

Effect van energie- en milieubeleid op broeikasgasemissies in de periode 1990-2000

H. Jeeninga (ECN)
E. Honig (RIVM)
A.W.N. van Dril (ECN)
R. Harmsen (ECN)



Verantwoording

Deze studie is uitgevoerd in opdracht van het ministerie van VROM en staat bij ECN geregistreerd onder projectnummer 77422. Contactpersoon namens VROM was drs. J.W.D. Vis. Naast de genoemde auteurs zijn bijdragen geleverd aan de studie door B.W. Daniëls van ECN Beleidsstudies en R. Thomas, K. Peek, D. Beker en J.A. Annema van RIVM.

Abstract

In this study, the effects of environmental policy and climate change policy on the development of greenhouse gases in 2000 is estimated. The study is conducted by the Energy research Centre of the Netherlands (ECN), department of Policy Studies, and the National Institute of Public Health and the Environment (RIVM). Policy instruments generally have the aim to promote the market penetration of energy saving options or options that mitigate impact on the environment. Without these policy instruments, the saving options will also penetrate the market, but in general in a lower speed. In order to make an estimate of the policy impact on the development of the emission of greenhouse gases, usually an estimate has to be made of the market situation without environmental and climate change policy. It should be noted that in this approach relative large uncertainties are involved. When possible, the effects of environmental and climate change policy are estimated per policy instrument. However, in some cases, the effects of a set of policy instruments can not be estimated on individual basis, due to interactions between these policy instruments.

As a result of environmental and climate change policy in the period 1990-2000, total CO₂-emissions have decreased by about 14 Mton in the year 2000. The total reduction of non-CO₂-gasses amounts to approximately 13 Mton. The total reduction of greenhouse gasses, as a result of policy instruments, of about 27 Mton is well over 10% of the total emission of greenhouse gasses in the Netherlands in the year 2000. Especially policy instruments aimed at reducing emissions of fluorine gasses (6.5 Mton CO₂-eq.), CHP-policy (4.2 Mton CO₂), as well as policy instruments in residential and commercial buildings (3.6 Mton CO₂), industry (3.2 Mton CO₂) and waste dumps (4 Mton CO₂-eq.) have had major impacts on greenhouse gas emissions.

INHOUD

SAMENVATTING	5
1. INLEIDING	7
2. SECTOR HUISHOUDENS	10
2.1 Beleidsinstrumenten	10
2.2 Het bouwbesluit en de EPN	11
2.3 Het MAP van EnergieNed	12
2.3.1 Na-isolatie van de bestaande bouw	12
2.3.2 De HR-ketel in de bestaande bouw	14
2.3.3 Ontwikkeling van het aantal HR-ketels in de bestaande bouw	14
2.3.4 Subsidiering van de HR-ketel in het kader van het MAP	15
2.3.5 Energiezuinige verlichting	16
2.3.6 Overig activiteiten	17
2.4 REB en Energielabels voor witgoedapparatuur	17
2.5 Overige instrumenten	20
2.6 Conclusie sector Huishoudens	20
3. SECTOR UTILITEITSBOUW	22
3.1 Inleiding	22
3.2 Beleidsinstrumenten	22
3.3 Effect beleidsmaatregelen op de ontwikkeling van de CO ₂ -emissie	23
3.3.1 De EIA/EINP en VAMIL regeling	24
3.3.2 REB	25
3.3.3 EPN	26
3.3.4 MAP	26
3.3.5 Overige instrumenten	26
3.4 Conclusie sector Utiliteitsbouw	27
4. INDUSTRIE	28
4.1 MJA-beleid, WBM-beleid	28
4.1.1 Evaluaties effectiviteit MJA-beleid	29
4.2 EIA en VAMIL	30
4.3 Overig beleid	31
4.3.1 CO ₂ -reductieplan	31
4.3.2 Bouwregelgeving	31
4.3.3 REB en BSB	31
4.3.4 MAP, MPI	31
4.4 Conclusie sector Industrie	32
5. LANDBOUW	33
5.1 Meerjarenafspraak energie-efficiëntie	33
5.1.1 Stand van zaken lopende MJA energie efficiëntie	33
5.1.2 Effect MJA-beleid	34
5.2 Overig beleid	34
5.2.1 EIA en VAMIL	34
5.2.2 REB en BSB	35
5.2.3 CO ₂ -reductieplan	35
5.2.4 Onderzoeksfinanciering	35
5.2.5 MAP	35
5.2.6 Bouwregelgeving	35
5.3 Conclusie sector Landbouw	36
6. WARMTEKRACHTKOPPELING	37
6.1 Opgesteld vermogen	37
6.1.1 Grootschalige WKK industrie	37

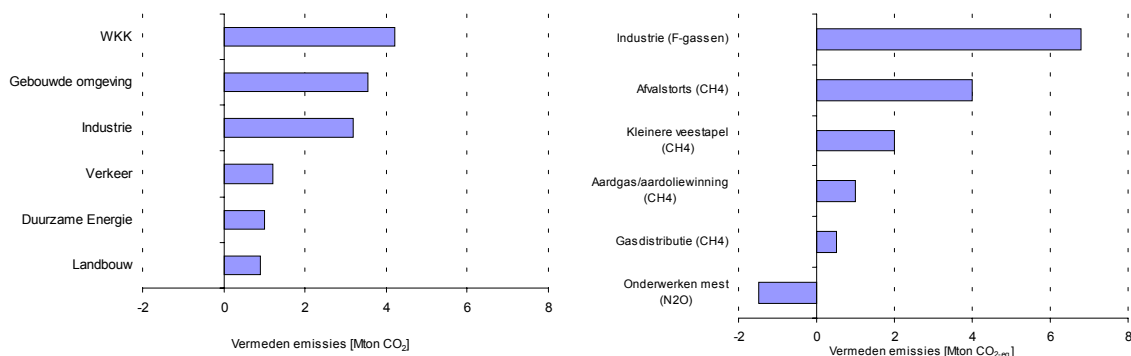
6.1.2	Kleinschalige WKK	39
6.1.3	Stadsverwarming en warmtedistributie	40
6.2	Extra CO ₂ -emissiereductie WKK 1990-2000 (autonoom + beleid)	40
6.3	Beleidsinstrumenten	42
6.4	Extra CO ₂ -emissiereductie WKK 1990-2000 als gevolg van beleid	44
6.4.1	Grootschalig industrie en raffinaderijen	44
6.4.2	Kleinschalige WKK	44
6.4.3	Stadsverwarming/warmtedistributie	45
6.5	Vergelijking met andere bronnen	45
6.6	Samenvatting en conclusie	46
7.	VERKEER	47
8.	DUURZAME ENERGIE	49
8.1	Inleiding	49
8.2	Beleidsinstrumenten	49
8.3	Reductie-effect van het beleid	49
8.4	Samenvatting en conclusie	50
9.	OVERIGE BROEIKASGASSEN	51
9.1	Industrie: F-gassen	51
9.2	Afvalstorts	51
9.3	Landbouw	52
9.4	Winning en distributie van aardgas	52
10.	CONCLUSIES	53
	REFERENTIES	57

SAMENVATTING

In opdracht van het ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieu (VROM) is door ECN en RIVM een studie uitgevoerd naar het effect van het milieu- en klimaatbeleid op de ontwikkeling van de broeikasgasemissies in de periode 1990-2000. In de Milieubalans 2001 heeft het RIVM reeds een eerste globale inschatting gedaan van het effect van beleid in de genoemde periode. De voorliggende studie kan worden beschouwd als een voortzetting en verdere onderbouwing hiervan. Omdat het hier gaat om een eerste aanzet voor het kwantificeren van de beleidseffecten op de ontwikkeling van de broeikasgasemissies, zijn de onzekerheden in de bepaalde emissiereducties relatief groot. Op bepaalde punten is verdere verdieping wenselijk.

