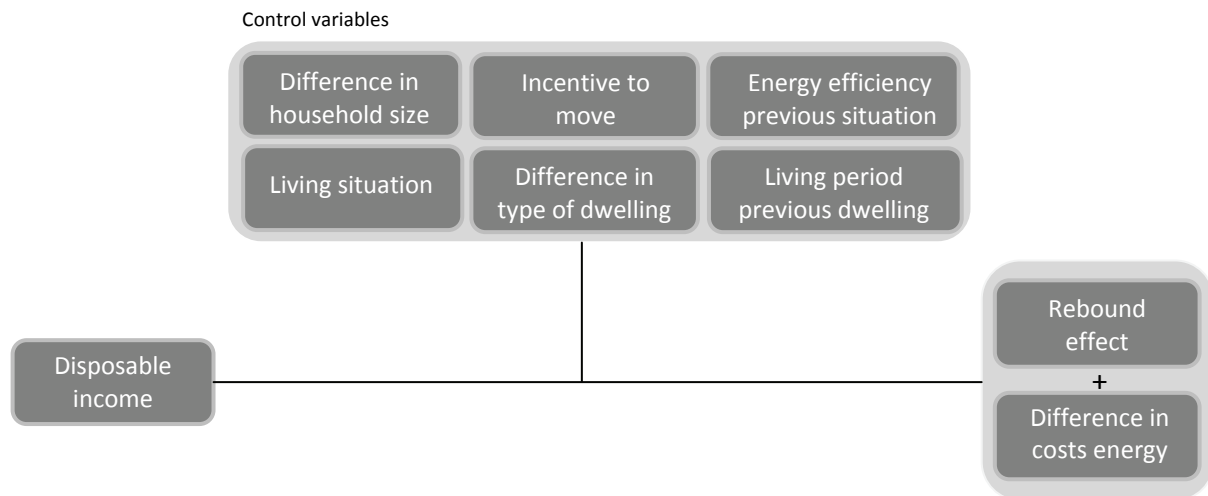


Figure 2: Model

The model illustrates the primary en secondary research questions:

- What is the rebound effect and what consequences does it have for society?
 - What is the rebound effect?
 - What is the expected size of rebound effects?
 - Which measures can be taken to reduce the rebound effects?
- What is the connection between the disposable income and rebound effects?
- Which control variables have to be taken into account to find indications of possible rebound effects (e.g. the role of household size, motives to save energy, and dwelling situations)?
- What is the relation between lower energy costs and the presence of rebound effects?

LITERARY STUDY

Reducing the energy demand in relation to consumer behaviour

There are different ways to reduce energy demand. Technologic developments and innovation are very important but economic and political measures are also needed. In addition, a change in consumer behaviour will be necessary.

Technological development and innovation

Renewable energy sources are one of the technological developments that can reduce the energy demand of fossil fuels. Biomass, wind and solar energy will become important in the future, with solar energy having the largest potential. A transition of fossil fuels to renewable sources should be possible before 2050. It is important that the transition of fossil fuels to renewable sources soon takes place because fossil fuels are running out.

Another technological development that can reduce the demand for energy is by making the production process and the products more energy efficient and making more energy efficient products. This should lead to energy savings, but only when the demand remains constant. If the demand increases potential energy savings due to the energy efficiency will not be effective.

Economic and political measures

Another way to reduce the demand for energy is the use of economic and political measures. People tend to use or buy less when it becomes more expensive. In the Netherlands prices of energy have increased rapidly the last years and it is expected that they will continue to do so. Besides taxes it's also possible to subsidize certain actions or measures that consumers can initiate to reduce the demand for energy.

Consumer behaviour

Research has shown that there is a large variation in the energy use of households of similar dwellings due to the lifestyle of the occupants. So the human factor will always play a role in realizing a better environment. Research has also shown that consumer behaviour in the Netherlands has not changed very much during the last years. The intention is there but there is a lack of will power.

Energy efficiency could save money. But these savings may then be used to buy products and/or services that are more energy intensive or to behavioural changes which will lead to an increase in the energy use. In the literature this is called the 'rebound effect' or 'take back effect'.

Types and indicators of rebound effects

Usually a rebound effect is measured as a percentage of the ratio between the expected and real savings. If the rebound effect is 100% or larger then it is called 'backfire'.

A distinction can be made between:

- *Direct rebound effects:* These effects are the increase in the use of a product or service due to the desire of consumers to use more of a product or service when it becomes cheaper;
- *Indirect rebound effects:* These effects are an increase of the purchase of goods and services due to an increase in the disposable income;
- *Economy wide effects:* These effects are the consequence of the direct and indirect rebound effects that can lead to changes in multiple sectors of the economy (these are excluded in this research).

Direct rebound effects are indicated by behavioural actions of consumers such as driving more kilometres and heating more rooms simultaneously.

The presence of indirect rebound effects can be demonstrated by looking at the purchases of goods and services that can lead to a possible increase in the energy use (i.e. the purchase of a waterbed or a dryer).

