

Datum : 12 maart 2001

Aan : Commissie Interdepartementaal Beleidsonderzoek (IBO) Energiesubsidies

## **Neveneffecten van het verlenen van subsidies voor energiebesparing**

### **1 Samenvatting**

De commissie Interdepartementaal Beleidsonderzoek (IBO) Energiesubsidies heeft het CPB verzocht een analyse te maken van twee neveneffecten van het verlenen van subsidies voor energiebesparing, te weten het reboundeffect en het Baumoleffect. In deze notitie wordt aangegeven wat onder deze neveneffecten moet worden verstaan, hoe de effecten kunnen worden gekwantificeerd, waarna ten slotte een inschatting wordt gegeven van de hoogte van de effecten bij de door de IBO-commissie onderzochte energiebesparingsregelingen.

Door het reboundeffect kan 0 tot 20% van het directe energiebesparingseffect als gevolg van toepassing van besparende technieken in het bedrijfsleven worden geneutraliseerd. Bij energiebesparingen in huishoudens kan het effect groter zijn en oplopen tot 50%. Het Baumol-effect als gevolg van subsidiëring van 'free riders' bij WKK is verwaarloosbaar. Dat wil niet zeggen dat dit effect in alle gevallen heel klein is. Het Baumol-effect is groter naar mate het percentage 'free riders' groter is, het totale subsidiebedrag groter is en het directe energiebesparingseffect geringer is.

### **2 Inleiding**

De toepassing van energie besparende technieken in bijvoorbeeld huishoudens en bedrijven leidt bij gelijkblijvende overige omstandigheden tot een vermindering van het energiegebruik van deze actoren. Deze directe effecten van toepassing van besparingstechnieken kunnen in meer of mindere mate geneutraliseerd worden door gedragsveranderingen bij de gebruikers van deze technieken. Zo kan het gebruik van isolatiemaatregelen in woningen er toe leiden dat de vraag naar verwarming toeneemt. De vraag naar elektriciteit zou kunnen toenemen wanneer de opwekking door middel van warmte-krachtkoppeling goedkoper is geworden. De effecten van

deze gedragsveranderingen op het energiegebruik worden in de literatuur het 'rebound effect' van energiebesparing genoemd.

Een ander effect kan ontstaan wanneer voor de investering in energie besparende technieken subsidies worden ontvangen. De energiebesparingssubsidies kunnen namelijk ook andere activiteiten stimuleren met als gevolg dat daardoor een deel van de in eerste instantie bereikte energiebesparing wordt geneutraliseerd. Dit effect doet zich voor wanneer de verstrekte subsidies omvangrijker zijn dan nodig is om de investering in een energiebesparende techniek rendabel te maken of wanneer actoren ook zonder de subsidie de investering zouden hebben verricht. Aangezien dit effect in de economische literatuur voor het eerst door Baumol is beschreven (zie bijvoorbeeld Baumol et al., 1988), wordt dit hier het Baumol-effect genoemd.

In deze notitie wordt een inschatting gegeven van de hoogte van deze beide soorten neveneffecten bij de door de IBO-commissie onderzochte energiebesparingsregelingen. Het reboundeffect komt in paragraaf 2 ter sprake en het Baumol-effect in paragraaf 3. In paragraaf 4 worden de conclusies samengevat.

## **3 Het reboundeffect**

### **3.1 Theorie**

De verandering in het gebruik van energie als gevolg van de toepassing van energiebesparende maatregelen, wordt in de literatuur het reboundeffect genoemd (zie bijv. Greening et al., 2000; Birol et al., 2000). Het reboundeffect is dat door het gebruik van energiebesparende technieken, de vraag naar de minder energie gebruikende processen of technieken toeneemt. Deze vraagtoename is het gevolg van het feit dat door de energiebesparing de inzet van een energie gebruikende apparaat of proces goedkoper is geworden. Wanneer woningen worden geïsoleerd, kost het verwarmen van woningen minder, waardoor de vraag naar warmte kan toenemen. Als de opwekking van elektriciteit gepaard gaat met minder kosten, dan zal de vraag naar elektriciteit toenemen. Analooft zal in een situatie waarin de kosten van de productie van warmte dalen, de vraag naar warmte toenemen. Het rebound effect is dus in eerste instantie een prijseffect. Doordat processen en apparaten minder energie vragen en dus in het gebruik minder kosten, zal de vraag er naar toenemen.