In deze studie is gekozen voor een gemengde aanpak, waarin de inzichten vanuit verschillende bronnen en analyses meegenomen worden. Door het combineren van top down en bottom-up studies, wordt een indicatie verkregen van de robuustheid van de schattingen. Waar mogelijk is per instrument het effect op de CO₂-emissies bepaald. In de praktijk is echter vaak sprake van een gecombineerd effect van een aantal elkaar deels overlappende beleidsinstrumenten. Gezien de relatief korte doorlooptijd van het project, is met name gebruik gemaakt van direct aanwezige kennis en zijn alleen nieuwe berekeningen uitgevoerd voor 'witte vlekken' die niet op een andere wijze in te vullen waren. Ook de kosteneffectiviteit van het beleid wordt in deze studie niet bepaald. Alleen de beleidsinstrumenten op het gebied van energie- en milieu die een significant effect hebben zijn meegenomen. Beleidsinstrumenten die wel een indirect effect hebben op energiegebruik, maar niet vallen onder energiebeleid, zijn niet meegenomen.

Het effect van (klimaat)beleid op de CO₂-emissies bedraagt ruim 14 Mton, terwijl het effect op de overige broeikasgasemissies uitkomt op circa 13 Mton, zie onderstaande figuur.



Figuur S.1 *Effect van beleid op de emissie van CO₂ (links) en van overige broeikasgassen (rechts) in Nederland in de periode 1990-2000*

In totaal heeft het (milieu- en klimaat)beleid in de periode 1990-2000 dus geleid tot een reductie van de broeikasgasemissies van circa 27 Mton. Zonder dit beleid zouden de emissies in 2000 derhalve ruim 10% hoger zijn uitgevallen (de emissie bedroeg 222 Mton CO₂-equivalenten in 2000). Vooral het beleid gericht op de vermindering van de fluorgassen, het WKK-beleid, het energiebesparingsbeleid in de gebouwde omgeving en industrie en het afvalbeleid hebben tot aanzienlijke reducties geleid. De hier weergegeven emissiereducties als gevolg van beleid zijn slechts ten dele 'hard' en op bepaalde aspecten omgeven met relatief grote onzekerheden. Deze onzekerheden worden onder andere bepaald door de in deze studie gehanteerde uitgangspunten en veronderstellingen alsmede de onzekerheden in monitoring gegevens.

1. INLEIDING

Ten behoeve van de evaluatie van het klimaatbeleid heeft het ministerie van VROM aan ECN en RIVM gevraagd een schatting te maken van het effect van beleid in de periode 1990-2000 op de emissie van broeikasgassen. De vraag die hierbij centraal staat is hoeveel emissies (in Mton CO₂-equivalent) vermeden zijn door het ingezette energie- en milieubeleid. In de analyse wordt al het beleid dat significante invloed heeft (gehad) op de emissie van broeikasgassen meegenomen. Zo mogelijk is hierbij het effect van de verschillende beleidsonderdelen afzonderlijk onderbouwd en weergegeven worden, dat wil zeggen specifieke wet- en regelgeving en convenanten, maar ook generieke financiële en fiscale regelingen (zoals REB, EIA, VAMIL etc.) en voorlichting.

In de Milieubalans 2001 heeft het RIVM reeds een eerste globale inschatting gedaan van het effect van beleid in de genoemde periode. Dit is gebeurd binnen een zeer kort tijdsbestek, waardoor sommige onderdelen indicatief van aard waren, en er ook geen sprake was van volledigheid. De voorliggende studie kan worden beschouwd als een voortzetting en verdere onderbouwing hiervan. Bedacht dient te worden dat deze studie een eerste aanzet is voor het kwantificeren van de beleidseffecten op de ontwikkeling van de broeikasgasemissies. De onzekerheden in de bepaalde emissiereducties zijn daardoor relatief groot en op bepaalde punten is verdere verdieping wenselijk. De studie is uitgevoerd door het ECN en het RIVM. Hierbij is het ECN primair verantwoordelijk voor de bijdragen op het gebied van effecten van het energiebesparingsbeleid voor de sectoren Huishoudens en Utiliteitsbouw, de glastuinbouw en energiebesparing en brandstofmix in de industrie en elektriciteitsproductie inclusief WKK-beleid. Het RIVM is eerste aanspreekpunt ten aanzien van de analyses op het gebied van het effect van beleid voor verkeer en vervoer, duurzame energie en voor de overige broeikasgassen (F-gassen in de industrie, CH₄ uit afvalstort, CH₄ uit aardgas/oliewinning, CH₄ uit gasdistributie en N₂O uit mest).

Beleidsinstrumenten richten zich doorgaans op het stimuleren van de marktpenetratie van energiebesparende of anderszins milieuvriendelijke opties. Deze opties zullen autonoom, dus zonder de inzet van beleidsinstrumenten, meestal ook een zekere marktpenetratie krijgen, zie ook (Boonekamp, 2002). In veel gevallen betekent de inschatting van de beleidseffecten daarmee een inschatting van de marktpenetratie zonder de beleidsinstrumenten. Beleidsinstrumenten hebben vaak zowel een direct als een indirect effect op de ontwikkeling van het energieverbruik. Dit compliceert het bepalen van het totaal effect. Een voorbeeld van een indirect effect is het optreden van effecten in de bestaande bouw als gevolg van de introductie van de EPN. Door de periodieke aanscherping van de energetische eisen aan nieuwbouw, is de toepassing van bepaalde nieuwe en innovatieve technieken gestimuleerd, hetgeen tevens heeft geleid tot een forse kostendaling voor de toepassing van deze technieken in de bestaande bouw. Hierbij kan bijvoorbeeld worden gedacht aan de verbetering van de kwaliteit van glasisolatie en de introductie van de HR-ketel. Deze indirecte effecten zijn beduidend moeilijker (en misschien zelfs niet) te kwantificeren.

In deze studie is gekozen voor een gemengde aanpak, waarin de inzichten vanuit verschillende bronnen en analyses meegenomen worden. In beginsel wordt hierbij uitgegaan van bestaande studies en reeds uitgevoerde modelberekeningen. Per sector zal worden aangegeven welke beleidsinstrumenten een belangrijk effect hebben gehad op de ontwikkeling van het energieverbruik en CO₂-emissies. Waar mogelijk wordt per instrument het effect op de CO₂-emissies bepaald. In de praktijk zal echter vaak sprake zijn van een gecombineerd effect van een aantal elkaar deels overlappende beleidsinstrumenten. Door, per sector, gebruik te maken van een hybride benadering waarbij de informatie gebaseerd op top down en bottom up studies wordt gecombineerd, kan een indicatie worden verkregen van de robuustheid van de schattingen. De mate

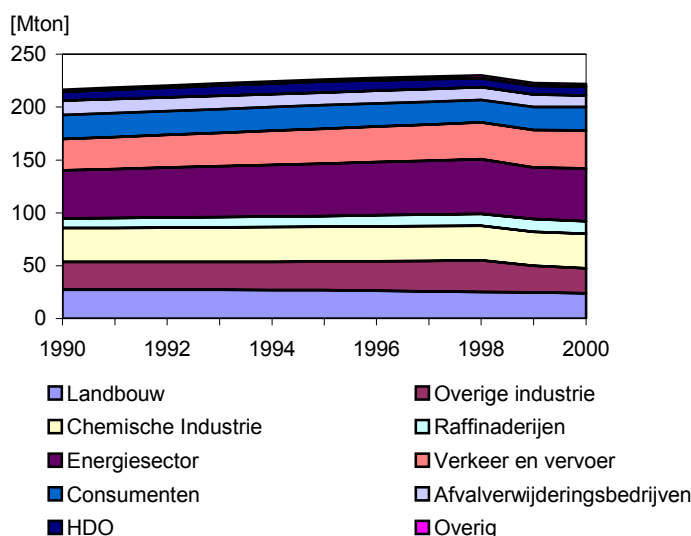
van convergentie tussen de bottom up en top down gegevens is een maat voor de volledigheid waarmee de beleidseffecten kunnen worden ingeschat.

Gezien de relatief korte doorlooptijd van het project, is met name gebruik gemaakt van direct aanwezige kennis en zijn alleen nieuwe berekeningen uitgevoerd voor ‘witte vlekken’ die niet op een andere wijze in te vullen waren. Het was binnen de opzet van dit project niet mogelijk om via bijvoorbeeld interviews nieuwe gegevens te verzamelen over het gedrag van de actoren binnen sectoren en de mate waarin beleid hun keuzes heeft veranderd. Ook de kosteneffectiviteit van het beleid wordt in deze studie niet bepaald. Alleen de beleidsinstrumenten op het gebied van energie- en milieu die een significant effect hebben worden meegenomen. Beleidsinstrumenten die wel een indirect effect hebben op energiegebruik, maar niet vallen onder energiebeleid, worden niet meegenomen.

