

**Het reboundeffect bij resource efficiency**

Frans Oosterhuis (IVM)

Jetske Bouma (IVM)

Aldert Hanemaaijer (PBL)

---

---

Dit rapport is vrijgegeven door: dr. J.A. Bouma  
senior onderzoeker



Planbureau voor de Leefomgeving

 IVM Instituut voor  
Milieuvraagstukken

 VRIJE  
UNIVERSITEIT  
AMSTERDAM

---

De opdrachtgever van dit onderzoek was: dr. Frank Dietz (PBL)

**IVM**

Instituut voor Milieuvraagstukken  
Vrije Universiteit Amsterdam  
De Boelelaan 1087  
1081 HV AMSTERDAM  
T +31-20-598 9555  
F +31-20-598 9553  
E [info.ivm@vu.nl](mailto:info.ivm@vu.nl)

Dr. Frank Dietz  
Planbureau voor de Leefomgeving  
Ant. van Leeuwenhoeklaan 9  
Bilthoven  
E [f.dietz@pbl.nl](mailto:f.dietz@pbl.nl)

**Copyright © 2013, Instituut voor Milieuvraagstukken**

Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke wijze ook, zonder voorgaande schriftelijke toestemming van de houder van het auteursrecht.

## Inhoud

<b>Samenvatting</b>	<b>5</b>
<b>1 Vraagstelling</b>	<b>7</b>
1.1 Resource efficiency	7
1.2 Het reboundeffect	7
1.3 Vragen voor beleid en onderzoek	8
1.4 Opzet van deze notitie	9
<b>2 Aard en omvang van het reboundeffect</b>	<b>11</b>
2.1 Geen gebrek aan aandacht	11
2.2 Empirische observaties	11
2.3 Voorbeelden van reboundeffecten in Nederland	13
2.4 Verschillen met andere landen?	14
2.5 Het reboundeffect in beleid(sanalyses) en modellen	15
<b>3 De kern van de zaak: groei en gedrag</b>	<b>17</b>
3.1 Productiviteitsverbetering en welvaarts groei	17
3.2 Gedragsaspecten	17
<b>4 Bouwstenen voor een ‘reboundeffectbewust’ beleid</b>	<b>19</b>
<b>5 Hoe verder?</b>	<b>21</b>
<b>Referenties</b>	<b>23</b>



## Samenvatting

Efficiënter omgaan met natuurlijke hulpbronnen is een cruciaal element in een strategie gericht op de vergroening van de economie. Door verbeteringen in de resource efficiency kunnen de productie en het gebruik van goederen en diensten echter ook goedkoper worden, waardoor de vraag ernaar toeneemt. Dat kan de besparingen op energie en andere natuurlijke hulpbronnen deels weer teniet doen. Dit effect staat bekend als het 'reboundeffect'. Schattingen over de omvang van het reboundeffect lopen sterk uiteen. Uit een analyse van diverse studies blijkt dat het in elk geval niet verwaarloosbaar is, maar ook niet zo groot dat een beleid dat zich richt op verbetering van de resource efficiency zinloos zou zijn. Het is hierbij van belang om op te merken dat het reboundeffect vooral goed onderzocht is bij energie- en vervoervraagstukken.

Het *directe* reboundeffect – meer vraag naar een product of dienst vanwege dalende prijzen – is hoger naarmate het inkomen lager is en komt het sterkst naar voren in landen met een lager welstandsniveau. Op de langere termijn, bij marktverzadiging en bij hogere inkomens neemt het belang van *indirecte* reboundeffecten toe: het geld dat bespaard wordt door lagere prijzen wordt uiteindelijk aan andere producten of diensten uitgegeven, die op hun beurt tot milieueffecten leiden en beslag op natuurlijke hulpbronnen leggen.

Omdat het reboundeffect niet verwaarloosbaar is, zal bij het bepalen van de (kosten-) effectiviteit van beleid gericht op resource efficiency rekening moeten worden gehouden met het reboundeffect. Bovendien zullen er, om te zorgen dat milieueffecten en hulpbronnengebruik binnen bepaalde grenzen blijven, aanvullende maatregelen nodig zijn. Aangezien het reboundeffect wordt veroorzaakt door dalende prijzen, ligt het voor de hand om mogelijkheden voor minimalisatie of compensatie van het reboundeffect te zoeken in beprijzing van grondstoffen en/of energiegebruik, bijvoorbeeld in de vorm van een belasting. Het beprijzen van de milieuschade is over het algemeen kosteneffectiever naarmate meer landen en sectoren meedoen. Naast beprijzing, regulering en maatregelen met een harde bovengrens betreffende het hulpbronnengebruik en/of de milieueffecten (denk aan emissiehandel) kan gedacht worden aan op gedragsbeïnvloeding gerichte maatregelen (labeling) en reboundeffect incorporerende vormgeving van bestaande maatregelen (bijstellen verwachte efficiëntieverbeteringen en/of beperken subsidieregelingen voor resource efficiency vanuit het oogpunt van het verwachte reboundeffect). De vormgeving van dergelijke maatregelen zou zich dan moeten richten op een zodanige besteding van de door de efficiëntieverbetering gerealiseerde besparingen dat de effecten op natuur en milieu worden geminimaliseerd.



# 1 Vraagstelling

## 1.1 Resource efficiency

Een van de kernwoorden van het huidige milieubeleid in Europa is ‘resource efficiency’, oftewel het efficiënt gebruik van hulpbronnen (Europese Commissie, 2011). In het kader van dat beleid wordt ondermeer gestreefd naar een vermindering van de hoeveelheid energie en grondstoffen die nodig zijn om een product of dienst voort te brengen of om in een bepaalde behoefte te voorzien. Voorbeelden van beleidsinstrumenten die zijn gericht op resource efficiency zijn de normen en labels voor de energieprestatie van gebouwen, apparaten en voertuigen<sup>1</sup>.

Als de resource efficiency van een product of dienst toeneemt, kan dit betekenen dat het gebruik ervan goedkoper wordt: de besparing op energie en grondstoffen vertaalt zich in een kostenbesparing. Dat is overigens lang niet altijd het geval. Als er minder grond- en hulpstoffen worden gebruikt om iets te produceren, is er vaak meer van een andere input of productiefactor (zoals arbeid of ruimte) nodig, waardoor het product juist duurder wordt; denk bijvoorbeeld aan biologische landbouwproducten. Ook kan het zijn dat de variabele kosten weliswaar dalen, maar de vaste kosten stijgen, waardoor voor de meeste gebruikers de totale kosten niet afnemen (zoals bij de vervanging van een benzineauto door een elektrische auto).

In deze notitie gaat het echter om die gevallen waarin er wel sprake is van lagere kosten door hogere resource efficiency. Het goedkoper worden van het product of de dienst (of, breder, van de mogelijkheid om in een bepaalde behoefte te voorzien) kan leiden tot een aantal effecten die de behaalde efficiëntiewinst weer (deels) teniet doen. Dit fenomeen staat bekend als het ‘reboundeffect’. Doordat we ons gedrag aanpassen als gevolg van de lagere kosten, valt de uiteindelijke besparing lager uit dan vooraf verwacht.