Analytisch kunnen de reacties van actoren op een verandering van de relatieve prijs van een bepaald goed, worden onderscheiden in een substitutie-effect en een bestedingseffect. Het substitutie-effect in geval van toepassing van energiebesparende technieken is, dat het gebruik van energie in vergelijking met het gebruik van andere productiefactoren, zoals arbeid, goedkoper is geworden. Het belang van energiegebruikende processen en technieken zal daardoor groter worden.

Voor zover de kostendaling niet wordt gebruikt om meer van het goedkoper geworden apparaat of proces te gaan inzetten, is er sprake van een bestedingseffect. Dit effect bestaat er uit dat de bestedingsruimte van actoren is vergroot, waardoor meer goederen kunnen worden gekocht, waaronder vanzelfsprekend ook weer goederen die energie vragen.

### 3.2 Kwantificering

Er is een groot aantal studies naar de omvang van het reboundeffect (zie bijvoorbeeld de genoemde verwijzingen). De precieze omvang van het effect hangt in sterke mate samen met de context waarbinnen de energiebesparing plaats vindt. Een belangrijke grootheid in dit verband is de hoogte van de energieprijzen. Hoe hoger de energieprijs in vergelijking met de prijs van andere productiefactoren, hoe groter het prijseffect van een efficiëntieverbetering.

Een andere factor is het aandeel van energiekosten in het totaal van de kosten van bedrijven en huishoudens. Hoe hoger dit aandeel, hoe groter ook hier de effecten van technische besparingen zijn. Verder is van belang de mate waarin actoren tot substitutie in staat zijn. In geval van grote, ondeelbare procesinstallaties, zal een verbetering in de technische energie-efficiëntie niet leiden tot een grotere inzet van die installaties. De energiebesparing vertaalt zich dan in een bestedingseffect. In welke mate dat leidt tot een toename in het energiegebruik, hangt af van de aard van de activiteiten van dat bedrijf.

Ondanks het gegeven dat de omvang van het reboundeffect van geval tot geval kan verschillen, is op basis van de literatuur wel een orde van grootte aan te geven. Door Greening et al. (2000) is een inventarisatie gemaakt van een groot aantal empirische studies naar de omvang van het rebound-effect (zie tabel 3.1).

**Tabel 3.1 Reboundeffect per sector en per energie vragende activiteit (in % directe besparing)**

Sector	Energie vragende activiteit	Reboundeffect
Huishoudens	ruimteverwarming	10-30%
	ruimtekoeling	0-50%
	waterverwarming	10-40%
	verlichting	5-12%
	apparaten ('witgoed')	0%
	vervoermiddelen	10-30%
Bedrijven	procesgebruik	0-20%
	verlichting	0-2%

Bron: Greening et al. (2000).

Uit tabel 3.1 volgt dat het reboundeffect doorgaans ligt tussen de 0 en 30% van de directe energiebesparing. Het reboundeffect is in het algemeen bij huishoudens groter dan bij bedrijven.

Bij huishoudens kan het reboundeffect oplopen tot 50% in geval de energiebesparing zich voordoet bij ruimteteoeling. Verhoging van de energie-efficiëntie van verlichtingsapparatuur en 'witgoed'-apparaten leidt daarentegen nauwelijks tot extra gebruik van deze apparaten en dus ook niet tot extra vraag naar energie.

Bij bedrijven kan het reboundeffect bij toepassing van energiebesparende technieken in procesinstallaties oplopen tot 20% van het directe besparingseffect. Ook voor bedrijven geldt dat verhoging van de energie-efficiëntie van verlichtingsapparatuur nagenoeg niet leidt tot extra vraag naar verlichting.

### **3.3 Inschatting reboundeffect IBO-regelingen**

Op grond van de doelgroep van elk van de subsidieregelingen die door de IBO-commissie worden onderzocht de technieken waarop deze gericht zijn en de gegevens uit tabel 2.1, is een inschatting gemaakt van het reboundeffect van die regelingen. De resultaten daarvan staan in tabel 2.2.