Een aantal beleidsinstrumenten, zoals de REB voor huishoudens en de energielabels voor huishoudelijke apparatuur, grijpt specifiek aan op het terugdringen van het elektriciteitsverbruik in een bepaalde sector. In het kader van deze studie is er daarom voor gekozen om de (indirecte)effecten op de CO₂-emissies van specifiek sectorbeleid toe te rekenen aan de betreffende sector. In deze studie is er voor gekozen om het effect van beleid op WKK apart te analyseren. Dit betekent dat de analyse voor de sectoren Huishoudens, Utiliteitsbouw, Landbouw en Industrie betrekking hebben op beleidsgerelateerde besparingen exclusief de effecten van WKK.

Om de besparing op het elektriciteitsverbruik om te kunnen rekenen naar vermeden CO₂-emissies dient een aanname te worden gedaan met betrekking tot de wijze waarop anders in de vermeden elektriciteitsvraag zou zijn voorzien. Gesteld mag worden dat de vermeden vraag niet opgewekt zou zijn via import of via duurzaam (deze waren al maximaal). De gemiddelde emissiefactor van gepland, maar niet gerealiseerd vermogen bedraagt voor 2000 circa 0,165 Mton per PJ_e. Dit komt vrijwel overeen met de emissiefactor van het opgestelde vermogen in 2000 (excl. import, duurzaam en AVI's). Voor de aan beleid toegerekende besparingen op het elektriciteitsverbruik door eindverbruikers is een emissiefactor van 0,165 Mton per PJ_e gehanteerd.

Ter illustratie is in Figuur 1.1 het verloop van de temperatuurgecorrigeerde broeikasgasemissies tussen 1990 en 2000 weergegeven. Het gaat hier om de som van de emissies van CO₂, CH₄, N₂O, HFK's, PFK's en SF₆, uitgesplitst naar de diverse sectoren.



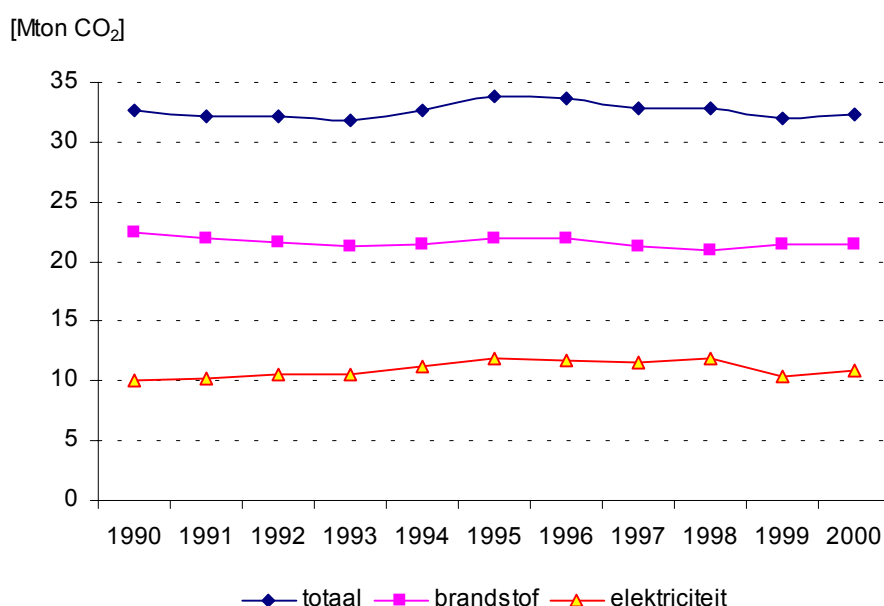
Figuur 1.1 *Ontwikkeling van de temperatuurgecorrigeerde broeikasgasemissies (CO₂, CH₄, N₂O, HFK's, PFK's en SF₆) tussen 1990 en 2000. Bron: MB2001, RIVM*

Parallel aan dit project voert het ECN een project uit voor het Ministerie van EZ, zie (Boonekamp, 2002), dat zich deels op dezelfde materie richt. In die studie is echter uitgegaan van een top down benadering op basis van energiestatistieken via de zogeheten protocol methode, zie (Protocol (2001)), en behandelt alleen effecten op het energieverbruik en niet op de CO₂-emissies. In (Boonekamp, 2002) wordt wel ingegaan op de kosteneffectiviteit van het door de overheid gevoerde energiebesparingsbeleid. Per sector zal een korte vergelijking worden gemaakt met die studie.

2. SECTOR HUISHOUDENS

Het overgrote deel van het primaire energieverbruik van de sector is toe te schrijven aan het aardgasverbruik voor ruimteverwarming en de bereiding van warm tapwater. Het gasverbruik in de periode 1990-2000 is relatief constant en bedraagt ongeveer 385 PJ. De stijging door een toename van het aantal woningen wordt in deze periode gecompenseerd door toename van de gemiddelde isolatiegraad van de woning door en verbetering van de efficiëntie van CV-ketels. Het elektriciteitsverbruik daarentegen neemt in dezelfde periode, door een sterke toename van het apparaatbezit, fors toe van 59 PJ_e in 1990 tot circa 79 PJ_e in 2000.

In Figuur 2.1 is de ontwikkeling van de temperatuurgecorrigeerde CO₂-emissie weergegeven. Het betreft hier de totale aan de sector toegerekende emissies, dus inclusief emissies ten gevolge van het verbruik van elektriciteit.



Figuur 2.1 *Ontwikkeling van de temperatuurgecorrigeerde totale, directe en toegerekende CO₂-emissie (Mton CO₂) voor de sector Huishoudens (op basis van (Boonekamp, 1998))*

2.1 Beleidsinstrumenten

Binnen de sector Huishoudens spelen in het kader van het bevorderen van energiebesparing, in de periode 1990-2000 de volgende beleidsinstrumenten een rol:

- Het bouwbesluit en de EPN voor nieuwbouw¹
- MAP
- REB
- Energielabels witgoedapparatuur
- Convenant sociale verhuurders, EIA-NP
- Overig: DuBo, lokaal klimaatbeleid.

Alhoewel de instrumenten onafhankelijk van elkaar kunnen worden ingezet, vindt er in toch een zekere interactie tussen de verschillende instrumenten plaats. Door middel van het bouwbesluit worden eisen gesteld aan de energieprestatie van nieuwbouwwoningen. Het betreft hier regule-

¹ Feitelijk is de EPN ook verankerd in het bouwbesluit.

ring waarvan het effect op de CO₂-emissieontwikkeling vrijwel los gezien kan worden van overige energiebesparingsinstrumenten. Desalniettemin kan door de inzet van bepaalde instrumenten (bijvoorbeeld subsidiering) het draagvlak voor de aan nieuwbouw gestelde eisen verhogen. Dit leidt echter over het algemeen niet tot additionele energiebesparing. De introductie (en verhoging) van de REB maakt bijvoorbeeld de genomen maatregelen in nieuwbouwwoningen meer rendabel. Echter, zonder introductie van de REB zou, bij gelijkblijvende normen, vrijwel dezelfde besparingsmaatregelen voor nieuwbouwwoningen zijn genomen. De belangrijkste beleidsinstrumenten ter bevordering van energiebesparing in de sector Huishoudens zijn het bouwbesluit en EPN, het MAP, de REB en de energielabels voor witgoedapparaten. Het effect van overige beleidsmaatregelen is op macro niveau zeer beperkt of heeft naar verwachting geen additioneel effect ten opzichte van de beschouwde beleidsinstrumenten en wordt derhalve in deze studie niet verder behandeld.

2.2 Het bouwbesluit en de EPN

Via het bouwbesluit worden eisen gesteld ten aanzien van de minimale energetische kwaliteit van nieuwbouwwoningen. Tot 1995 werden via het bouwbesluit eisen gesteld ten aanzien van onder meer de minimale warmteweerstand van de gebouwschil (Rc-waarde voor muur, dak, vloer en gevel en U-waarde voor glas). Met ingang van 1995 is de EPN ingevoerd met als voornaamste oogmerk kostenoptimalisatie bij een bepaald energie prestatie². De aan nieuwbouwwoningen gestelde eisen via het bouwbesluit zijn aangescherpt in 1991³.