Expected size of rebound effects

The opinions about the size of rebound effects vary widely. Evidence for direct rebound effects can be found through evaluation, econometric and sector specific studies. Evaluation studies are confined to personal transport, heating and cooling because relevant data in other sectors are often unavailable. According to these studies the size of direct rebound effects is estimated to be between 0 – 30%. The estimates in econometric studies on personal transport by car vary from 20 – 35% for the short term to 80 – 85% for the longer term. Sector specific studies estimate a direct rebound effect between 0 – 50% for heating, cooling, lighting and transport but these studies are largely confined to the United States. Because this research meets with a number of methodological difficulties the results are not always reliable.

Evidence for indirect rebound effects is even scarcer because of the amount of research that has been done. Therefore it is not possible to do statements about the size of indirect rebound effects.

RESEARCH DESIGN

For accurate statements about the presence and size of rebound effects a longitudinal research would be required, but because of the timeframe this was not possible. However, it is possible to examine possible indications for the presence of rebound effects. To find these indications, situations can be studied that involve a potentially high decrease of energy costs, e.g. after a move from a normal house to an energy efficient dwelling. Differences in consumer behaviour or purchases that may indicate rebound effects should be most obvious in this situation.

Therefore a sample was taken from the population of occupants of low energy dwellings in the Netherlands. These households were asked to take part in a survey which could be filled in on paper or on the internet.

Participants were households of energy low dwellings of 'In Goede aarde' in Boxtel and in the district 'Schoenmakershoek' in Etten-Leur. The total households approached were 450, of which 90 of the project at Boxtel and 360 of the district at Etten-Leur. The response was 12% (54 households). This fairly low response rate is due to the summer holidays but the planning did not allow a different time schedule.

RESULTS

Usability of variables

Some of the variables proved to be unsuitable for further analysis. Questions about income and energy costs seemed to have been interpreted in different ways and the size of energy bills or the amounts of energy used were unreliable. Some households switched energy providers, most households were no longer connected to the gas network, and in all cases a heat pump that constantly using electricity.

After removing cases that were unfit in view of the control variables (e.g. an increase in household size or a former dwelling situation that was also energy efficient so that the difference with the new situation was too small) 21 out of 54 cases remain for further analyses.

Direct rebound effects

To show the presence of direct rebound effects behavioural actions of occupants of low energy dwellings are used as indicator.

The results show that 3 of the top 5 behavioural actions that lead to an increase in the energy use concern heating. These are 'living room temperature during the night in the winter', 'how often the heating is turned down in case of absence' and 'number of rooms that are heated simultaneously'. In some cases this increase can be attributed to the system itself (e.g. some systems and dwellings make it impossible to differentiate the temperatures of separate rooms).

When comparing the number of actions per household that are potentially decreasing energy use to those that are potentially increasing that use, it is shown that the presence of direct rebound effects is likely (21 out of 29 actions indicate a rise).

In a classification of behavioural all actions per household most households indicate 1 – 5 behavioural actions that lead to an increase in the energy use.

Indirect rebound effects

To find indications for the presence of indirect rebound effects purchases that can lead to an increase in the energy use were used as indicators. The top 3 consists of the purchase of a separate freezer/cabinet and lighting for the garden. The purchase of a LCD/LED or plasma TV is not very indicative because this can be explained by the fact that these are popular at the moment.

For the indirect rebound effects a classification of households shows that most had two or more purchases. These results indicate that the presence of indirect rebound effects is also likely.

MEASURES TO REDUCE THE REBOUND EFFECT

A first and necessary condition to reduce the rebound effect is that people should become aware of the problem because most people don't know what the effect is. Governments should take the initiative. People also get too little feedback on their energy use. It has already been established that electronic feedback can lead to energy savings.

It is also possible to tax the gains that are obtained due to improvements in energy efficiency. This money can then be invested in sustainable development and the use of renewable sources. Another way is to tax only when there is more energy used than is been determined in advance. But these tax measures could be problematic because they in fact seem to 'punish' good behaviour (saving energy).

Furthermore, people could be stimulated to only buy energy efficient products from money that is obtained as a result of energy savings. However, in reality this is difficult to realize and should also mean that the privacy of consumers will be harmed. In summary, this problem is very hard to counteract and it will need much study and further discussion.

CONCLUSIONS AND RECOMMENDATIONS

The goal of the research was to find indications for the presence of rebound effects and to formulate possible measures to reduce this effect. The available data show that the presence of direct rebound effects among occupants of low energy dwellings is likely. Statements on the size of the effects are not possible because of the design (a longitudinal design would have been necessary but this was impossible to realize, and some of the variables proved to be unreliable).

Most of the behavioural actions that can lead to an increase in the energy use concern heating behaviour. Indirect rebound effects are also indicated.

In case of a follow-up study a longitudinal design and concrete data about the disposable income, the difference in energy costs and the difference in the use of gas and electricity are required. Long-term cooperation of the occupants will be necessary.

In future research a larger sample and different populations may be needed (e.g. also dwellings in which the energy use is not influenced by heat pumps).