In recente literatuur (zoals Van den Bergh, 2011; Maestre Andrés *et al.*, 2012) wordt de term ‘reboundeffect’ ook wel in bredere zin gebruikt. Het omvat dan alle onvoorziene, onbedoelde en/of ongewenste neveneffecten van (milieu)beleid. Wij beperken ons hier tot het reboundeffect dat optreedt als gevolg van prijs- of kostendaling door efficiëntieverbetering.

## 1.2 Het reboundeffect

Hoewel er geen algemeen gangbare definitie van het reboundeffect bestaat (Fronzel *et al.*, 2012)<sup>2</sup>, is het gebruikelijk om drie verschijningsvormen te onderscheiden:

1. het **directe reboundeffect**: doordat (het gebruik van) een product of dienst dankzij de resource-efficiencyverbetering goedkoper wordt, stijgt de vraag ernaar: meer mensen gaan het gebruiken en/of mensen gaan het meer gebruiken. Kortom, mensen passen hun gedrag aan. In economische termen gaat het om een prijseffect.

<sup>1</sup> Strikt genomen zijn de normen die in de EU voor auto's gelden geen energieprestatie-normen, maar CO<sub>2</sub>-emissionormen.

<sup>2</sup> Het artikel van Berkhout *et al.* (2000) bevat, in tegenstelling tot wat de titel doet verwachten, geen definitie, maar slechts een omschrijving en afbakening.

2. het **indirecte reboundeffect**: het geld dat wordt bespaard op de uitgaven aan het product dat efficiënter en goedkoper is geworden, kan aan andere zaken worden besteed, waarvan de productie en/of het gebruik ook energie en grondstoffen vergen. In economische termen heet dit een inkomenseffect.<sup>3</sup>
3. het **economie brede reboundeffect**: de efficiëntieverbetering en de daardoor veroorzaakte verschuivingen in vraag en aanbod werken via allerlei ketens door in de gehele economie, hetgeen ook weer gevolgen heeft voor het verbruik van hulpbronnen. Economen spreken ook wel van algemeen-evenwichtseffecten.

Om de omvang van het reboundeffect aan te duiden wordt meestal een vergelijking gemaakt tussen de feitelijk gerealiseerde energie- of grondstoffenbesparing en de potentiële besparing, dat wil zeggen de besparing die mogelijk zou zijn geweest op grond van de (technische) efficiëntieverbetering bij gelijkblijvend gedrag en overige omstandigheden ('ceteris paribus'). Het verschil tussen die twee, dus de niet-gerealiseerde besparing, wordt dan doorgaans uitgedrukt als percentage van de potentiële besparing.

Het reboundeffect laat zich goed uitleggen aan de hand van concrete voorbeelden. Indien door isolatie van een woning deze de helft minder energie zou vragen, dan is sprake van een reboundeffect als de daadwerkelijke besparing minder dan de helft is. Oorzaken hiervoor kunnen zijn dat mensen de verwarming wat hoger zetten of meer ruimtes verwarmen dan voorheen, omdat de kosten hiervoor nu lager zijn. Andere bekende voordelen zijn de introductie van LED-verlichting en zuinige automotoren. LED-verlichting is vele malen zuiniger dan de reguliere verlichting. Juist omdat de nieuwe techniek zo goedkoop is, wordt er nu meer en langer verlicht. Het verlichten van gevels en permanente verlichting in tuinen zijn hier voorbeelden van. En automotoren zijn de afgelopen decennia aanmerkelijk zuiniger geworden, maar we gaan wel steeds verder rijden.

Aandacht voor het reboundeffect is gerechtvaardigd omdat het verschijnsel tot vraagtekens kan leiden bij de (kosten)effectiviteit van beleid dat gericht is op verbetering van de resource efficiency van producten en diensten. Immers, wanneer de (kosten)effectiviteit wordt bepaald op basis van de potentiële efficiëntieverbetering, dan zal een te rooskleurig beeld ontstaan. Als het (totale) reboundeffect meer dan 100% zou bedragen, zou het beleid zelfs averechts kunnen werken.

### 1.3 Vragen voor beleid en onderzoek

In deze verkennende notitie staan de volgende vragen centraal:

- Wat is er al bekend over het reboundeffect, zowel in theoretische als kwantitatieve zin?
- Op welke terreinen is er in Nederland een duidelijke discrepantie waarneembaar tussen potentiële en feitelijke verbetering van de resource efficiency?
- Wat zijn de implicaties van het reboundeffect voor het milieu- en hulpbronnenbeleid in Nederland en de EU?

---

<sup>3</sup> Naast dit 'respending' effect zijn er nog andere indirecte effecten: 'embodied energy' effecten (het produceren van de nieuwe, energie-efficiënte technologie kost ook energie); 'output effects' (toename van de productie als er efficiëntere productiemethoden worden gebruikt), 'energy market effect' (energiebesparing leidt tot lagere energieprijzen en die lokken weer stijgende energievraag uit); en 'composition effects' (toenemende energie-efficiëntie leidt tot vraagverschuiving in de richting van energie-intensieve goederen en diensten, omdat deze relatief goedkoper worden) (Sorrell, 2009).



- Welke informatie ontbreekt nog om de vorige vraag in voldoende mate te kunnen beantwoorden?

Gezien de beperkt beschikbare tijd is voor het beantwoorden van deze vragen vooral gebruik gemaakt van bestaande literatuur (en van het denkvermogen van de auteurs en andere PBL- en IVM-medewerkers). De aandacht is met name gericht op de gebieden huishoudelijk energiegebruik, vervoer en voedsel. Ook is gekeken naar de vraag of de situatie in Nederland verschilt van die in het buitenland, en zo ja hoe dat valt te verklaren.

#### 1.4 Opzet van deze notitie

Hoofdstuk 2 gaat in op de aard en omvang van het reboundeffect zoals die uit de literatuur naar voren komt. Daarbij wordt ook aandacht besteed aan voorbeelden waaruit het optreden van het fenomeen in Nederland blijkt. In hoofdstuk 3 gaan we nader in op de factoren die van invloed zijn op het reboundeffect, met als centrale elementen groei en gedrag. De implicaties van het reboundeffect voor het beleid worden verkend in hoofdstuk 4. Het laatste hoofdstuk richt de blik vooruit naar de paden die kunnen worden bewandeld om meer greep te krijgen op het verschijnsel.