In 1995 is de EPN ingevoerd. De via de EPN-methodiek omschreven Energie Prestatie Coëfficiënt (EPC) is aangescherpt van 1,4 in 1995 naar 1,2 in 1998 en 1,0 in 2000. Alhoewel de EPC-waarde formeel geen maatstaf is voor het reële energieverbruik, leidt de daling van de EPC-waarde tot een vrijwel evenredige afname van het energieverbruik bij nieuwbouwwoningen (Jeeninga, 2001). Wel blijkt met name de woninggrootte sterk bepalend te zijn voor het reële energieverbruik. In een vrijstaande woning met een zeer lage EPC-waarde is de gemiddelde energievraag hoger dan in een rijtjeswoning met een gangbare EPC-waarde (Jeeninga, 2001).

In de periode 1990-2000 zijn er in totaal 885.000 nieuwe woningen gebouwd (CBS, 2001). In deze periode was het bouwtempo voor 1995 vrijwel gelijk aan het bouwtempo na 1995. Het effect van het energiebesparingsbeleid gevoerd op nieuwbouwwoningen kan worden bepaald door het aantal woningen dat is gebouwd in een bepaald jaar te vermenigvuldigen met het gemiddelde specifieke verbruik in het betreffende jaar, verminderd met het gemiddelde verbruik in 1990 van een nieuwbouwwoning. Hierbij is gecorrigeerd voor een aantal aspecten. De eisen met betrekking tot de energie-efficiëntie van nieuwbouwwoningen worden trapsgewijs, zijnde niet jaarlijks, aangescherpt. Aangenomen wordt dat het reële energieverbruik van nieuwbouwwoningen zich ook trapsgewijs ontwikkelt en dat het anticipatie effect op een toekomstige aanscherping minimaal is. In de praktijk zal er waarschijnlijk sprake zijn van een na-ijl effect, dit omdat het tijdstip van indiening van het ontwerp van de woning bepalend is voor de eisen die aan de woning worden gesteld. De feitelijk oplevering van de woningen vindt echter een aantal maanden later plaats. Dit betekent dat aan de aanscherping van de EPC per 1 januari 2000 geen besparingseffect wordt toegerekend bij de bepaling van het effect over de periode 1990-2000⁴.

² Overigens gelden ook na 1995 nog minimale eisen voor de isolatie van de gebouwschil van nieuwbouwwoningen, dit om te voorkomen dat een deel van het casco, dat meer dan 50 jaar mee moet gaan, van energetisch matige kwaliteit is.

³ Muren, dak en vloer dienden vanaf 1991 een minimale warmteweerstand te hebben van $R_c = 2,5 \text{ W.m}^2/\text{K}$ en een U-waarde voor glas van $3,2 \text{ K/W.m}^2$ (dubbel glas) (Bouwbesluit, 1991). In 1988 gold nog een eis van $R_c = 1,3 \text{ W.m}^2/\text{K}$ voor de vloer en $R_c = 2 \text{ W.m}^2/\text{K}$ voor gevel en dak (Novem, 1989). Voor glas in woonvertrekken gold in 1988 een U-waarde van $3,2 \text{ K/W.m}^2$ (dubbel glas). In de niet verwarmde vertrekken mocht nog enkel glas worden toegepast ($U = 5,8 \text{ K/W.m}^2$).

⁴ Uitgegaan wordt van medio jaren.

Naast de periodieke aanscherping van de energie prestatie eisen voor nieuwbouwwoningen speelt ook de ontwikkeling van de gemiddelde woninggrootte een rol. In de periode 1991-1999 is het gemiddelde oppervlak van de woonkamer toegenomen met 5% voor koopwoningen en met 6% voor huurwoningen (VROM, 2000). De gemiddelde woninginhoud neemt in deze periode toe met 20% voor huurwoningen en 12% voor koopwoningen. Grotere woningen hebben gemiddeld een hoger verbruik. Echter, het energiebesparingseffect neemt hierdoor echter ook toe. Tot slot spelen ook substitutie-effecten een rol. Met name na 1998 is een groot deel van de nieuwbouwwoningen voorzien van een ventilatiesysteem met warmteterugwinning⁵. Door toepassing van ventilatiesystemen met warmteterugwinning neemt het elektriciteitsverbruik toe maar daalt het energieverbruik voor ruimteverwarming. Rekening houdende met alle eerder genoemde factoren wordt over de periode 1990-2000 een energiebesparingseffect berekend circa 7 à 8 PJ a.e. (op basis van (Jeeninga, 2001; Jeeninga, 1997)). Dit komt overeen met een emissiereductie van 0,4 Mton CO₂. De onzekerheid⁶ in de emissiereductie bedraagt circa 10%.

2.3 Het MAP van EnergieNed

In het kader van het MAP is voor de sector Huishoudens een CO₂-reductiedoelstelling van 3,1 Mton CO₂ geformuleerd (Berenschot, 2001) De gerealiseerde reductie over de periode 1990-2000 zou met 4,6 Mton CO₂ zelfs ruim boven de doelstelling zijn uitgekomen. Volgens rapportage van EnergieNed lagen de energiebesparingsmaatregelen met name op het terrein van verwarming en isolatie, energiezuinige apparatuur en verlichting en gedragsbeïnvloeding, gericht op een energiezuiniger huishouden. Het vaststellen van de netto besparing die daadwerkelijk aan het MAP toegerekend mag worden is niet eenvoudig, onder ander omdat deze samenvalt met vele andere stimuleringsmaatregelen en door het ontbreken van voldoende gedetailleerde monitoring-gegevens. Via een bottom up analyse wordt geprobeerd een schatting van het totale MAP-effect voor de sector Huishoudens te construeren. De belangrijkste maatregelen die achtereenvolgens zullen worden behandeld zijn woningisolatie, de HR-ketel, energiezuinige verlichting en campagnes gericht op gedragsbeïnvloeding.

2.3.1 Na-isolatie van de bestaande bouw

De ontwikkeling van de gemiddelde isolatiegraad van woningen wordt bepaald door de bouw van nieuwe volledig geïsoleerde woningen alsmede na-isolatie van bestaande woningen. Het effect van isolatie van nieuwbouwwoningen op de ontwikkeling van het energieverbruik en CO₂-emissies is bepaald in Paragraaf 2.2. Om het effect van na-isolatie te kunnen bepalen, dient de ontwikkeling van de totale penetratiegraad gecorrigeerd te worden voor de bijdrage die via nieuwbouwwoningen wordt geleverd. In de periode 1990-2000 neemt de totale penetratie van vloer-, muur-, dak- en glisolatie toe met respectievelijk 17, 15, 13 en 21 procent punt, zie Tabel 2.1.

Tabel 2.1 *Ontwikkeling van de penetratiegraad van isolatiemaatregelen in de sector Huishoudens in de periode 1990-2000 (EnergieNed, 2001)*

	Toename 1990-2000 [procent punt]	Aandeel toename door nieuwbouw	Aandeel toename door na-isolatie bestaande bouw
Vloerisolatie	17%	70%	30%
Muurisolatie	15%	60%	40%
Dakisolatie	13%	72%	28%
Glisolatie	21%	46%	54%

⁵ Uit voorlopig (vertrouwelijke) KWR cijfers blijkt dat in de periode 1995 – 2000 circa 20% van de nieuwbouwwoningen is voorzien van een ventilatiesysteem met warmteterugwinning.

⁶ Bepaald op basis van het effect van de variatie van een aantal modelparameters

Voor vloer- en dakisolatie is deze toename voor circa 70% toe te schrijven aan de bouw van volledig geïsoleerde nieuwe woningen. Voor glisolatie is de toename voor meer dan de helft toe te schrijven aan na-isolatie van bestaande woningen. Voor de bestaande bouw hebben renovatieprojecten bij na-isolatie een belangrijke rol gespeeld. Gemiddeld worden in de periode 1990-2001 circa 55.000 woningen per jaar gerenoveerd (CBS, 2001). Ter indicatie: indien in circa 1/3 van de gerenoveerde woningen muur-, dak- en vloerisolatie zou zijn aangebracht, dan wordt hiermee de toename in penetratie van deze besparingsmaatregelen meer dan verklaard. Voor glisolatie geldt dat in de periode 1990-2000 in de bestaande bouw op jaarbasis ruim 50.000 woningen zijn geïsoleerd.