Another point of attention is that the sample consisted out of home owners or tenants in the private sector that are characterized by middle or high incomes. Research in the social sector and people with lower incomes is also needed.

Finally, if rebound effects are present and their size is relevant, measures need to be taken. Although there are some suggestions for measures that can reduce rebound effects, they all have disadvantages. Most important is that measures have to ensure that money saved on energy does not lead to an increase in the energy use generated by fossil fuels.

LITERATUURLIJST

- Agentschap NL (2010). *De effectiviteit van elektronische feedback op het energie- en waterverbruik*. Publicatienummer 2KPGA1005. Geraadpleegd op 12 september 2010 http://www.senternovem.nl/mmfiles/Factsheet%20De%20effectiviteit%20van%20elektronische%20feedback%20op%20energie-%20en%20waterverbruik_tcm24-289731.pdf
- Alfredsson, E. C. (2004). Green' consumption - no solution for climate change. *Energy*, 29, 513-24.
- Berkhout, P.H.G., Muskens, J.C., Velthuisen, J.W. (2000). Defining the rebound effect. *Energy Policy*, 28, 425-432.
- Binswanger, M. (2001). Technological progress and sustainable development: what about the rebound effect? *Ecological Economics*, 36(1), 119-132.
- Brännlund, R., Ghalwash, T., Nordström, J. (2005). Increased energy efficiency and the rebound effect: Effects on consumption and emissions. *Energy Economics*, 29, 1-17.
- Breukers, S., Heiskanen, E., Mourik, R.M., Bauknecht, D., Hodson, M., Barabanova, Y....Vadovics, E. (2009). *Chaning behavior_Deliverable 5_Interaction for successful energy demand side management. Building blocks for a practicable and conceptual framework*. Geraadpleegd op 16 mei <http://www.energychange.info/deliverables>
- Carlsson-Kayama, A., Engström, R., Kok, R. (2005). Indirect and direct energy requirements of city households in Sweden. *Journal of industrial ecology*, 9 (1-2), 221-235.
- Centraal Bureau voor de Statistiek (2010). Geraadpleegd op 14 mei 2010 <http://statline.cbs.nl/StatWeb/publication/?DM=SLNL&PA=37359&D1=0,16-20&D2=20,25,30,35,40,45,50,55,60,I&HDR=T&STB=G1&VW=T> 11 mei 2010
- Cohen, M., Murphy, J. (2001). *Exploring sustainable consumption: environmental policy and the social sciences*. Oxford: Pergamon Press.
- Decker, de K. (2007). *Vals licht: een spaarlamp spaart geen energie*. Geraadpleegd op 1 oktober 2010, <http://www.lowtechmagazine.be/2007/11/vals-licht.html>.
- Dimitripoulos, J. (2007). Energy productivity improvements and the rebound effect: An overview of the state of knowledge. *Energy Policy*, 35, 6354-6363.
- Dimitropoulos, J., Sorrell, S. 2006. The rebound effect: micro-economic definitions, limitations and extensions. UKERC Working Papers, SPRU, University of Sussex.
- Europadecentraal (2010). Geraadpleegd op 10 juni 2010 http://www.europadecentraal.nl/menu/779/Hernieuwbare_energiebronnen.html.
- Europese Unie (2009). *Richtlijn ter bevordering van het gebruik van energie uit hernieuwbare bronnen*. Richtlijn 2009/28/EG van het Europees parlement en de raad, 23 april 2009.
- Espey, J. A., Espey M. (2004). 'Turning on the lights: a meta-analysis of residential electricity demand elasticities', *Journal of Agricultural and Applied Economics*, 36(1), 65-81.
- Feist, W. (1996), Life-cycle energy balances compared: low energy house, passive house, selfsufficient house, *Proceedings of the International Symposium of CIB W67*, Wenen, Oostenrijk.
- Frondel, M. (2004). Empirical assessment of energy price policies: the case for cross price elasticities. *Energy Policy*, 32, 989-1000.
- Fygi, K. (2007). *'Verleid consument om milieubewuster te gaan leven'*. Geraadpleegd op 9 mei 2010 <http://www.molblog.nl/bericht/Verleid-consument-om-milieubewuster-te-gaan-leven/>