## 2 Aard en omvang van het reboundeffect

### 2.1 Geen gebrek aan aandacht

Over gebrek aan aandacht heeft het reboundeffect in elk geval niet te klagen. De oorsprong ervan wordt vaak gelegd bij Jevons (1865), die opmerkte dat het omzettingsrendement van steenkool in nuttige arbeid zo sterk verbeterde dat de vraag naar kolen voortdurend toenam, met een uitputting van de Britse kolenvoorraden als mogelijk uiteindelijk gevolg. Vanaf omstreeks 1980 ontstond er, in het kielzog van de energiecrises, hernieuwde aandacht voor dit soort neveneffecten van energie-efficiencyverbetering.

In de academische literatuur zijn uitvoerige theoretische debatten gevoerd over aard en omvang van het reboundeffect, ondermeer over de vraag of een reboundeffect van meer dan 100% (ook wel aangeduid als 'backfire') mogelijk en waarschijnlijk is (zie bijvoorbeeld Khazzoom, 1980; Brookes, 1990; 2000). Daarnaast zijn er veel pogingen gedaan om de omvang van het effect te schatten op basis van empirische gegevens.

### 2.2 Empirische observaties

De resultaten van empirisch onderzoek naar de omvang van het reboundeffect vertonen een zeer diffuus beeld. Tabel 1 geeft een impressie, gebaseerd op diverse studies op het terrein van huishoudelijk elektriciteitsverbruik. Tabel 2 bevat voorbeelden op het gebied van het vervoer per personenauto. In beide gevallen gaat het alleen om schattingen van het directe reboundeffect. Het totale reboundeffect kan dus aanzienlijk groter zijn, maar is in de praktijk lastig te bepalen.

*Tabel 1 Schattingen van het directe reboundeffect bij huishoudelijk elektriciteitsverbruik (apparaten, verlichting)*

Auteur	Land	Geschat reboundeffect (direct)
Haas <i>et al.</i> (1998)	Oostenrijk	Verwaarloosbaar
Guertin <i>et al.</i> (2003)	Canada	32 - 49% (lange termijn)
Davis (2007)	USA	< 6% (wasmachines)
Freire-González (2010)	Spanje	35 - 49%
Murray (2013)	Australië	≥ 6%
Yu <i>et al.</i> (2013)	China	0 (o.a. koelkasten, PC's, TV's) tot 107% (wasmachines)

De schattingen bij huishoudelijk elektriciteitsverbruik lopen blijkens Tabel 1 uiteen tussen nul en meer dan 100%. Indien de twee extreme waarden buiten beschouwing worden gelaten, loopt het geschatte directe reboundeffect bij huishoudelijk elektriciteitsverbruik uiteen van ongeveer 5 tot 50%.

Tabel 2 Schattingen van het directe reboundeffect bij vervoer per personenauto

Auteur	Land	Geschat reboundeffect (direct)
Greening <i>et al.</i> (2000) (o.b.v. bestaande studies)	USA	10 - 30%
Small and Van Dender (2007)	USA	0.12 - 0.22*
Sorrell <i>et al.</i> (2009) (o.b.v. meta-analyses)	USA	10 - 30%
Su (2012)	USA	0.11 - 0.19*
Greene (2012)	USA	Geen significant effect
Frondel <i>et al.</i> (2012)	Duitsland	57 - 62%
Wang <i>et al.</i> (2012a)	Hong Kong	35 - 45%
Wang <i>et al.</i> (2012b)	China	96%
Murray (2013)	Australië	$\geq 15\%$

\* Dit betreft de 'reboundelasticiteit' (procentuele toename van het aantal autokilometers bij 1% afname van brandstofverbruik per autokilometer).

Voor het directe reboundeffect bij personenauto's lopen, zoals Tabel 2 laat zien, de schattingen uiteen tussen nul en bijna 100%. Indien de twee extreme waarden buiten beschouwing worden gelaten, loopt het geschatte directe reboundeffect bij personenauto's uiteen van ongeveer 10 tot 60%.

Dat de resultaten zo sterk uiteenlopen heeft voor een belangrijk deel te maken met verschillen in gehanteerde methode en gebruikte gegevens, waarbij de beschikbaarheid van gegevens meestal bepalend is voor de keuze van de methodiek. Schattingen van het reboundeffect zijn dikwijls gebaseerd op prijselasticiteiten, zoals het percentage waarmee de vraag naar een bepaalde energiedienst verandert als de energieprijzen met 1 procent verandert. Daarbij wordt de efficiëntieverbetering opgevat als een impliciete prijsdaling van (de) energie(dienst) en wordt de gedragsverandering (een hogere vraag naar de energiedienst) geheel daaraan toegeschreven. Andere gedragsreacties op de verbeterde energie-efficiëntie (zoals meer ventileren in een beter geïsoleerde woning) blijven dan buiten beeld. Ook wordt de energie-efficiëntieverbetering meestal als een exogene variabele beschouwd, terwijl die ook heel goed endogeen kan zijn. Zo kan de vraag naar zuinigere auto's toenemen als de mobiliteit toeneemt (Sorrell *et al.*, 2009).

Idealiter zou een complete analyse van alle reboundeffecten (inclusief de indirecte en de economie brede) moeten plaatsvinden met behulp van een (algemeen-evenwichts-) model waarin alle relevante verbanden en terugkoppelingen zijn opgenomen. In de praktijk is dat doorgaans niet uitvoerbaar vanwege gebrek aan relevante gegevens.

Naast methodologische diversiteit zijn ook geografische verschillen oorzaak van de grote spreiding van uitkomsten. Deze houden ondermeer verband met het welstandsniveau van het beschouwde land en de mate waarin de markt voor de

desbetreffende producten er verzadigd is: in landen met een lager welstandsniveau speelt het prijseffect doorgaans een belangrijke rol; bij marktverzadiging neemt het directe reboundeffect af.

Uit literatuuroverzichten en meta-analyses (Hertwich, 2005; Sorrell *et al.*, 2009; Druckman *et al.*, 2011; Maxwell *et al.*, 2011; Murray, 2013; IRGC, 2013; EEA, 2013) kunnen de volgende algemene bevindingen worden gedestilleerd wat betreft de omvang van het reboundeffect:

- Het reboundeffect bij energie en vervoer is doorgaans groter dan nul en niet verwaarloosbaar, maar anderzijds is het ook niet waarschijnlijk dat het (behoudens misschien enkele specifieke uitzonderingen) boven de 100% uitkomt ('backfire').
- Op andere gebieden dan energie en vervoer is weinig bekend over de omvang van het reboundeffect. Bij voedsel treft men schattingen aan die variëren van 'backfire' (200%) tot een negatief reboundeffect, afhankelijk van de veronderstelling of verbetering van de resource efficiency gepaard gaat met lagere dan wel met hogere kosten voor producent en consument.
- Naarmate het inkomen van een huishouden of van een land lager is, is het (directe) reboundeffect sterker, maar impliceert het vaak ook een aanzienlijke welvaartsverbetering. Met andere woorden: bij mensen met lage inkomens bestaat nog een hoge mate van 'latente vraag' naar de desbetreffende energiedienst.
- Bij hogere inkomens neemt het belang van indirecte reboundeffecten toe. De omvang daarvan hangt af van de vraag waaraan het vrijkomende geld wordt besteed en hoe hoog het directe en indirecte energiegebruik van die goederen en diensten is.