De totale besparing ten gevolge van de toename van isolatiemaatregelen in de bestaande bouw bedraagt circa 21 PJ aardgas⁷. Dit komt overeen met een reductie van 1,2 Mton CO₂. Deze reductie is voor 7% toe te schrijven aan de toename van vloerisolatie en voor 14% aan de toename van dakisolatie. Zowel muurisolatie als glisolatie dragen elk voor circa 40% bij aan de CO₂-reductie. De vraag is echter welk deel van de toename van de isolatiemaatregelen 'autonoom' is en welk deel additioneel ten gevolge van energiebesparingsbeleid (zie ook (Boonekamp, 2001)). Voor vloer-, dak- en muurisolatie is het aannemelijk dat dit effect van deze maatregelen vrijwel geheel toegeschreven kan worden aan beleid. Gezien de relatief hoge investeringen en lange terugverdientijden in de bestaande bouw mag niet verwacht worden dat deze maatregelen louter op grond van rentabiliteitsoverwegingen significant zouden zijn gepenetreerd. Voor glisolatie geldt echter dat ook comforteffecten in belangrijke mate bij hebben gedragen in de beslissing om over te gaan tot glisolatie. Aangezien de rentabiliteit voor glisolatie⁸ gunstiger is dan voor vloerisolatie, mag gesteld worden dat het beleidseffect op de toename van de penetratiegraad voor dubbel glas lager is dan voor vloerisolatie. Rekening houdende met deze aspecten wordt geschat dat circa 50% van de toename van de penetratiegraad van glisolatie in de bestaande bouw toe te schrijven is aan het effect van energiebesparingsbeleid. Indien tevens voor de overige maatregelen wordt aangenomen dat de toename voor 95% is toe te schrijven aan het energiebesparingsbeleid, dan bedraagt de besparing door na-isolatie ten gevolge van het ingezette beleid circa 16 PJ. Dit komt overeen met een CO₂-reductie van 0,9 Mton CO₂. Muurisolatie is hierbij verantwoordelijk voor circa 50% van de totale beleidsgerelateerde reductie, glisolatie voor 25%, dakisolatie voor 18% en vloerisolatie voor de resterende 8%. De onzekerheid in de berekende totale energiebesparing⁹ en de hieraan gekoppelde CO₂-reductie bedraagt ongeveer 25%. Daar bovenop dient nog een marge toegekend te worden vanwege de onzekerheid in het aan beleid toe te schrijven deel van de penetratietoename.

In hoeverre is nu het beleidsgerelateerde effect toe te schrijven aan het MAP? In de periode 1990-2000 is door de distributiebedrijven campagne gevoerd¹⁰ om de toepassing van woningisolatie te stimuleren. Hierbij is ook specifiek aandacht besteed aan woningrenovatie. Echter, ook in de jaren 80 is door de overheid na-isolatie van bestaande woningen gepromoot, zodat een deel van het bewustwordingsproces dat isolatie van bestaande woningen een positief effect heeft op zowel de hoogte van de energierekening als ook op het milieu toe te schrijven is aan energiebesparingsbeleid dat voor 1990 is gevoerd. Al met al blijkt het op basis van de beschikbare monitoring-gegevens niet mogelijk om specifiek aan te geven wat het aandeel is geweest van het MAP in de toename van de penetratie van isolatiemaatregelen in de bestaande voorraad.

⁷ Gebaseerd op een gemiddelde woning. Indien de besparingsmaatregelen met name getroffen zijn in woningen met een bovengemiddeld hoog energieverbruik, zoals grote vrijstaande woningen, dan is de feitelijke reductie hoger. Er zijn echter geen voldoende betrouwbare monitoringgegevens beschikbaar op basis waarvan dit effect met voldoende grote nauwkeurigheid bepaald kan worden.

⁸ Een deel van de gunstigere kosteneffectiviteit is echter weer toe te schrijven aan het door de overheid gevoerde energiebesparingsbeleid. Begin jaren 80 werd het verplicht om in nieuwbouwwoningen dubbel glas toe te passen in woonvertrekken. De hierdoor veroorzaakte schaalvergroting alsmede gunstige vooruitzichten hebben waarschijnlijk een significant effect gehad op de kostprijsontwikkeling voor dubbel glas.

⁹ Bestaande uit onzekerheid m.b.t. de ontwikkeling van de penetratiegraad van besparingsmaatregelen (kwaliteit monitoringgegevens) alsmede het specifieke effect van een bepaalde besparingsmaatregel (besparing per eenheid).

¹⁰ O.a. door het subsidiëren van isolatiemaatregelen.

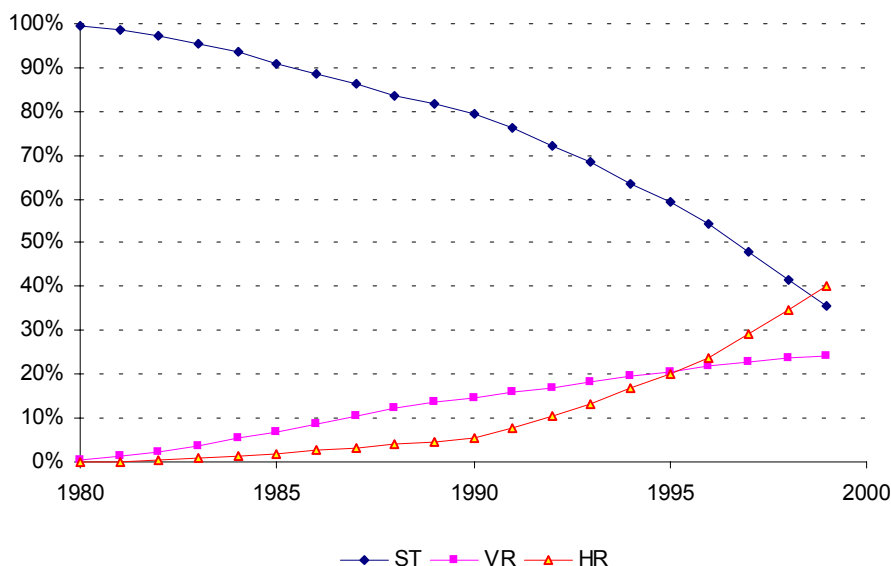
2.3.2 De HR-ketel in de bestaande bouw

Een significant deel van de beleidserelateerde besparingen in de sector huishoudens is toe te schrijven aan de HR-ketel. Een deel van deze besparingen is toe te rekenen aan energiebesparingsbeleid gericht op nieuwbouwwoningen, zie ook Paragraaf 2.2. De introductie van de HR-ketel in nieuwbouw heeft tevens een aanzienlijke stimulerende werking gehad op het toepassen van dit type ketel in de bestaande bouw. Ook via het MAP is de toepassing van de HR-ketel gestimuleerd. De introductie van de REB zorgde er op haar beurt voor dat de rentabiliteit van energiebesparingsmaatregelen, waaronder die van de HR-ketel, toenam. Alhoewel de CO₂-reductie ten gevolge van de opkomst van de HR-ketel het effect is van de inzet van een scala aan beleidsinstrumenten, wordt het effect van deze maatregel op de ontwikkeling van de CO₂-emissies in de bestaande bouw behandeld in de sectie van het rapport die betrekking heeft op de MAP-resultaten.

Een van de barrières die een snelle penetratie van de HR-ketel hebben bemoeilijkt was het conservatisme in de bouwsector. De marktintroductie van de HR-ketel bleef begin jaren 80 beduidend achter bij de prognoses (Brezet, 1994). De voorkeur wordt gegeven aan bewezen en bekende technieken, waarbij het toepassingsrisico minimaal, geen additionele scholing nodig is en ook de kosten laag zijn. Met name de installateur was een belangrijke actor in het introductieproces van de HR-ketel (Brezet, 1994). De door EnergieNed ontplooiende activiteiten in het kader van het MAP hebben met name begin jaren 90 een significant effect gehad op de uiteindelijke doorbraak van de HR-ketel (Dougle, 1999)¹¹. In 1995 werd, bij invoering van de EPN, de HR-ketel vrijwel de referentie techniek. Dit heeft een fors stimulerend effect gehad op zowel de kostprijs als ook het draagvlak bij installateurs.