- Furbo, S. (2010). *Solar heating systems*. Presentatie op de faculteit Civiele techniek van de universiteit van Kopenhagen, 30 maart 2010.
- Greenpeace (2007). *Greenpeace en de Europese Raad Voor Hernieuwbare Energie formuleren antwoorden op de klimaatverandering*. Geraadpleegd op 15 maart 2010 http://www.greenpeace.org/belgium/nl/press/releases/energy_revolution
- Greening, L., Greene, D., Difilglio, C. (2000). Energy efficiency and consumption-the rebound effect-a survey. *Energy Policy*, 28 (6-7), 289-401.
- Grepperud, S. and I. Rasmussen, (2004). A general equilibrium assessment of rebound effects. *Energy Economics*, 26(2), 261-82.
- Hanley, N., McGregor P.G., Swales J.K., Turner K. (2005), 'Do increases in resource productivity improve environmental quality? Theory and evidence on rebound and backfire effects from an energy-economy-environment regional computable general equilibrium model of Scotland', Department of Economics, University of Strathclyde, Strathclyde.
- Hens, H., Parijs, W., Deurinck, M. (2009). Energy consumption for heating and rebound effects. *Energy and buildings*, 42, 105-110
- Herring, H., 2004. The rebound effect and energy conservation. In: Cleveland, C. (Ed.), *The Encyclopaedia of Energy*. Academic Press, Elsevier Science, New York, Amsterdam.
- Herring, H. (2006). Energy efficiency: a critical review. *Energy*, 31, 10-20.
- Herring, H., Roy, R. (2007). Technological innovation, energy efficient design and the rebound effect. *Technovation*, 27, 194-203.
- Jackson, T., Michaelis, L. (2003). *Policies for sustainable consumption*. Londen: Sustainable Development Commission
- Jalas, M. (2002). A time use perspective on the materials intensity of consumption. *Ecological Economics*, 41, 109-123.
- Jeeninga, H., Uytterlinde, M., Uitzinger, J. (2001). *Energieverbruik van energiezuinige woningen_Effecten van gedrag en besparingsmaatregelen op de spreiding in en op de hoogte van het reële energieverbruik*. (ECN-C—01-072). Geraadpleegd op <http://www.ecn.nl/publicaties/default.aspx?nr=ECN-C--01-072>
- Jevons, W.S. (1866). *The Coal Question: An inquiry concerning the progress of the nation, and the probable exhaustion of our coal-mines*. London, England: Macmillan and Co. First published 1865.
- Khazzoom, D.J. (1980). Economic implications for mandated efficiency in standards for household appliances. *The Energy Journal*, 1, 21-40.
- Madlener, R., Alcott, B. (2008). Energy rebound and economic growth: A review of the main issues and research needs. *Energy*, 34, 370-376.
- Melasniemi-Uutela, H. (1992): Energy use in single-family households in a cold climate. *Proceedings of the American Council for an Energy Efficient Economy 1992 Summer Study on Energy Efficiency in Buildings*. Washington DC: American Council for an Energy Efficient Economy.
- Milieucentraal.nl, (2010). Geraadpleegd op 12 april 2010 <http://www.milieucentraal.nl/pagina.aspx?onderwerp=apparaten>
- Mizobuchi, K. (2008). An empirical study on the rebound effect considering capital costs. *Energy Economics*, 30, 2486-2516
- Nibud (2009). *Energielastenbeschouwing_Verschillen in energielasten tussen huishoudens nader onderzocht*. Geraadpleegd op 10 mei 2010 <http://www.nibud.nl/over-het-nibud/actueel/onderzoeken/nieuws/nc/1/artikel/energielasten-als-onderdeel-van-woonlasten.html>

- Nulwoning.nl, (2010). Geraadpleegd op 12 februari 2010 <http://www.nulwoning.nl/>
- Rudin, A. (1999). *How improved efficiency harms the environment*. Geraadpleegd op 3 maart 2010 <http://home.earthlink.net/~andrewrudin/article.html>
- Rockwool.com, (2010). Geraadpleegd op 5 september 2010
http://www.google.nl/imgres?imgurl=http://www.rockwool.com/files/rockwool.com/Environment/TriasEnergetica.jpg&imgrefurl=http://www.rockwool.com/energy%2Befficiency/the%2Brole%2Bof%2Binsulation&usq=__6LONvm6sWEwUuLbKgDLvKARi5L8=&h=470&w=556&sz=112&hl=nl&start=3&zoom=1&um=1&itbs=1&tbnid=JtHpR8nH5vzhrM:&tbnh=112&tbnw=133&prev=/images%3Fq%3Dtrias%2Benergetica%26um%3D1%26hl%3Dnl%26sa%3DN%26ndsp%3D21%26tbs%3Disch:1
- Sachs, W. (1999). *Planet Dialects*. Londen: Zed Books
- Sartori, I., Hestnes A.G. (2007). 'Energy use in the life-cycle of conventional and low-energy buildings: a review article', *Energy and Buildings*, 39, 249-257.
- Saunders, H. (1992). The Khazzoom-Brookes Postulate and Neoclassical Growth. *The Energy Journal*, 13, 131-148.
- SenterNovem.nl, (2010). Geraadpleegd op 5 september 2010
http://www.senternovem.nl/duurzameenergie/DE-technieken/Energiebesparing_en_DEconcepten/Index.asp
- Sorrel, S. (2007). *The Rebound Effect: an assessment of the evidence for economy-wide energy savings from improved energy efficiency* (ISBN 1-903144-0-35).
- Sorrel, S., Dimitripoulos, J., Sommerville, M. (2009). Empirical estimates of the direct rebound effect: A review. *Energy Policy*, 37, 1356-1371.
- Takase, K., Kondo, Y., Washizu, A. (2005). An analysis of sustainable consumption by the waste input-output model. *Journal of Industrial Ecology*, 9 (1-2), 201-219.
- Uytterlinde, M.A., Ybema, J.R., Brink, R.W. van den, Rösler, H., Blom, F.J. (2007). *De belofte van een duurzame Europese energiehuishouding; Energievisie van ECN en NRG* (ECN-E-07-061). Geraadpleegd op 14 maart 2010
<http://www.ecn.nl/publicaties/default.aspx?nr=ECN-E-07-061>
- Vlek, C., Midden, C. (2008). *Duurzame ontwikkeling maakt gedragsverandering onvermijdelijk*. Geraadpleegd op 12 mei 2010
<http://www.energiegids.nl/publicaties/details.tiles?3323&doc=/content/energie/publicaties/nieuwsbladstroom/2008/02/nbs20080211.xml&toPath=/content/energie/publicaties/nieuwsblad-stroom/2008/02/>
- Vringer, K., Blok, K. (1995), The direct and indirect energy requirements of households in the Netherlands, *Energy Policy*, 23(10), 893-910.
- Wackernagel, M., Rees, W. (1997). *Our ecological footprint: reducing human impact on the earth*. Gabriola Island, BC, Canada: New Society Publishers
- Weiszacker, E., von Lovins, A., Lovins, H. (1997). *Factor Four: doubling wealth, halving resource*. Londen: Earthscan
- Winther, B. N., Hestnes A.G. (1999). 'Solar versus Green: the analysis of a Norwegian row house', *Solar Energy*, 66(6), 387-393.