De onderzochte subsidieregelingen hebben grotendeels betrekking op bedrijven. Alleen de regeling voor zonthermische systemen wordt vooral door huishoudens gebruikt, terwijl één regeling (EINP) betrekking heeft op non-profitinstellingen exclusief overheidsorganisaties.

De regelingen Energie-investeringsaftrek (EIA), Willekeurige Afschrijving Milieu-investeringen (VAMIL) en het Besluit Stimulering Energiebesparingstechnieken gericht op WKK hebben betrekking op vermindering van energiegebruik bij processen in bedrijven. Het reboundeffect zal hier tussen de 0 en 20% liggen.

De regeling Energie-investeringsaftrek non-profitsector en bijzondere sectoren (EINP) heeft met name betrekking op ruimteverwarming. Hier zou het reboundeffect tussen de 10 en 30% kunnen liggen.

Voor de regelingen voor stimulering van zonneboilers en windturbines zal het reboundeffect vrijwel niet aan de orde zijn. In beide gevallen is geen sprake van energiebesparing, maar van een andere vorm van productie van respectievelijk warmte en elektriciteit. Mocht de toepassing van deze vormen van duurzame energie er toe leiden dat de prijs van energie omlaag gaat, dan

zal een daardoor opgewerkte extra vraag naar energie niet (direct) leiden tot een grotere vraag naar fossiele brandstoffen (maar tot een grotere vraag naar duurzaam opgewekte energie).<sup>1</sup>

**Tabel 3.2**      **Inschatting reboundeffect per regeling (in % van directe energiebesparing)**

Regeling	Doelgroep	Technieken <sup>a</sup>	Reboundeffect
Energie-investeringsaftrek (EIA)	Bedrijven	Diverse (waaronder verwarming, koeling en productie elektriciteit)	0-20%
Energie-investeringsaftrek non-profitsector en bijzondere sectoren (EINP)	Non-profit-instellingen excl. overheid	Met name ruimteverwarming	10-30%
Willekeurige afschrijving milieu-investeringen (VAMIL)	Bedrijven	Diverse (waaronder koeling en productie elektriciteit)	0-20%
regelingen voor zonthermische systemen	Bedrijven en huishoudens	productie warmte (zonneboilers)	0%
Besluit subsidies energiebesparingstechnieken WKK	Bedrijven	WKK-installaties (productie elektriciteit en warmte)	0-20%
Art. 36 o, Wet Belasting op Milieugrondslag (REB)	Bedrijven en huishoudens (opwekkers duurzame energie)	windturbines (productie elektriciteit)	0%

<sup>a</sup> Technieken die in kader van IBO zijn onderzocht.

## 4      **Baumol-effect**

### 4.1      **Theorie<sup>1</sup>**

Het verlenen van subsidies aan bedrijven voor het verrichten van bepaalde activiteiten die zij ook zonder subsidie zouden verrichten, heeft als gevolg dat de kosten van deze bedrijven omlaag gaan. In een concurrerende markt gaan dan de afzetprijzen omlaag. Het resultaat daarvan is dat de vraag naar de producten van de bedrijfstak toeneemt en het totale productievolume van de bedrijfstak hoger is dan in een situatie zonder subsidies. Door de toename van het productievolume zal, in dit geval, ook het energiegebruik van de bedrijfstak toenemen.

<sup>1</sup> Indirect zou de vraag naar fossiele brandstoffen door het gebruik van goedkope duurzame energie wel kunnen stijgen. Dit zal zich namelijk voordoen wanneer de prijsverlaging van duurzame energie dusdanig groot is dat het zou leiden tot vergroting van de bestedingsruimte van huishoudens en bedrijven (zie hiervoor bij theorie reboundeffect). Deze situatie is echter (vooralsnog) niet aan de orde.

<sup>1</sup> Deze paragraaf is gebaseerd op Baumol et al. (1988).