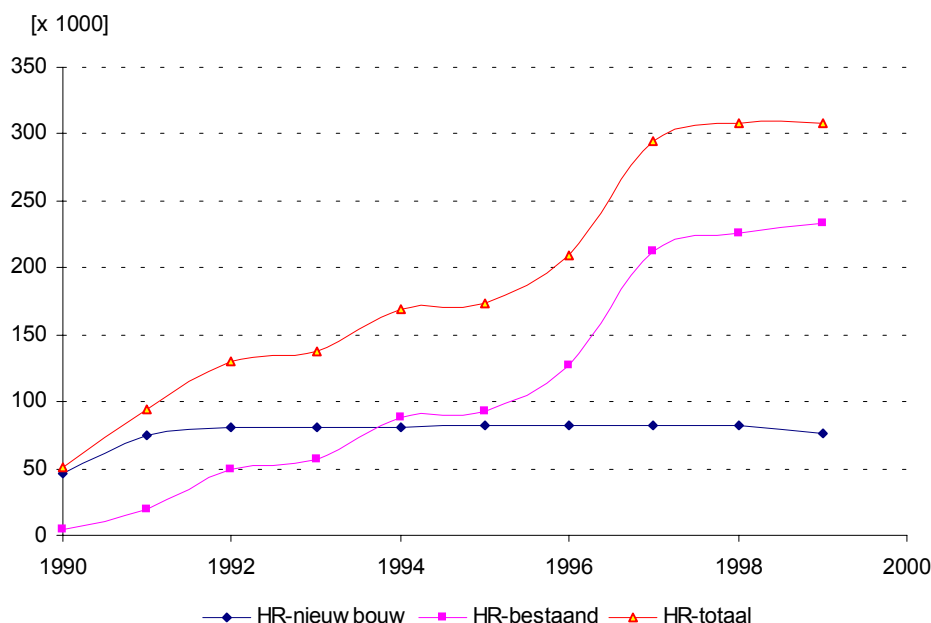
2.3.3 Ontwikkeling van het aantal HR-ketels in de bestaande bouw

In 1990 bedroeg de totale penetratie van de HR-ketel circa 6%. In 2000 is dit opgelopen tot rond de 40%, zie Figuur 2.2. Door de ontwikkeling van de totale penetratiegraad van de HR-ketel te corrigeren voor de bijdrage door nieuwbouwwoningen, ontstaat een beeld van de ontwikkeling van HR-ketels in de bestaande bouw, zie Figuur 2.3.



Figuur 2.2 *Ontwikkeling van de penetratie van de ST, VR en HR-ketel in de sector Huishoudens (op basis van (EnergieNed, 2001))*

¹¹ Ook Novem en bijvoorbeeld Gasunie hebben actief bijgedragen aan de pogingen om de introductiesnelheid van de HR-ketel te vergroten. Echter, ook dit is te beschouwen als een effect van het door de overheid geformuleerde energiebesparingsbeleid. Immers, zonder de noodzaak om in het kader van het milieu te komen tot energiereductie was het waarschijnlijk geweest dat er in veel mindere mate activiteiten op dit vlak waren ontplooid.



Figuur 2.3 *Ontwikkeling van het aantal jaarlijks geplaatste HR ketels in de bestaande bouw en nieuwbouw (op basis van (EnergieNed, 2001)*

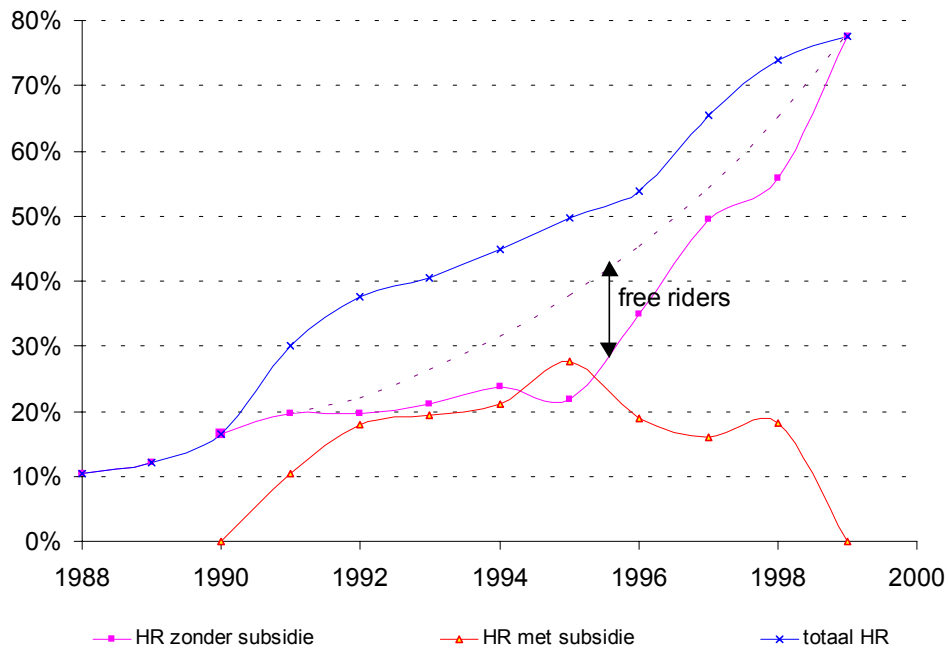
Cumulatief zijn er in de periode 1990-2000 in de bestaande bouw circa 1,25 miljoen HR-ketels geplaatst. De energiebesparing ten gevolge van de HR-ketel in de nieuwbouw is reeds meegenomen in de berekening van het effect van het bouwbesluit en de EPN, zie Paragraaf 2.2. Indien wordt gecorrigeerd voor het effect van nieuwbouw, wordt voor de HR-ketel in de bestaande bouw een energiebesparing berekend van 9,9 PJ in 2000¹². Dit komt overeen met 0,55 Mton CO₂. Hiervan is een deel toe te schrijven aan subsidies die in het kader van het MAP door EnergieNed zijn uitgekeerd (zie Paragraaf 2.3.4). Ook aan de REB, zie Paragraaf 2.4 is een (klein) reductie effect toe te schrijven.

2.3.4 Subsidiering van de HR-ketel in het kader van het MAP

In het kader van het MAP is door EnergieNed in de periode 1991-1998 door middel van subsidies de penetratie van de HR-ketel gestimuleerd, zie Figuur 2.4. Door het verschil te nemen tussen de (gefite¹³) trend en het aandeel ketels dat zonder subsidie is verkocht, wordt een indicatie van de free rider effecten verkregen. Door dit aantal in mindering te brengen op het totaal aantal gesubsidieerde ketels wordt het netto effect verkregen. Nadrukkelijk wordt hierbij gesteld dat het hier een eerste orde schatting betreft. Gecorrigeerd voor free rider effecten kan aan de subsidiering in het kader van het MAP een toename van het aantal HR-ketels met maximaal 180.000 HR-ketels worden toegeschreven, hetgeen overeenkomt met een besparing van maximaal 1,4 PJ en een CO₂-reductie van maximaal 0,08 Mton.

¹² Uitgaande van de VR-ketel als referentietechniek.

¹³ De wijze waarop een fit op de data plaats heeft kunnen vinden, evenals het type functie waarmee gefit is, maken dat het op deze wijze bepaalde aantal free riders voor de subsidieregeling een relatief grote onzekerheid kent en waarschijnlijk wordt onderschat.



Figuur 2.4 *Ontwikkeling van het aandeel HR-ketels met en zonder subsidie*

2.3.5 Energiezuinige verlichting

Naast het stimuleren van de HR-ketel en woningisolatie vormde het stimuleren van de aanschaf van energiezuinige verlichting een speerpunt in het MAP-programma. Het gemiddelde aantal spaarlampen neemt toe van circa 1 per huishouden in 1990 tot 2,5 in 1998 en 3,9 in 1999 per huishouden (EnergieNed, 2001a). Opmerkelijk hierbij is dat de ontwikkeling van de penetratiegraad zoals gerapporteerd door EnergieNed in het MAP-verslag over het jaar 1999 fors afwijkt van de gerapporteerde ontwikkeling in het MAP-verslag over 1998. Er wordt geen verklaring gevonden voor het feit dat de historische gegevens per 1999 fors naar boven zijn bijgesteld. Voor de berekening van het CO₂-reductie effect wordt uitgegaan van een netto toename over de periode 1990-2000 van 2 spaarlampen per huishouden. Deze toename wordt toegeschreven aan de resultaten van het MAP. Weliswaar is dit misschien niet geheel correct. Echter, volstrekt autonoom zou waarschijnlijk de ontwikkeling vrijwel nul zijn geweest en er zijn geen andere beleidsinstrumenten aan te wijzen die in vergelijkbare mate de introductie van de spaarlamp hebben gestimuleerd.