### 2.3 Voorbeelden van reboundeffecten in Nederland

Op basis van empirische gegevens in Nederland wordt nu ingegaan op reboundeffecten bij koelkasten en energiebesparing in woningen.

#### Reboundeffecten bij koelkasten

In 1980 hadden bijna alle Nederlandse huishoudens al een koelkast; sommige zelfs meer dan één. Het gemiddelde elektriciteitsverbruik per koelkast per jaar was toen 568 kWh en per huishouden 617 kWh<sup>4</sup>. In 2010 was het gemiddelde verbruik per koelkast gedaald met 75%, tot 140 kWh per jaar. Het gemiddelde per huishouden was gedaald met 43%, naar 352 kWh. Van de potentiële 75% energiebesparing was dus bijna de helft niet gerealiseerd.

De oorzaken kunnen divers zijn, bijvoorbeeld: grotere koelkasten; lagere temperaturen in de koelkast en hogere temperaturen in de ruimtes waar ze staan; langer open laten staan van de koelkastdeur...

Als de 'gederfde besparing' geheel te wijten zou zijn aan het feit dat de dienst 'koeling' door de verbeterde energie-efficiëntie goedkoper is geworden, zou de omvang van het directe reboundeffect kunnen worden geschat op eveneens 43%  $(=(75-43)/75)$ . Echter, naast het goedkoper kunnen koelen spelen waarschijnlijk nog allerlei andere factoren een rol, zoals gestegen inkomens en veranderde preferenties en

<sup>4</sup> De getallen zijn gebaseerd op de PBL-publicatie *Nederland verbeeld* (PBL, 2012), met lineaire extrapolaties waar nodig.

leefgewoonten. Wat het aandeel van het reboundeffect in de genoemde 43% ‘gederfde energiebesparing’ is, valt zonder nader onderzoek niet vast te stellen.

### Energielabel en aardgasverbruik van Nederlandse woningen<sup>5</sup>

Tussen 1990 en 2008 is de energie-efficiëntie van de Nederlandse woningvoorraad met 28% verbeterd en die van nieuwbouwwoningen met 50%. Het aardgasverbruik door huishoudens is in diezelfde periode echter met slechts 5% gedaald. Hier lijkt dus sprake te zijn van een aanzienlijk reboundeffect.

Dat er een reboundeffect is, lijkt te worden bevestigd als we voor woningen met verschillende energielabels het theoretische met het feitelijke aardgasverbruik vergelijken. In woningen met de slechtste energieprestatie (label G) zou in theorie gemiddeld bijna 4000 m<sup>3</sup> gas per jaar worden verstoekt; in de praktijk is dat slechts de helft. Anderzijds wordt in de meest energie-efficiënte woningen (label A) juist iets méér gas verbruikt dan theoretisch verwacht (ruim 1000 m<sup>3</sup> in plaats van nog geen 1000). Met enige overdrijving kunnen we hier een (direct) reboundeffect van 67% uit afleiden: verbetering van de energieprestatie van label G naar label A leidt tot een besparing van slechts 1000 m<sup>3</sup> gas in plaats van de berekende 3000.

Voor de hele woningvoorraad is het reboundeffect echter lager, want de relatieve verschillen tussen berekend en werkelijk gasverbruik zijn kleiner bij de andere labelcategorieën. Bovendien geldt ook hier dat een deel van de verschillen te maken zal hebben met andere factoren zoals inkomen, preferenties en leefgewoonten. Mensen met een laag inkomen die niet erg kouwelijk zijn, zullen waarschijnlijk oververtegenwoordigd zijn onder de bewoners van woningen met label G, terwijl er meer ‘rijke koukleumen’ in een woning met label A zullen wonen.

Verder kan opgemerkt worden dat het verschil tussen de theoretische besparing en de besparing in de praktijk ook andere oorzaken kan hebben, zoals een minder goede technische uitvoering van de genomen energiebesparingsmaatregelen.

## 2.4 Verschillen met andere landen?

De grote variatie in schattingen van de grootte van het reboundeffect maakt het lastig om iets zinnigs te zeggen over de vraag of de situatie in Nederland significant verschilt van die in andere landen. Zeker is wel dat gezien het hoge welstandsniveau in Nederland en het relatief hoge niveau van marktverzadiging prijseffecten naar verwachting relatief beperkt zullen zijn en dat de kans op ‘backfire’ (reboundeffect van meer dan 100%) heel klein zal zijn. Verder kan worden geconstateerd dat ook in Nederland op verschillende terreinen de daling van de energievraag geen gelijke tred houdt met de verbetering van de energie-efficiëntie. In hoeverre dit kan worden toegeschreven aan het reboundeffect (in enge zin) en in hoeverre aan andere factoren is zonder nader onderzoek niet te zeggen. Vooralsnog is er geen reden om aan te nemen dat er sprake is van wezenlijke verschillen met andere EU- of OECD-landen met een vergelijkbaar welstandsniveau.

Het is daarnaast goed om op te merken dat door Nederlands beleid gestimuleerde resource efficiency maatregelen in andere landen wellicht wel kampen met een relatief groot reboundeffect. Studies in bijvoorbeeld de BRIC landen (Brazilië, Rusland, India en China) laten bijvoorbeeld zien dat reboundeffecten kunnen oplopen tot meer dan 100%: het stimuleren van efficiëntieverbeteringen in dergelijke landen zal dan ook niet altijd leiden tot het gewenste effect (Yu *et al.* 2013; Wang *et al.* 2012a; 2012b).

---

<sup>5</sup> Gegevens ontleend aan Majcen *et al.* (2013).

## 2.5 Het reboundeffect in beleid(sanalyses) en modellen

Gegeven het gebrek aan eensluidende antwoorden op de vraag wat het reboundeffect precies behelst en hoe groot het is, hoeft het geen verwondering te wekken dat er ook (nog) geen standaardmanier is om met het effect rekening te houden in de beleidsvoorbereiding en -uitvoering. Wel bestaan er hier en daar vuistregels en ook in sommige modellen en analyses wordt het reboundeffect wel meegenomen.

### In hoeverre houdt beleid al rekening met het reboundeffect?

Het reboundeffect lijkt bij EU-beleid vaak niet vooraf te worden meegenomen. Zo zijn de Europese normen voor het energiegebruik van apparaten grotendeels gebaseerd op Richtlijn 2009/125 betreffende de totstandbrenging van een kader voor het vaststellen van eisen inzake ecologisch ontwerp voor energiegerelateerde producten (PbEU L285, 31.10.2009). Het in 2008 door de Commissie gepresenteerde voorstel voor deze Richtlijn ging vergezeld van een Impact Assessment (SEC 2008 (2116)), waarin ondermeer de verwachte milieueffecten worden beschreven. In deze Impact Assessment komt de term 'rebound' niet voor. Om zeker te weten of er al dan niet rekening is gehouden met het reboundeffect zouden de onderliggende studies moeten worden bestudeerd. En in de Impact Assessment bij de Commissievoorstellen voor aanscherping van de CO<sub>2</sub>-emissienormen voor personen- en bestelauto's (SWD(2012) 213 final) wordt het reboundeffect wel genoemd, maar ook daar lijkt het niet verwerkt te zijn in de berekeningen van de verwachte effecten.