BIJLAGEN

Bijlage A: Afgenomen enquête met frequenties

ENERGIE - ENQUÊTE

TU/e 2010

Energiegebruik in laag-energie woningen

Het invullen van de enquête kost ongeveer 15 minuten van uw tijd.

U kunt de enquête ook invullen via www.energiegebruik.tk

De gegevens worden strikt vertrouwelijk verwerkt.

Toelichting bij de vragenlijst

Leest u voordat u aan de vragenlijst begint, eerst deze uitleg.

De vragenlijst is bedoeld voor de hoofdbewoner(s) op dit adres. Als u alleen woont, bent u uiteraard de hoofdbewoner. Indien er meerdere hoofdbewoners zijn dan wordt u verzocht om de lijst samen in te vullen.

Hierna volgen twee voorbeeldvragen. U hoeft deze voorbeelden niet in te vullen.

Voorbeeld 1:

Geef uw antwoord door één van de hokjes aan te kruisen of in te vullen.

Woont u in een huurwoning?	☐ Ja	→ X 1
	☐ Nee	→ Y 1

In dit geval staan achter de antwoordmogelijkheden pijltjes. U wordt doorverwezen naar een bepaalde vraag. Als u "nee" heeft aangekruist gaat u door met vraag Y 1.

Als u "ja" heeft aangekruist gaat u door met vraag X 1.

In de meeste gevallen staan er geen doorverwijzingen. U gaat dan gewoon naar de volgende vraag.

Voorbeeld 2:

Geef u antwoord door één van de hokjes aan te kruisen of in te vullen.

Zou u bij de volgende zaken willen aangeven of er een verschil is tussen uw huidige woonsituatie en vorige woonsituatie?	nu langer	nu minder lang	even lang	is er niet
Tijdsduur dat de tuinverlichting brandt	☐	☐	☐	☐

Bij dit type vragen wordt er gevraagd naar de indruk die u van de genoemde zaak heeft. In dit geval wordt er gevraagd naar de tijdsduur dat de tuinverlichting brandt. Indien u het idee heeft dat deze nu langer brandt dan in uw vorige woonsituatie dan kruist u 'nu langer' aan. Bij sommige vragen kan de zaak niet van toepassing zijn op uw huishouden en dient u de laatste antwoordmogelijkheid aan te kruisen. De overige antwoordmogelijkheden spreken voor zich.

U kunt nu op de volgende pagina beginnen met het invullen van de enquête.

A Vragen over uw huidige woonsituatie

A1.	In welk soort woning woont u?	☐ tussenwoning (16) ☐ hoekwoning (7) ☐ twee-onder-één-kapwoning (17) ☐ vrijstaande woning (12) ☐ etagewoning (1)
A2.	Is dit een koop- of huurwoning?	☐ koopwoning (47) ☐ huurwoning (5)
A3.	Sinds wanneer woont u in deze woning?	maand: jaar:
A4.	Hoeveel personen wonen in deze woning?	 personen
A5.	Uw woning heeft een laag energiegebruik. Kunt u aangeven welke energiezuinige kenmerken deze woning had toen u er kwam wonen? (denk aan isolatie, installaties, tochtwering etc.)	
A6.	Welke maatregelen heeft u daarna eventueel nog genomen om de woning energiezuiniger te maken?	
A7.	Hoe hoog schat u het jaarlijkse gasverbruik in deze woning?	 m ³
A8.	Hoe hoog schat u het jaarlijkse elektriciteitsverbruik in deze woning?	 kWh