Onder de aanname dat een spaarlamp 80% minder energie verbruikt dan een conventionele lamp (gemiddeld 40 Watt) en dat de lamp wordt toegepast op een lichtpunt met gemiddeld 700 branduren, dan bedraagt de gemiddelde besparing per huishouden circa 45 kWh. Dit komt overeen met een totale elektriciteitsbesparing van 1,1 PJ_e en 0,2 Mton CO₂. De onzekerheid in de berekende CO₂-reductie is ongeveer 35%¹⁴. Daar bovenop dient nog een marge toegekend te worden vanwege de onzekerheid in het aan beleid toe te schrijven deel van de penetratietoename. Bij het gebruik van spaarlampen kan sprake zijn van een rebound-effect: mogelijk laten mensen spaarlampen langer branden omdat het spaarlampen zijn. Het verdient aanbeveling om nader onderzoek te doen naar deze mogelijke gedragsverandering.

¹⁴ Bestaande uit onzekerheid m.b.t. de ontwikkeling van de penetratiegraad van besparingsmaatregelen (kwaliteit monitoringgegevens) alsmede het specifieke effect van een bepaalde besparingsmaatregel (besparing per eenheid).

2.3.6 Overig activiteiten

Door EnergieNed is in het kader van het MAP tevens de aanschaf van energiezuinige apparatuur gestimuleerd (Berenschot, 2001). Niet duidelijk is hoe dit precies gedaan is, daar bijvoorbeeld in de periode 1991-1995 geen energielabels op witgoedapparatuur aangebracht werden. Ook voor overige apparaten is het niet eenvoudig consumenten aan te zetten een energiezuinig alternatief aan te schaffen, daar de informatie over het specifiek verbruik ontbreekt. Het effect van acties als 'Koop zuinig' is dan naar verwachting ook zeer beperkt geweest. Waarschijnlijk heeft de actie 'zuinig stoken, zuinig aan' een groter energiebesparingseffect gehad. Het is alleen de vraag wat in 2000 nog het effect is van een gedragscampagne die zijn promotionele hoogtepunt een aantal jaren eerder kende. Desalniettemin kan er toch sprake zijn geweest van het kweken (of in stand houden) van een zekere mate van energiebewustzijn. Uit recent onderzoek blijkt dat huishoudens die aan zelf-monitoring doen (periodiek de meterstand opnemen), minder energie verbruiken dan overige huishoudens (Jeeninga, 2001). Een ruwe schatting van het effect van de actie 'zuinig stoken zuinig' aan zou wel te maken zijn indien bekend zou zijn hoeveel huishoudens hieraan deelgenomen hebben. De noodzakelijke gegevens om deze schatting uit te voeren zijn niet gevonden.

Door een aantal Energiedistributiebedrijven is, vooruitlopend op de Energiepremieregeling per 2000, al in 1999 subsidie verstrekt op energiezuinige witgoedapparaten. In (Boonekamp, 2000) wordt voor de periode 2000-2005 een reductie-effect van 0,15 Mton CO₂ berekend. Indien voor 1999 een zelfde subsidie-effectiviteit zou gelden, dan zou de CO₂-reductie in 1999 circa 0,03 Mton CO₂ bedragen. Echter, daar in 1999 niet alle distributiebedrijven aan de actie hebben deelgenomen en de informatiecampagne beduidend minder intensief was dan in geval van de energiepremieregeling, mag gesteld worden dat de 0,03 Mton een bovengrens is voor het reductie-effect. Op basis van de totale hoeveelheid subsidie die in 1999 uitgekeerd is door de energiebedrijven voor de aanschaf van energiezuinige witgoedapparatuur zou een betere schatting gemaakt kunnen worden. Deze gegevens zijn echter niet gevonden.

Indien toch een, zij het ruwe en voor verbetering vatbare, schatting van de totale reductie voor de overige activiteiten die in het kader van het MAP binnen de sector huishoudens zijn ontplooid moet worden gegeven, dan zou aan deze activiteiten een totale reductie van tussen de 0,05 en 0,1 Mton CO₂ worden toegekend.

2.4 REB en Energielabels voor witgoedapparatuur

In opdracht van het Ministerie van Economische is in 2001 het effect van de REB op de ontwikkeling van het huishoudelijk aardgas en elektriciteitsverbruik onderzocht (SEO, 2001). Ten gevolge van de introductie van de REB neemt de gasprijs met circa 12% toe in de periode mei 1995-mei 1999 en de elektriciteitsprijs met circa 13%. De gevonden waarde voor de prijselasticiteit bedraagt -0,17 voor aardgas. Voor elektriciteit wordt een elasticiteit gevonden van rond de -0,4.

Alhoewel het hier om een gedetailleerde econometrische studie gaat waarin vele effecten die van invloed zijn op de ontwikkeling van het gas- en elektriciteitsverbruik zijn meegenomen, is op de resultaten wel een en ander af te dingen, zie ook (MB 2001). Door middel van regressie-analyse wordt beoogd alle variabelen mee te nemen die in werkelijkheid een effect gehad hebben op de ontwikkeling van het energieverbruik. Indien niet al deze variabelen in de regressievergelijkingen mee zijn genomen, bijvoorbeeld omdat ze of niet gemeten zijn of eenvoudigweg niet meetbaar zijn, dan is het uiteindelijk bepaalde effect de resultante van de te bepalen factor (bijvoorbeeld de REB) én het niet gemeten dan wel niet meetbare factor. Dit effect lijkt een significante rol te hebben gespeeld bij de bepaling van het REB-effect voor elektriciteit in (SEO, 2001).

Het effect van een bepaald beleidsinstrument wordt bepaald door een vijftal factoren: (1) de bekendheid van het instrument, (2) instrumentenkenmerken zoals eenvoud, dwingendheid, reikwijdte, handhaafbaarheid (3) de mogelijkheden om daadwerkelijk het energieverbruik zelf te beïnvloeden, (4) de rentabiliteit van besparingsopties en de omvang van de investering die voor deze optie moet worden gemaakt, (5) kenmerken van de besparingsoptie zoals zichtbaarheid, probeerbaarheid, passend in een modetrend, gebruiksgemak. Indien bijvoorbeeld wel bij de eindverbruiker bekend is dat de eindverbruikersprijs met een bepaald percentage is gestegen, maar er op de markt geen besparingsopties beschikbaar zijn die significant zuiniger zijn dan de referentietechniek, dan kan de eindverbruiker het energieverbruik niet via investeringen in besparingsopties terugbrengen. Daardoor kan alleen nog door good housekeeping het energieverbruik gereduceerd worden, waardoor het uiteindelijke effect van de prijsverhoging marginaal is (zie ook (Jeeninga en Boots, 2001)). Ook indien de kosten van het energiezuinige alternatief niet opwegen tegen de baten, zal de feitelijke respons op de prijsverhoging laag zijn. Maar ook een kosteneffectieve besparingsoptie kan voor de eindverbruiker niet aantrekkelijk zijn, bijvoorbeeld omdat de besparingsoptie onvoldoende bekend (zichtbaar) is bij eindverbruikers, de eindverbruikers niet bekend zijn met het gebruik van de besparingsoptie of de gebruikswijze wel kennen, maar te ingewikkeld vinden of de besparingsoptie niet in hun leefstijl vinden passen. Als bij de eindverbruiker helemaal niet bekend is dat er een prijsverhoging heeft plaatsgevonden is het besparingseffect tevens beduidend lager dan op grond van 'gemiddelde' prijselasticiteiten wordt berekend. Overigens mag niet worden verondersteld dat de groep huishoudens die niet bekend is met de REB geen prijsreactie vertoont, daar de REB verhoging tevens tot uiting komt in een hogere energierekening welke degenen die onbekend zijn met de REB wellicht wél kennen, (zie ook (VROM, 2000a)). De vraag is echter in hoeverre de energierekening zodanig transparant is opgesteld dat het de consument duidelijk is hoeveel nu eigenlijk voor energie wordt betaald, zie ook (Jeeninga en Boots, 2001).