Er zijn overigens voorbeelden van beleid waarbij vooraf wel rekening wordt gehouden met het reboundeffect. Zo heeft in het Verenigd Koninkrijk het Department of Energy and Climate Change (DECC) richtlijnen opgesteld voor beleidsmakers om rekening te houden met het reboundeffect. Daarin wordt ondermeer aanbevolen om bij de te verwachten energiebesparing door woningisolatiemaatregelen een reboundeffect van 15% in te calculeren ('comfort taking') (Maxwell *et al.*, 2011). En in de Verenigde Staten houdt het Environmental Protection Agency (EPA) rekening met een reboundeffect van 10% (in termen van autokilometers) bij het bepalen van de effecten van brandstofefficiëntie-eisen voor auto's (IRGC, 2013).

### Het reboundeffect in het model IMAGE

In het mondiale modelsysteem IMAGE speelt het reboundeffect op twee plaatsen een duidelijke rol. In IMAGE/TIMER, het energiemodel, reageert de vraag naar energie vanuit de sectoren op de prijs ervan, die bepaald wordt door de prijzen van energiedragers die als input gebruikt worden. Als er sprake is van daling van de prijs van het geleverde energieproduct, zal de vraag ernaar toenemen. Als bijvoorbeeld de prijzen op de energiemarkt dalen als gevolg van vraagvermindering als gevolg van klimaatbeleid, zal de consumptie stijgen van alle gebruikers die dezelfde energiedrager gebruiken, maar die niet geconfronteerd worden met impliciete of expliciete andere extra kosten als een koolstofbelasting of aankoop van emissierechten. Ook als technieken goedkoper worden in aanschaf en gebruik en/of door een hoger rendement kan de prijs van de geleverde energiediensten dalen en de vraag toenemen. De vraag naar energiediensten bij verbeterde technieken is hoger dan wanneer de technieken niet verbeteren: 'frozen technology'. De focus van het energiedeel van IMAGE is overigens gericht op langetermijndynamiek; de meer kortetermijneffecten op prijs dankzij overcapaciteit worden niet goed beschreven. Dat betekent dat er op korte termijn dus een grotere rebound zou kunnen zijn dan in IMAGE wordt beschreven.

In de onderdelen van IMAGE die tezamen de aan land gebonden activiteiten beschrijven is er eveneens sprake van reboundeffecten als reactie op lagere prijzen. In

recente studies is onder andere gekeken naar vermindering van verliezen in de voedselketen, die per saldo een verlaging van de voedselprijzen voor de consument opleveren en daarmee tot een toename van de vraag. En zo'n toename van de vraag is ook te zien als een sterkere verbetering van de landbouwproductiviteit wordt aangenomen, die leidt tot lagere productiekosten en voedselprijzen. Tenslotte zijn de effecten van een lagere consumptie van vlees- en zuivelproducten onderzocht in die landen waar nu sprake is van zeer hoge consumptie per hoofd. Door de lagere vraag naar dergelijke producten daalt hun prijs en neemt de consumptie ervan toe in landen met een veel lagere consumptie van dierlijke eiwitten.



## 3 De kern van de zaak: groei en gedrag

### 3.1 Productiviteitsverbetering en welvaarts groei

Bij enig reflecteren over het reboundeffect komt men al gauw tot het inzicht dat het een specifieke verschijningsvorm is van een algemeen verschijnsel: productiviteitsverbetering leidt (meestal) tot welvaarts groei. Een hogere efficiëntie betekent dat we hetzelfde als voorheen (of zelfs meer) kunnen bereiken met de inzet van minder middelen. Het kan daarbij gaan om energie en andere hulpbronnen, maar natuurlijk ook om andere middelen zoals geld, arbeid, (productie)capaciteit, tijd en ruimte. De als gevolg van efficiëntieverbetering vrijkomende middelen kunnen gebruikt worden om meer van hetzelfde te gaan doen en/of om andere dingen mee te doen. Het reboundeffect is dan ook niet zonder meer negatief te noemen. Voor de consument betekent de geboekte efficiencywinst dat hij zijn welvaart kan verhogen.

Natuurlijk is het ook mogelijk om de vrijkomende middelen ongebruikt te laten, maar vanuit economisch oogpunt is dat geen voor de hand liggende keuze: er is sprake van 'opportunity costs'. Productiviteitsverbetering leidt alleen tot welvaarts groei als de vrijkomende middelen ook daadwerkelijk worden gebruikt om in individuele of maatschappelijke behoeften te voorzien. Daarbij hanteren we uiteraard een breed welvaartsbegrip: de welvaart neemt ook toe als het vrijkomende geld wordt besteed aan 'goede doelen', de vrijkomende tijd aan ontspanning of de vrijkomende ruimte aan natuurontwikkeling.

Zo bezien brengt het reboundeffect ons weer terug bij de aloude vraag: kan groei groen zijn? Dat het antwoord op deze vraag een "ja, mits"-karakter heeft, daarvan zijn de meeste mensen wel overtuigd. Het "mits" houdt vooral verband met het gedrag van degenen die de vruchten van de productiviteitsgroei plukken en de wijze waarop dat gedrag gestuurd en veranderd kan worden. Het reboundeffect geeft wel aanleiding om stil te staan bij het feit dat welvaarts groei nog steeds gepaard blijft gaan met extra consumptie en niet, bijvoorbeeld, met extra vrije tijd. Sterker nog, tijd lijkt steeds schaarser te worden, wat op zich ook weer tot extra consumptie leidt. Lorek en Fuchs (2013) betogen dat het reboundeffect alleen kan worden opgelost door te stimuleren dat mensen energie-intensieve producten weer vervangen door tijdsintensieve producten en dat welvaart minder afhankelijk wordt van consumptie. Dit vraagt echter om een paradigmaverandering die veel meer omvat dan het reboundeffect alleen.

### 3.2 Gedragsaspecten

Als het reboundeffect inderdaad niets anders is dan een variant of onderdeel van het vraagstuk van groene groei of duurzame productie en consumptie, dan zou men kunnen volstaan met een verwijzing naar de vele literatuur die er over dat onderwerp al bestaat. Er zijn echter aanwijzingen dat het reboundeffect ook te maken heeft met enkele specifieke gedragsaspecten, waardoor het niet alleen maar een kwestie is van reallocatie van door efficiëntieverbetering/productiviteitsgroei vrijkomende middelen.