B Vragen over uw vorige woonsituatie

B1.	In welk soort woning woonde u hiervoor?	☐ tussenwoning (21) ☐ hoekwoning (6) ☐ twee-onder-één-kapwoning (8) ☐ vrijstaande woning (8) ☐ etagewoning (4) ☐ geen, huidige situatie is eerste zelfstandige woning (5)	→ B2 → B2 → B2 → B2 → B2 → B3
B2.	Hoe lang heeft u in die woning gewoond?	 jaar	
B3.	Hoeveel personen woonden er in de vorige woning?	 personen	
B4.	Welke kenmerken had de vorige woning om die energiezuiniger te maken? Wilt u de kenmerken noemen die al aanwezig waren <u>en ook</u> de maatregelen die u zelf nog heeft genomen? <i>Meerdere antwoorden mogelijk!</i>	☐ gevelisolatie (22) ☐ dakisolatie (31) ☐ vloerisolatie (19) ☐ dubbele beglazing (43) ☐ tochtwering (15) ☐ extra zuinige installatie (HR-ketel, etc.) (26) ☐ anders, nl. (5)	
B5.	Hoe hoog schat u het jaarlijkse gasverbruik in de vorige woning ?	 m ³	
B6.	Hoe hoog schat u het jaarlijkse elektriciteitsverbruik in de vorige woning?	 kWh	

C Vragen over uw woonlasten

C1.	De volgende vraag gaat over uw TOTALE WOONLASTEN, dus de totale kosten van uw hypotheek of huur, van de OZB (= onroerendezaakbelasting) en van energie (gas en elektra; dus <u>niet</u> van water).	
	Welke uitspraak is het meest op u van toepassing?	☐ mijn totale woonlasten zijn ongeveer hetzelfde als in de vorige woning (6) ☐ mijn totale woonlasten zijn duidelijk lager dan in de vorige woning (7) ☐ mijn totale woonlasten zijn duidelijk hoger dan in de vorige woning (34)
C2.	De volgende vraag gaat over de kosten van ENERGIE (gas en elektra; dus <u>niet</u> van water).	
	Welke uitspraak is het meest op u van toepassing?	☐ mijn kosten voor energie zijn ongeveer hetzelfde als in de vorige woning (13) ☐ mijn kosten voor energie zijn duidelijk lager dan in de vorige woning (28) ☐ mijn kosten voor energie zijn duidelijk hoger dan in de vorige woning (8)
C3.	De volgende vraag gaat alleen over de kosten van HUUR of HYPOTHEEK EN OZB.	
	Welke uitspraak is het meest op u van toepassing?	☐ mijn kosten voor huur of hypotheek en OZB zijn ongeveer hetzelfde als in de vorige woning (4) ☐ mijn kosten voor huur of hypotheek en OZB zijn duidelijk lager dan in de vorige woning (4) ☐ mijn kosten voor huur of hypotheek en OZB zijn duidelijk hoger dan in de vorige woning (40)
C4.	De volgende vraag gaat over het NETTO INKOMEN. Daarmee bedoelen we het totale netto inkomen van uw gezin (dus <u>zonder</u> op te letten op de woonlasten).	
	Welke uitspraak is het meest op u van toepassing?	☐ het netto gezinsinkomen is ongeveer hetzelfde als in de vorige woning (28) ☐ het netto gezinsinkomen is duidelijk lager dan in de vorige woning (9) ☐ het netto gezinsinkomen is duidelijk hoger dan in de vorige woning (13)

D Vragen over uw apparatuur en autobezit

Ga naar
vraag →

D1.	Heeft u een waterbed aangeschaft in de tijd dat u hier woont?	☐ ja (0) ☐ nee (49)	→ D2 → D3
D2.	Welke uitspraak is het meest van toepassing op dat waterbed?	☐ ik had in de vorige woning geen waterbed en wilde er nu wel een (0) ☐ ik had in de vorige woning al een waterbed en dat heb ik nu vervangen (0) ☐ ik had in de vorige woning al een waterbed en ik wilde er nog een (0)	
D3.	Heeft u een LCD/LED/plasma tv aangeschaft in de tijd dat u hier woont?	☐ ja (31) ☐ nee (18)	→ D4 → D5