Overigens werkt bij het leggen van heffingen op productiemiddelen, zoals energie, dit mechanisme tegenovergesteld. Door het belasten van, in dit geval, het energiegebruik, nemen de kosten van de bestaande bedrijven toe, met als gevolg dat de marginale bedrijven in een bedrijfstak verlieslijdend worden en daardoor zullen uittreden. Het resultaat daarvan is dat het productievolume van de bedrijfstak afneemt en de eindproductprijzen toenemen. Door de afname van het productievolume van de bedrijfstak neemt het energiegebruik ook af.

## 4.2 Kwantificering

Om het Baumol-effect te kunnen bepalen is informatie nodig over

- a) het subsidiebedrag dat extra wordt uitgekeerd boven wat nodig is voor het bevorderen van de toepassing van de energiebesparende techniek;
- b) het effect van deze extra subsidie op de omvang van het energiegebruik;
- c) het directe energiebesparingseffect als gevolg van de toepassing van de energiebesparende techniek.

Het Baumol-effect kan vervolgens worden berekend als de uitkomst van b) in procenten van de uitkomst van c).

### *Extra uitgekeerde subsidie*

De extra uitgekeerde subsidie is het bedrag dat niet nodig is (geweest) om actoren tot investeren in energiebesparende technieken aan te zetten. Deels gaat het hier om actoren die zonder subsidie niet zouden investeren, maar aan een lager bedrag voldoende hadden gehad. Daarnaast betreft het hier actoren die geheel zonder subsidie ook de besparingstechnieken hadden aangeschaft (de zogenaamde 'free riders'). Aangezien alleen over deze laatste groep door het IBO-onderzoek informatie naar voren is gekomen, wordt het Baumol-effect alleen daarvoor bepaald. Dit betekent dus ook dat de uitkomst een onderschatting zal zijn van het werkelijke Baumol-effect.

Via het Ministerie van Economische Zaken is informatie verkregen over de hoogte van de in totaal uitgekeerde subsidiebedragen voor twee regelingen, te weten BSET-WKK en ZT en de hoogte van de investeringsbedragen waarvoor gebruik is gemaakt van de EIA (zie tabellen B.1 tot en met B.3).

In het kader van de regeling BSET-WKK is in de periode 1988 tot en met 1994 gemiddeld per jaar ongeveer 100 miljoen gulden subsidie verleend. Bijna een derde van dat bedrag kwam terecht in de glastuinbouw, terwijl in de chemische industrie en de dienstensector elk ongeveer een zesde van het totaal uitgekeerde bedrag ontvingen.

Het totaal uitgekeerde bedrag in het kader van stimulering zonthermische systemen was gemiddeld in de periode 1992 tot en met 1996 bijna 8 miljoen gulden per jaar. Het leeuwendeel daarvan is bij de huishoudens terecht gekomen.

In de jaren 1997 tot en met 1999 zijn in het kader van de regeling Energieinvesteringsaftrek totaal voor een bedrag van ongeveer 750 miljoen gulden investeringen aangemeld bij de belastingdienst. Deze investeringsbedragen zijn herleid tot subsidiebedragen op grond van het gegeven dat gemiddeld 15% van het investeringsbedrag via de fiscus wordt terugontvangen. Het totale EIA-subsidiebedrag komt aldus uit op 114 miljoen gulden gemiddeld per jaar.

De drie regelingen tezamen hebben dus gemiddeld per jaar tot een uitkering geleid van ongeveer 220 miljoen gulden per jaar. Uit het onderzoek van Ecofys is ten aanzien van de 'free riders' als globale conclusie gekomen dat deze ongeveer 40% uitmaken van de totale ontvangers van energiebesparingssubsidie. Op grond hiervan betekent dat de groep 'free riders' voor deze drie regelingen bijna 90 miljoen gulden per jaar aan subsidie heeft ontvangen.

#### *Toename energiegebruik als gevolg van extra uitgekeerde subsidie*

Het effect van de subsidieverlening op het productie- en investeringsvolume in de verschillende bedrijfstakken is berekend met het ATHENA-model van het CPB. Verondersteld is dat het hiervoor genoemde gemiddeld per jaar aan 'free riders' uitgekeerde subsidiebedrag gedurende de jaren 2000 tot en met 2006 elk jaar wordt verstrekt. De gevolgen voor productievolume en energiegebruik zijn vervolgens berekend voor de periode 2000 tot en met 2010.