Een van die specifieke aspecten betreft een verschijnsel dat wel 'moral self-licensing' wordt genoemd (Murray, 2013; Merritt *et al.*, 2010). Simpel gezegd: als ik spaarlampen koop en zonnepanelen installeer, heb ik al zoveel goeds voor 'het milieu' gedaan dat ik met een gerust hart een verre vliegreis kan maken. In dit geval is het dus niet (alleen) de bespaarde energie, maar (ook) het 'bespaarde schuldgevoel' dat het reboundeffect verklaart.

Een ander specifiek reboundgerelateerde gedragsaspect is het bestaan van ‘mentale budgetten’. Veel mensen hebben in hun hoofd een ‘boekhouding’ zitten waarin (globaal) bepaalde bedragen (of percentages van het besteedbaar inkomen) zijn gereserveerd voor bepaalde bestemmingen (denk aan het befaamde experiment met theaterkaartjes van Kahneman en Tversky, 1984). Ook voor de besteding van tijd lijkt een dergelijk mechanisme te bestaan, hetgeen mede kan verklaren waarom bijvoorbeeld de tijd die aan vervoer wordt besteed ondanks toenemende snelheden niet vermindert (Van Wee *et al.*, 2006).

Een implicatie van zulke ‘mental accounting’-mechanismen is dat de winst van een efficiëntieverbetering primair binnen hetzelfde domein zal worden aangewend. Met andere woorden: van een extra besteedbare euro die te danken is aan een zuinigere auto zal een groter deel aan autorijden (of, meer algemeen, aan vervoer) worden besteed dan van een extra besteedbare euro die te danken is aan een hoger salaris.

Dergelijke gedragsaspecten beperken de ruimte voor effectief beleid: zo blijkt uit verschillende studies dat het informeren en bewust maken van consumenten wel enig effect heeft, maar dat keuzegedrag toch vooral bepaald wordt door prijs (Murray, 2013; Cohen and Van den Bergh, 2012; Olson 2013).

## 4 Bouwstenen voor een ‘reboundeffectbewust’ beleid

Zoals gezegd: we weten vrij zeker dat het reboundeffect niet verwaarloosbaar is, maar doorgaans ook niet zo groot dat het de energie- of grondstoffenbesparing door efficiëntieverbetering volledig teniet doet. Als we deze bevinding in beleidstermen vertalen, betekent dit: een beleid dat zich richt op verbetering van resource efficiency is niet zinloos, maar ook niet voldoende. Bij het bepalen van de (kosten)effectiviteit van dat beleid zal rekening moeten worden gehouden met het reboundeffect. Bovendien zullen er, om te zorgen dat milieueffecten en hulpbronnengebruik binnen bepaalde grenzen blijven, aanvullende instrumenten nodig zijn.

Harde doelstellingen in het milieubeleid vereisen harde restricties. Op sommige gebieden zijn zulke grenzen al getrokken. Het Europese systeem van emissiehandel voor broeikasgassen kent vele gebreken, maar heeft in elk geval de verdienste dat de kern ervan een emissieplafond is dat niet straffeloos overschreden kan worden. Ook voor (andere) luchtverontreinigende stoffen gelden in de EU emissieplafonds, die op lidstaatniveau bindend zijn. Knelpunten ontstaan doordat het beleid op lagere niveaus meestal probeert om binnen de afgesproken *absolute* grenzen te blijven door het bevorderen van *relatieve* verbeteringen (zoals energie-efficiëntere huizen, auto's en apparaten). Door het reboundeffect en andere groei gerelateerde mechanismen is zulk beleid vaak minder effectief dan men had gehoopt. Daarom is het ook nodig om bij de monitoring van de resource efficiency zowel te kijken naar absolute als relatieve indicatoren.

Het opleggen van harde grenzen op het niveau van sectoren, bedrijven of huishoudens zal echter vaak stuiten op gebrek aan uitvoerbaarheid en acceptatie, zelfs als er door middel van verhandelbaarheid flexibiliteit in het systeem wordt gebracht (zie bijvoorbeeld de discussie over individuele CO<sub>2</sub>-quota: Lockwood, 2010). Er zal dus ook gezocht moeten worden naar andere manieren om het reboundeffect te beteugelen.

Aangezien het reboundeffect wordt veroorzaakt door dalende prijzen, ligt het voor de hand om mogelijkheden voor minimalisatie of compensatie van het reboundeffect te zoeken in beprijzing, bijvoorbeeld in de vorm van een belasting. Bij het beprijzen van de milieuschade geldt over het algemeen dat hoe meer landen en sectoren meedoen, des te kosteneffectiever het wordt. Voor zover het gaat om energie zijn energiebelastingen en andere financiële prikkels waarschijnlijk onmisbaar als aanvullende instrumenten (Greening *et al.*, 2000). Die zorgen voor een generieke en blijvende stimulans om te voorkomen dat de geboekte energie-efficiëntiewinst voor een groot deel weer wordt omgezet in extra energiegebruik.

Beleidsmakers hebben vaak ook behoefte aan meer gerichte instrumenten. Deels kan het daarbij gaan om het zichtbaar maken van het reboundeffect. Door middel van ‘carbon (life cycle)’-labels en ‘footprint’-berekeningen kunnen burgers en bedrijven bijvoorbeeld te weten komen of de besteding van hun met energiebesparing verdiende geld per saldo nog steeds ‘klimaatwinst’ oplevert. Er kan ook worden gedacht aan instrumenten die stimulansen geven om het bespaarde geld te besteden (of te beleggen<sup>6</sup>) op een manier die weinig negatieve milieueffecten of hulpbronnenbeslag oplevert, zoals (arbeidsintensieve) diensten. Daarbij zou men kunnen aansluiten bij

---

<sup>6</sup> Druckman *et al.* (2011) wijzen op het belang van ‘low carbon investments’ door huishoudens.

momenteel in zwang zijnde concepten als 'de energieke samenleving' en 'community based' initiatieven (zie Box 1).

*Box 1 Publieke voorzieningen financieren met bespaarde energie?*

Veel openbare voorzieningen, zoals bibliotheken, buurthuizen en muziekscholen, dreigen te verdwijnen als gevolg van gemeentelijke bezuinigingen. Een creatief energiebedrijf zou, in samenwerking met woningcorporaties en bewoners, een formule kunnen bedenken om het rendement van investeringen in energiebesparing om te zetten in het behoud van zulke, door de burgers vaak hoog gewaardeerde, voorzieningen. Daarmee wordt tevens verzekerd dat het met de energiebesparing bespaarde geld in elk geval gedeeltelijk wordt besteed aan diensten met een lage 'carbon footprint'.