D Bezit

Ga naar
vraag →

D4.	Welke uitspraak is het meest van toepassing op die LCD/LED/plasma tv?	☐ ik had in de vorige woning geen LCD/LED/plasma tv en wilde er nu wel een (26) ☐ ik had in de vorige woning al een LCD/LED/plasma tv en die heb ik nu vervangen (2) ☐ ik had in de vorige woning al een LCD/LED/plasma tv en ik wilde er nog een (3)	
D5.	Heeft u een surround audiosysteem aangeschaft in de tijd dat u hier woont?	☐ ja (7) ☐ nee (42)	→ D6 → D7
D6.	Welke uitspraak is het meest van toepassing op dat surround audiosysteem?	☐ ik had in de vorige woning geen surround audiosysteem en wilde er nu wel een (4) ☐ ik had in de vorige woning al een surround audiosysteem en dat heb ik nu vervangen (2) ☐ ik had in de vorige woning al een surround audiosysteem en ik wilde er nog een (0)	
D7.	Heeft u een spelcomputer aangeschaft in de tijd dat u hier woont?	☐ ja (11) ☐ nee (38)	→ D8 → D9
D8.	Welke uitspraak is het meest van toepassing op die spelcomputer?	☐ ik had in de vorige woning geen spelcomputer en wilde er nu wel een (8) ☐ ik had in de vorige woning al een spelcomputer en die heb ik nu vervangen (2) ☐ ik had in de vorige woning al een spelcomputer en ik wilde er nog een (1)	
D9.	Heeft u een magnetron aangeschaft in de tijd dat u hier woont?	☐ ja (31) ☐ nee (18)	→ D10 → D11
D10.	Welke uitspraak is het meest van toepassing op die magnetron?	☐ ik had in de vorige woning geen magnetron en wilde er nu wel een (4) ☐ ik had in de vorige woning al een magnetron en die heb ik nu vervangen (26) ☐ ik had in de vorige woning al een magnetron en ik wilde er nog een (1)	
D11.	Heeft u een wasdroger of was/droogcombinatie aangeschaft in de tijd dat u hier woont?	☐ ja (18) ☐ nee (31)	→ D12 → D13
D12.	Welke uitspraak is het meest van toepassing op die wasdroger of was/droogcombinatie?	☐ ik had in de vorige woning geen wasdroger of was/droogcombinatie en wilde er nu wel een (1) ☐ ik had in de vorige woning al een wasdroger of was/droogcombinatie en die heb ik nu vervangen (16)	
D13.	Heeft u een aparte vrieskist aangeschaft in de tijd dat u hier woont?	☐ ja (19) ☐ nee (30)	→ D14 → D15
D14.	Welke uitspraak is het meest van toepassing op die aparte vrieskist?	☐ ik had in de vorige woning geen aparte vrieskist en wilde er nu wel een (5) ☐ ik had in de vorige woning al een aparte vrieskist en die heb ik nu vervangen (12) ☐ ik had in de vorige woning al een aparte vrieskist en ik wilde er nog een (5)	

D Bezit

Ga naar
vraag →

D15.	Heeft u een VASTE airconditioning (bevestigd aan een muur) aangeschaft in de tijd dat u hier woont?	☐ ja (0) ☐ nee (49)	→ D16 → D17
D16.	Welke uitspraak is het meest van toepassing op die VASTE airconditioning?	☐ ik had in de vorige woning geen vaste airconditioning en ik wilde er nu wel een (0) ☐ ik had in de vorige woning al een vaste airconditioning en wilde er nu weer een (0)	
D17.	Heeft u een MOBIELE airconditioning aangeschaft in de	☐ ja (1) ☐ nee (35)	→ D18 → D19
D18.	Welke uitspraak is het meest van toepassing op die MOBIELE airconditioning?	☐ ik had in de vorige woning geen mobiele airconditioning en wilde er nu wel een (1) ☐ ik had in de vorige woning al een mobiele airconditioning en die heb ik nu vervangen (0) ☐ ik had in de vorige woning al een mobiele airconditioning en ik wilde er nog een (0)	
D19.	Heeft u tuinverlichting aangeschaft in de tijd dat u hier woont?	☐ ja (25) ☐ nee (24)	→ D20 → D21
D20.	Welke uitspraak is het meest van toepassing op die tuinverlichting?	☐ ik had in de vorige woning geen tuinverlichting en die wilde ik nu wel (8) ☐ ik had in de vorige woning al tuinverlichting en ik wilde die nu weer (16) ☐ er was al tuinverlichting aanwezig en die wilde ik uitbreiden (1)	
D21.	Heeft u een auto aangeschaft in de tijd dat u hier woont?	☐ ja (22) ☐ nee (27)	→ D22 → E1
D22.	Welke uitspraak is het meest van toepassing op die auto?	☐ ik had in de vorige woning geen auto en wilde er nu wel een (0) ☐ ik had in de vorige woning al een auto en die heb ik nu vervangen (21) ☐ ik had in de vorige woning al een auto en ik wilde er nog een (1)	

E Vragen over uw energiegebruik

E1.	Zou u bij de volgende zaken willen aangeven of er een verschil is tussen uw huidige woonsituatie en vorige woonsituatie?	nu hoger	nu minder hoog	even hoog	is er niet
	Woonkamertemperatuur overdag in de winter	☐ (10)	☐ (6)	☐ (33)	
	Woonkamertemperatuur 's nachts in de winter	☐ (34)	☐ (4)	☐ (11)	
	De temperatuur waarop de was wordt gedaan in de machine	☐ (1)	☐ (5)	☐ (43)	
	Temperatuur van het waterbed	☐ (0)	☐ (2)	☐ (1)	☐ (45)