Als scenario waar binnen de economische ontwikkelingen worden gesimuleerd, is het scenario met de hoogste economische groei (het Global-Competition-scenario) gehanteerd. Zou een ander scenario worden gekozen, dan zullen, zo is uit eerdere analyses gebleken, de effecten van de variant dezelfde orde van grootte hebben.

De aldus berekende economische gevolgen vormen de invoer van NEMO, het energievraagmodel van het CPB. Met dit model is het effect op het energiegebruik en de CO<sub>2</sub>-emissies berekend. In deze analyse is ook meegenomen het mogelijke effect van de toename in de investeringen op de energie-efficiëntie van de kapitaalgoederenvoorraad.

#### *Directe energiebesparingseffect van toepassing energiebesparende technieken*

Het directe energiebesparingseffect door de toepassing van de geselecteerde energiebesparingstechnieken is door Ecofys bepaald (Ecofys, 2000). De in dat onderzoek

gehanteerde berekeningswijze is de zogenaamde ‘bottom up’ benadering<sup>2</sup> die niet zonder meer kan worden gecombineerd met de ‘top down’ benadering van ATHENA en NEMO. Voor de investeringen in WKK zijn echter uit andere bron wel macro-gegevens beschikbaar over het directe besparingseffect (RIVM, 2000 en Elzenga et al., 2000). Daarom wordt het Baumol-effect in eerste instantie voor alleen de subsidiëring van WKK bepaald. Daarna zullen de uitkomsten worden veralgemeniseerd.

#### 4.2.1 Inschatting Baumol-effect subsidiëring WKK

De effecten van extra uitgekeerde subsidiebedragen op energiegebruik en emissies staan in tabel 3.1. Bij een jaarlijks bedrag van 90 miljoen gulden voor ‘free riders’ neemt het energiegebruik gemiddeld per jaar met 0,07 PJ toe en de emissies met 0,038 Mton. Bij andere subsidiebedragen aan ‘free riders’ nemen de effecten vrijwel lineair toe of af.

**Tabel 4.1 Toename energiegebruik en CO2-emissies per totaal subsidiebedrag aan ‘free-riders’**

Extra uitgekeerd bedrag (mln. gulden per jaar)	Effect op Energiegebruik (PJ per jaar)	Effect op CO2-emissies (Mton per jaar)
40	0,03	0,015
90	0,07	0,038
180	0,14	0,72
450	0,35	0,187

In het kader van WKK stimulering is per jaar ongeveer een bedrag van 40 miljoen gulden aan ‘free riders’ uitgekeerd, zodat daardoor jaarlijks 0,03 PJ meer energie wordt gebruikt. De door investeringen in WKK gerealiseerde energiebesparing was in afgelopen jaren ongeveer 9 PJ per jaar.<sup>3</sup> Het Baumol-effect in dit geval is dus ongeveer een half procent groot geweest.

<sup>2</sup> De directe energiebesparing is berekend op basis van het aantal met subsidie aangeschafte apparaten en technische gegevens over de mate waarin die apparaten zuiniger zijn dan alternatieve apparaten. In deze benadering wordt echter onvoldoende rekening gehouden met de omstandigheden waarin de apparaten worden ingezet.

<sup>3</sup> Elzenga et al. (2000) concluderen dat in 1988, toen de financiële stimulering van WKK begon, de totale besparing van WKK in de industrie 46 PJ groot was en dat sindsdien, ondanks een flinke toename van het opgestelde vermogen, de besparing is toegenomen tot 56 PJ in 1998. Gemiddeld per jaar is de extra besparing ongeveer 5 PJ. Dat de uitbreiding van de WKK-capaciteit nauwelijks heeft geleid tot meer besparingen wordt toegeschreven aan de verbetering van het rendement van de centrale elektriciteitsopwekking en de afname van het rendement van het gebruik van WKK als gevolg van onder meer de daling van de warmte-krachtverhouding. Wanneer deze uitkomsten worden vertaald naar de totale inzet van WKK in industrie, landbouw en diensten, dan is de totale extra besparing door uitbreiding van WKK ongeveer 9 PJ.