## 5 Hoe verder?

Dertien jaar geleden konden Berkhout *et al.* (2000) nog monter concluderen dat het reboundeffect, gezien de geringe omvang ervan, voor de beleidsmaker niet iets was om zich druk over te maken. Inmiddels zijn de inzichten en opvattingen hierover duidelijk veranderd. Onderzoekers en beleidsmakers lijken zich ervan bewust te worden dat het reboundeffect iets is om serieus te nemen en om rekening mee te houden. Ook is gebleken dat het niet om een op zichzelf staand verschijnsel gaat, maar dat het een van de vele indirecte terugkoppelingsmechanismen is, die de relatie tussen resource efficiencybeleid en de effecten ervan compliceren. Daar komt bij dat bij resource efficiency primair wordt gekeken naar de verbetering van de milieu-productiviteit waarmee goederen en diensten worden geproduceerd. De focus op de relatieve verbetering voor het milieu verhuult soms dat in absolute zin nog steeds sprake is van een verslechtering van het milieu. Het is dan ook nodig om bij de monitoring van resource efficiency zowel te kijken naar relatieve als absolute indicatoren.

Het reboundeffect is een uitvloeisel van productiviteits- en efficiëntieverbeteringen die vaak op zichzelf gewenst zijn, omdat ze de welvaart van consumenten verhogen. De kunst is dan om mechanismen te ontwerpen die de welvaartswinst ‘verzilveren’ in een minder milieubelastende richting. Zowel het verdergaand beprijzen van milieuschade als dynamische regulering kunnen impulsen geven om dit te realiseren. Naast harde grenzen, financiële prikkels en informatievoorziening kunnen nieuwe instrumenten hierbij een rol spelen. Conform de tijdgeest ligt het voor de hand om te denken aan instrumenten die een beroep doen op de creativiteit en het zelforganiserend vermogen van burgers, bedrijven en maatschappelijke organisaties. Het uitwerken van dergelijke concepten en het testen ervan in praktijkexperimenten kan een belangrijke volgende stap zijn.

Nader onderzoek naar de omvang van het reboundeffect kan interessant zijn, maar gezien alle methodologische problemen valt te betwijfelen of het veel nieuwe inzichten zal opleveren. Meer perspectief lijkt er te zijn voor onderzoek naar andere ‘rebound-achtige’ (indirecte, secundaire) effecten van efficiëntieverbetering die potentieel relevant zijn voor het milieu. Een voorbeeld daarvan is het fenomeen dat wel ‘time rebound’ wordt genoemd (Hertwich, 2005; Sorrell *et al.*, 2009; Van den Bergh, 2011): arbeids- en tijdsbesparende technische ontwikkeling maakt dat mensen meer tijd kunnen besteden aan andere zaken. De ervaring leert dat dat niet altijd zaken zijn met een gering milieueffect. Het klassieke ‘vraagstuk van de vrijetijdsbesteding’ dient zich daarmee aan in een nieuw jasje. Hoe zorgen we ervoor dat mensen hun tijd (en geld) gaan besteden aan activiteiten die maatschappelijk wenselijk (in casu weinig milieubelastend) zijn, zonder daarbij als overheid een paternalistische rol te spelen? In theorie is het immers mogelijk om de gerealiseerde besparing op bijvoorbeeld energie te investeren in verdergaande energiebesparing. Op deze wijze zou aan de negatieve gevolgen voor milieu kunnen worden ontsnapt, zonder dat het ten koste lijkt te gaan van economische groei. Zo kan worden bijgedragen aan de verdere vergroening van economie. Maar dit gaat wel ten koste van de individuele keuzevrijheid.

Ook voor maatregelen gericht op groene groei in ontwikkelingslanden kan het van belang zijn verder onderzoek te doen naar de omvang van directe en indirecte reboundeffecten: in opkomende economieën is vaker sprake van een reboundeffect van meer dan 100%, wat het milieueffect van de resource efficiëntie maatregelen volledig teniet zou doen.

Algemeen lijkt het zinvol om onderzoek naar de omvang van reboundeffecten te koppelen aan beleidsmaatregelen. Slimmer ontwerp van bestaande beleidsmaatregelen kan in bepaalde gevallen het reboundeffect (deels) ondervangen, waarmee aandacht voor het reboundeffect *an sich* wellicht minder zinvol is dan aandacht voor het reboundeffect in het ontwerp van effectief beleidsinstrumentarium.

## Referenties

- Barrett, J. & Scott, K. (2012). Link between climate change mitigation and resource efficiency: a UK case study. *Global Environmental Change*, 22, 299-307.
- 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.
- Brookes, L. (1990). The greenhouse effect: the fallacies in the energy efficiency solution. *Energy Policy*, 18(2), 199-201.
- Brookes, L. (2000). Energy efficiency fallacies revisited. *Energy Policy*, 28(6-7), 355-366.
- Boulanger, P.M., et al. (2013, forthcoming). *Household Energy Consumption and Rebound Effect*, HECORE. Belgian Science Policy Office (Belspo), Brussels.
- Chitnis, M., Sorrell, S., Druckman, A., Firth, S.K. & Jackson, T. (2013). Turning lights into flights: Estimating direct and indirect rebound effects for UK households. *Energy Policy*, 55, 234-250.
- Cohen, M.A. & van den Bergh, M. (2012). The potential role of carbon labeling in a green economy. *Energy Economics*, 34, S53-S63.
- Davis, L.W. (2007). *Durable Goods and Residential Demand for Energy and Water: Evidence from a Field Trial*. Department of Economics, University of Michigan.
- De Haan, P., Mueller, M.G. & Sholz, R. (2009). How much do incentives affect car purchase? Agent-based microsimulation of consumer choice of new cars—Part II: Forecasting effects of feebates based on energy-efficiency. *Energy Policy*, 37, 1083-1094.
- Dimitropoulos, J. (2007). Energy productivity improvements and the rebound effect: An overview of the state of knowledge. *Energy Policy*, 35(12), 6354-6363.
- Druckman, A., Chitnis, M., Sorrell, S. & Jackson, T. (2011). Missing carbon reductions? Exploring rebound and backfire effects in UK households. *Energy Policy*, 39(6), 3572-3581.
- EEA (2013). *Achieving energy efficiency through behaviour change: what does it take?* EEA Technical report no. 5/2013, European Environment Agency, Copenhagen.
- Europese Commissie (2011). *Efficiënt gebruik van hulpbronnen. Vlaggenschipinitiatief in het kader van de Europa 2020-strategie*. COM(2011) 21definitief, Brussel, 26.1.2011.
- Freire González, J. (2010). Empirical evidence of direct rebound effect in Catalonia. *Energy Policy*, 38, 2309-2314.
- Freire González, J. (2011). Methods to empirically estimate direct and indirect rebound effect of energy-saving technological changes in households. *Ecological Modelling*, 223, 32-40.
- Frondel, M., Ritter, N. & Vance, C. (2012). Heterogeneity in the rebound effect: Further evidence for Germany. *Energy Economics*, 34, 461-467.
- Greene, D.L. (2012). Rebound 2007: Analysis of U.S. light-duty vehicle travel statistics. *Energy Policy*, 41, 14-28.
- Greening, L.A., Greene, D.L. & Difiglio, C. (2000). Energy efficiency and consumption - the rebound effect - a survey. *Energy Policy*, 28, 389-401.