E Gebruik

E2.	Zou u bij de volgende zaken willen aangeven of er een verschil is tussen uw huidige woonsituatie en vorige woonsituatie?	nu langer	nu minder lang	even lang	is er niet
	Tijdsduur dat er gedouched wordt (d.w.z. van alle bewoners opgeteld)	☐ (13)	☐ (4)	☐ (31)	
	Tijdsduur dat de verlichting in huis aan is	☐ (3)	☐ (4)	☐ (41)	
	Tijdsduur dat er verlichting aan is bij afwezigheid	☐ (2)	☐ (9)	☐ (36)	
	Tijdsduur dat de tv aan staat	☐ (9)	☐ (4)	☐ (35)	
	Tijdsduur dat apparaten op stand-by staan (tv, computer, dvd, etc.)	☐ (6)	☐ (5)	☐ (36)	
	Tijdsduur dat er speciale lampen voor veiligheid aan zijn (buitendeur, overloop, etc.)	☐ (12)	☐ (5)	☐ (22)	☐ (9)
	Tijdsduur dat de tuinverlichting brandt	☐ (10)	☐ (9)	☐ (16)	☐ (14)
	Tijdsduur dat de computer wordt gebruikt	☐ (21)	☐ (6)	☐ (22)	☐ (0)
	Tijdsduur dat airconditioning wordt gebruikt	☐ (1)	☐ (1)	☐ (1)	☐ (46)
E3.	Zou u bij de volgende zaken willen aangeven of er een verschil is tussen uw huidige woonsituatie en vorige woonsituatie?	nu vaker	nu minder vaak	even vaak	is er niet
	Hoe vaak men de douche gebruikt	☐ (12)	☐ (2)	☐ (35)	
	Hoe vaak er zelf wordt gekookt	☐ (2)	☐ (2)	☐ (45)	
	Hoe vaak het koffiezetapparaat wordt gebruikt	☐ (11)	☐ (3)	☐ (35)	
	Hoe vaak er een was wordt gedaan in de machine	☐ (17)	☐ (6)	☐ (26)	
	Hoe vaak de verwarming lager wordt gezet bij afwezigheid	☐ (3)	☐ (29)	☐ (12)	
	Hoe vaak men in bad gaat	☐ (16)	☐ (5)	☐ (18)	☐ (10)
	Hoe vaak de magnetron wordt gebruikt	☐ (11)	☐ (6)	☐ (29)	☐ (3)
	Hoe vaak de vaatwasser wordt gebruikt	☐ (18)	☐ (4)	☐ (27)	☐ (0)
	Hoe vaak de wasdroger wordt gebruikt	☐ (12)	☐ (6)	☐ (22)	☐ (9)
	Hoe vaak de DVD-speler wordt gebruikt	☐ (8)	☐ (8)	☐ (33)	☐ (0)

E Gebruik

E4.	Zou u bij de volgende zaken willen aangeven of er een verschil is tussen uw huidige woonsituatie en vorige woonsituatie?	nu meer	nu minder	even veel	is er niet/doe ik niet
	Aantal vertrekken dat tegelijk verwarmd wordt	☐ (29)	☐ (6)	☐ (13)	
	Aantal gebruikte lichtpunten in de woning	☐ (22)	☐ (6)	☐ (21)	
	Aantal spaarlampen in de woning	☐ (32)	☐ (1)	☐ (13)	☐ (3)
	Aantal vliegvakanties dat er gemaakt worden	☐ (3)	☐ (13)	☐ (19)	☐ (14)
	Aantal autoritten dat er gemaakt wordt voor recreatie	☐ (5)	☐ (6)	☐ (38)	☐ (0)
	Aantal personen dat de auto('s) bestuurt	☐ (0)	☐ (1)	☐ (48)	☐ (0)
E5.	Zou u bij de volgende zaak willen aangeven of er een verschil is tussen uw huidige woonsituatie en vorige woonsituatie?	nu verder	nu minder ver	even ver	doe ik niet
	Afstand autoritten voor het werk	☐ (12)	☐ (11)	☐ (20)	☐ (5)

F Motief om te verhuizen

F1.	Wat was de voornaamste reden om naar uw huidige woning te verhuizen?	☐ Milieubewustheid (0) ☐ andere reden, nl. (54)
F2.	Wat is uw postcode? (we vragen dit alleen om verschillende projecten uit elkaar te houden; we willen nogmaals benadrukken dat uw gegevens strikt vertrouwelijk worden behandeld)	 (4 cijfers en 2 letters invullen s.v.p.)

Indien u bepaalde dingen die een hoog energiegebruik kunnen hebben gekocht heeft sinds u verhuisd bent die nog niet genoemd zijn in deze enquête, dan kunt u deze hier invullen.

.....

.....

Indien u gebruik gemaakt heeft van andere apparaten of vervoersmiddelen sinds u verhuisd bent die nog niet genoemd zijn in deze enquête, dan kunt u deze hier invullen.

.....

.....

Dit is het einde van de enquête. Hartelijk bedankt voor het beantwoorden van de vragen.