De factor waardoor het Baumol-effect bij deze regeling zo gering is, is de relatief hoge besparing door deze techniek. Wanneer hetzelfde bedrag aan 'free riders' bij een minder effectieve regeling was besteed, dan zou het Baumol-effect groter zijn.

## 5 Conclusies

1. Door het reboundeffect kan 0 tot 20% van het directe energiebesparingseffect als gevolg van toepassing van besparende technieken in het bedrijfsleven worden geneutraliseerd. Bij energiebesparingen in huishoudens kan het effect groter zijn en oplopen tot 50%. Bij investeringen in duurzame energie speelt het reboundeffect geen rol
2. Het Baumol-effect als gevolg van subsidiëring van 'free riders' bij WKK is verwaarloosbaar. Dat wil niet zeggen dat dit effect in alle gevallen heel klein is. Het Baumol-effect is groter naar mate het percentage 'free riders' groter is, het totale subsidiebedrag groter is en het directe energiebesparingseffect geringer is.

## 6 Literatuur

Baumol, W.J., W.E. Oates (1988), *The theory of environmental policy*, Cambridge University Press.

Birol, F., J.H. Keppler (2000), 'Prices, technology development and the rebound effect', in: *Energy Policy* 28(2000)457-469

Elzenga, H., B. Wesselink, Factsheet (2000), *energiebesparing door WKK in de industrie*, RIVM, Bilthoven

Greening, L.A., D.L. Greene, C. Difiglio (2000), 'Energy efficiency and consumption- the rebound effect-a survey', in: *Energy Policy* 28(2000)389-401

RIVM (2000), *Milieubalans 2000*, Bilthoven

## Bijlage Subsidie-uitgaven in kader van BSET-WKK en stimulering zonthermische systemen en investeringsbedragen in kader van EIA

**Tabel B.1 Subsidie-uitgaven in kader van BSET-WKK (x 1000 gulden)**

Bedrijfstak	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	gemid. '88/'94
Agro	11665	16005	16951	50305	70370	36327	14717	30906
Ov. industrie	20823	102	2375	642	32542	19416	407	10901
Metaal	9372	22	85	1474	2227	12236	1178	3799
Chemie	0	0	20000	64195	25351	2101	10526	17453
Voeding	6008	4631	6080	4108	30532	23571	11338	12324
Nutsbedr.	3308	1635	23251	17228	15728	603	2726	9211
Diensten	12545	18526	14614	18964	23644	16458	16114	17266
Huishoudens	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Totaal</b>	<b>63721</b>	<b>40921</b>	<b>83356</b>	<b>156916</b>	<b>200394</b>	<b>110712</b>	<b>57006</b>	<b>101861</b>

**Tabel B.2 Subsidie-uitgaven in kader van ZT (x 1000 gulden)**

Bedrijfstak	1992	1993	1994	1995	1996	gemid. '92/'96
Agro	282	182	7	20	5	99
Ov. industrie	15	26	3	25	51	24
Metaal	6	7	6	2	0	4
Chemie	0	0	0	0	0	0
Voeding	0	2	165	66	0	47
Nutsbedr.	12	51	8	2	12	17
Diensten	497	1031	565	510	464	613
Huishoudens	8632	6869	8128	6974	5114	7143
<b>Totaal</b>	<b>9444</b>	<b>8168</b>	<b>8882</b>	<b>7599</b>	<b>5646</b>	<b>7948</b>

**Tabel B.3 Investeringsbedragen in kader van EIA (x miljoen gulden)**

Bedrijfstak	1997	1998	1999	gemiddeld '97/'99
Agro	163	203	270	212
Ov. industrie	26	36	46	36
Metaal	40	167	27	78
Chemie	12	47	14	24
Voeding	40	38	45	41
Nutsbedr.	85	184	39	103
Diensten	281	312	212	268
Huishoudens	0	3	0	1
<b>Totaal</b>	<b>644</b>	<b>990</b>	<b>653</b>	<b>762</b>