- Guertin, C., Kumbhakar, S.C. & Duraiappah, A.K. (2003). *Determining Demand for Energy Services: Investigating income driven behaviours*. International Institute for Sustainable Development (IISD), Winnipeg.
- Haas, R., Biermayr, P., Zoehling, J. & Auer, H. (1998). Impacts on electricity consumption of household appliances in Austria: a comparison of time series and cross-section analyses. *Energy Policy*, 26, 1031-1040.
- Herring, H. (1999). Does energy efficiency save energy? The debate and its consequences. *Applied Energy*, 63, 209-226.
- Hertwich, E. (2005). Consumption and the rebound effect. *Journal of Industrial Ecology*, 9(1-2), 187-200.
- IRGC (2013). *The Rebound Effect: Implications of Consumer Behaviour for Robust Energy Policies*. International Risk Governance Council, Lausanne.
- Jevons, W.S. (1865). *The Coal Question. An Inquiry Concerning the Progress of the Nation, and the Probable Exhaustion of Our Coal Mines*. London: Macmillan and Co.
- Jin, S.-H. (2007). The effectiveness of energy efficiency improvement in a developing country: Rebound effect of residential electricity use in South Korea. *Energy Policy*, 35, 5622-5629.
- Kahneman, D. & Tversky, A. (1984). Choices, values, and frames. *American Psychologist*, 39, 341-350.
- Khazzoom, J.D. (1980). Economic Implications of Mandated Energy Efficiency in Standards for Household Appliances. *The Energy Journal*, 1(4), 21-40.
- Koerth-Baker, M., Turner, K., de Fence, J. & Xin, C. Cui (2011). *The Rebound Effect: Some Questions Answered*. Strathclyde Discussion Papers in Economics No. 11-07, University of Strathclyde, Glasgow.
- Larson, W., Liu, F. & Yezer, A. (2012). Energy footprint of the city: Effects of urban land use and transportation policies. *Journal of Urban Economics*, 72, 147-159.
- Lockwood, M. (2010). The economics of personal carbon trading. *Climate Policy*, 10(4), 447-461.
- Lorek, S. & Fuchs, D. (2013). Strong sustainable consumption governance - precondition for a degrowth path? *Journal of Cleaner Production*, 38, 36-43.
- Maestre Andrés, S., Calvet Mir, L., van den Bergh, J.C.J.M., Ring, I. & Verburg, P.H. (2012). Ineffective biodiversity policy due to five rebound effects. *Ecosystem Services*, 1, 101-110.
- Majcen, D., Itard, L.C.M., & Visscher, H. (2013). Theoretical vs. actual energy consumption of labeled dwellings in the Netherlands: Discrepancies and policy implications. *Energy Policy*, 54, 125-136.
- Maxwell, D., Owen, P., McAndrew, L., Muehmel, K. & Neubauer, A. (2011). *Addressing the Rebound Effect*. A report for the European Commission, DG Environment, 26 April 2011. Global View Sustainability Services, in association with BIO Intelligence Service and Ecologic Institute.
- Merritt, A.C., Efron, D.A. & Monin, B. (2010). Moral Self-Licensing: When Being Good Frees Us to Be Bad. *Social and Personality Psychology Compass*, 4(5), 344-357.
- Murray, C.K. (2013). What if consumers decided to all 'go green'? Environmental rebound effects from consumption decisions. *Energy Policy*, 54, 240-256.
- Olson, E.L. (2013). It's not easy being green: the effects of attribute tradeoffs on green product preference and choice. *Journal of the Academy of Marketing Science*, 41(2), 171-184.



- PBL (2012). Nederland verbeeld. [www.pbl.nl/nederlandverbeeld](http://www.pbl.nl/nederlandverbeeld) .
- Safarzynska, K. (2012). Modeling the rebound effect in two manufacturing industries. *Technological Forecasting & Social Change*, 79, 1135-1154.
- Saunders, H.D. (2013a, in press). Historical evidence for energy efficiency rebound in 30 US sectors and a toolkit for rebound analysts. *Technological Forecasting & Social Change*.
- Saunders, H. (2013b, in press). Is what we think of as “rebound” really just income effects in disguise? *Energy Policy*.
- Seyfang, G. (2010). Community action for sustainable housing: Building a low-carbon future. *Energy Policy*, 38, 7624-7633.
- Small, K.A. & van Dender, K. (2007). Fuel efficiency and motor vehicle travel: the declining rebound effect. *Energy Journal*, 28(1), 25-51.
- Sorell, S. & Dimitropoulos, J. (2008). The rebound effect: Microeconomic definitions, limitations and extensions. *Ecological Economics*, 65(3), 636-649.
- Sorrell, S. (2009). Jevons’ Paradox revisited: The evidence for backfire from improved energy efficiency. *Energy Policy*, 37(4), 1456-1469.
- Sorrell, S., Dimitropoulos, J., & Sommerville, M. (2009). Empirical estimates of the direct rebound effect: A review. *Energy Policy*, 37, 1356-1371.
- Stehfest, E., van den Berg, M., Woltjer, G., Msangi, S. & Westhoek, H. (2013). Options to reduce the environmental effects of livestock production – Comparison of two economic models. *Agricultural Systems*, 114, 38-53.
- Su, Q. (2012). A quantile regression analysis of the rebound effect: Evidence from the 2009 National Household Transportation Survey in the United States. *Energy Policy*, 45, 368-377.
- Throne-Holst, H., Stø, E. & Strandbakken, P. (2007). The role of consumption and consumers in zero emission strategies. *Journal of Cleaner Production*, 15, 1328-1336.
- Van den Bergh, J.C.J.M. (2011). Energy Conservation More Effective With Rebound Policy. *Environmental and Resource Economics*, 48, 43-58.
- Van Wee, B., Rietveld, P. & Meurs, H. (2006). Is average daily travel time expenditure constant? In search of explanations for an increase in average travel time. *Journal of Transport Geography*, 14, 109-122.
- Wang, H., Zhou, D.Q., Zhou, P. & Zha, D.L. (2012a). Direct rebound effect for passenger transport: Empirical evidence from Hong Kong. *Applied Energy*, 92, 162-167.
- Wang, H., Zhou, P. & Zhou, D.Q. (2012b). An empirical study of direct rebound effect for passenger transport in urban China. *Energy Economics*, 34(2), 452-460.
- Winebrake, J.J., Green, E.H., Comer, B., Corbett, J.J. & Froman, S. (2012). Estimating the direct rebound effect for on-road freight transportation. *Energy Policy*, 48, 252-259.
- Yu, B., Zhang, J. & Fujiwara, A. (2013, in press). Evaluating the direct and indirect rebound effects in household energy consumption behavior: A case study of Beijing. *Energy Policy*.