Vrijwel tegelijkertijd met de introductie van de REB zijn in Nederland ook de energielabels voor huishoudelijke witgoedapparatuur geïntroduceerd (EVN, 2001). In Nederland blijken deze labels een relatief groot effect te hebben gehad (Winward, 1998; Jeeninga en Uyterlinde, 2001). Doordat de energielabels vrijwel tegelijkertijd met de REB zijn geïntroduceerd is het buitengewoon lastig deze variabele separaat in de regressievergelijkingen mee te nemen, omdat energielabels de besparingsopties meer zichtbaar maakt, waardoor de kans dat de besparingsopties worden genomen bij een REB-verhoging groter wordt. Tevens is het effect van een instrument dat gericht is op verandering van het aanschafgedrag door middel van voorlichting moeilijk kwantitatief in dit type studie mee te nemen.

In (VROM, 2000a) is verslag gedaan van een aantal metingen die gedaan zijn naar de bekendheid van de REB. Het blijkt dat het vaststellen van het effect van de REB niet eenvoudig is, omdat het gedrag van huishoudens ook door andere factoren wordt beïnvloed, de REB in kleine stappen is ingevoerd en de totale omvang van het effect pas op middellange termijn zichtbaar wordt. Volgens het door EnergieNed uitgevoerde BEK onderzoek blijkt in 1997 13% van de huishoudens bekend te zijn met de REB. Dit percentage wijkt sterk af de waarden zoals gevonden in (VROM, 2000a). Uit de VROM-studie blijkt dat eind 1998 circa 88% van de respondenten 'op de hoogte is' van de energieheffing. Echter, 55% van de respondenten claimt ook een fictieve heffing te kennen. De bekendheid van de REB in de periode 1996-1998 is relatief constant, maar hoger dan in de periode voordat de REB is ingevoerd. De bekendheid met de 'ecotax' neemt in dezelfde periode wel significant toe (VROM, 2000a). Opmerkelijk is dat de huishoudens die zeggen de REB al jaren te kennen ook in de periode voor de introductie van de REB een hogere prijselasticiteit hebben (SEO, 2001).

In een andere studie wordt gevonden dat de prijselasticiteit voor elektriciteit vrijwel nul is (Linderhof, 2001). Huishoudens met een dubbeltarief meter blijken wel op een verhoging van de energieprijzen te reageren door een deel van het elektriciteitsverbruik te verschuiven van piek naar daluren. Dit leidt echter niet tot een besparing op het kWh-verbruik maar alleen tot een kostendaling (lagere energierekening). Echter op macro schaal heeft de verschuiving van piek

naar daltarief mogelijk wel een gunstig effect op de CO₂-emissies, doordat het centrale elektriciteitspark meer basislast kan draaien en minder midden- en pieklast. Dit effect op de CO₂-emissies is niet meegenomen¹⁵.

Opmerkelijk in (SEO, 2001) is dat voor het aardgasverbruik een (forse) negatieve inkomenselasticiteit wordt gevonden van -0,27. Deze uitkomst is in strijd met zowel de gangbare economische theorieën als ook 'alle' andere onderzoeken op het gebied van prijselasticiteiten (zie o.a. (Jeeninga en Boots, 2001; Linderhof, 2001)). Feitelijk betekent dit dat de waarden die berekend zijn voor de overige parameters in de regressievergelijking voor gas tevens niet betrouwbaar zijn. De gevonden waarde voor de prijselasticiteit voor aardgas moet daarom met de nodige voorzichtigheid worden beschouwd. (Linderhof, 2001) vindt over de periode 1978-1994 een weliswaar lage maar significant positieve inkomenselasticiteit van +0,132. Tevens wordt voor aardgas een prijselasticiteit van -0,324 gevonden. (SEO, 2001) vind een gemiddelde prijselasticiteit van -0,17 over de periode 1995-1999. Conform de prijselasticiteit uit (Linderhof, 2001) zou derhalve voor aardgas een hoger reductie-effect aan de REB toe te schrijven zijn. Uitgaande van een elasticiteit van -0,324 zou de totale CO₂-reductie in 2000 ten gevolge van de REB op aardgas circa 0,95 Mton bedragen. Gezien de toch geringe bekendheid van de REB mag verwacht worden dat dit een overschatting is van het werkelijke reductie effect. Tot slot kan opgemerkt worden dat de waarde van de gevonden prijselasticiteit af kan hangen van niet of moeilijk kwantificeerbare factoren (tijdgeest) die per periode verschillend zijn. Het is niet onlogisch dat voor een periode inclusief een oliecrisis (waarvan Linderhof gebruik maakt) een beduidend hogere prijselasticiteit wordt gevonden dan voor een periode waarin 'de bomen tot in de hemel groeien' en het besteedbaar inkomen fors omhoogschiet (periode 1995-2000).

Effecten op het elektriciteitsverbruik

Op basis van de beschikbare studies blijkt het moeilijk om een goede inschatting te maken van het effect van de energie- en klimaatbeleid op de ontwikkeling van het huishoudelijk elektriciteitsverbruik. Het effect van de REB kan niet los worden gezien van de introductie van de energielabels voor witgoedapparatuur. De invoering van energielabels hebben zowel bij de fabrikanten (R&D inspanningen) als inkooporganisaties geleid tot een verschuiving van het apparaataanbod naar meer energiezuinige producten. Energiezuinige alternatieven werden daardoor op grotere schaal en meer zichtbaar aangeboden. Daardoor zijn ook voor de consument de mogelijkheden om het aankoopgedrag aan te passen in de periode 1995-2000 beduidend groter dan in de periode voor 1995. Ook het effect van het convenant voor stand by verbruik, zie (EVN, 2001), kan leiden tot een geringe vertekening van het beeld van energieheffingen in de periode 1995-2000.

Geconcludeerd wordt dat het effect van de REB niet los kan worden gezien van de introductie van energielabels op witgoedapparatuur en, zij het in minder mate, het convenant voor reductie stand-by verliezen voor bruingoed. Op basis van de bestaande studies over prijselasticiteiten voor elektriciteit, zie o.a. (Jeeninga en Boots, 2001; CPB, 1999, SEO 2001) en het effect van energielabels op technologie-aanbod en aankoopgedrag, zie o.a. (Waide, 1998; Winward, 1998; Jeeninga en Uyterlinde, 2001; Wade 2001), wordt voor de periode 1995-2000 een prijselasticiteit verondersteld tussen -0,3 en -0,4. Uitgaande van een gemiddeld elektriciteitsverbruik van 3400 kWh per huishouden in 2000 (EnergieNed, 2001a) en een prijsstijging van 13%¹⁶ (SEO, 2001) wordt een gemiddelde besparing per huishouden berekend tussen de 130 kWh en 175 kWh. Dit effect wordt toegerekend aan de REB en Europees klimaatbeleid op het gebied van energielabels en stand-by apparatuur. Op macro niveau komt dit overeen met een energiebesparing van 3-4 PJ_e en een CO₂-reductie van 0,5-0,7 Mton CO₂. Bij de berekening van het totaal

¹⁵ Het netto CO₂-effect is in de praktijk lastig te bepalen, omdat een flink deel van de basislast wordt gegenereerd door middel van kolen gestookte centrales.

¹⁶ Hierbij is het effect op de besparing van de verhoging van de REB na mei 1999 verwaarloosd.

aan beleid toe te schrijven CO₂-reductie voor de sector Huishoudens wordt de gemiddelde waarde (0,6 Mton) van de opgegeven range gehanteerd.

Effecten op het aardgasverbruik

De aan de REB toe te schrijven netto reductie op het aardgasverbruik is moeilijk te bepalen. De op basis van (SEO, 2001) bepaalde reductie van 0,4 Mton CO₂ is waarschijnlijk¹⁷ een overschatting van het effect al zou op basis van de berekende prijselasticiteit over de periode 1978-1994 in (Linderhof, 2001) een veel hogere reductie worden berekend.

Doordat zowel het effect van isolatiemaatregelen in Paragraaf 2.3.1 als ook het effect van de HR-ketel in de bestaande bouw (Paragraaf 2.3.2) volledig aan ‘algemeen energiebesparingsbeleid’ wordt toegerekend, dient bij het bepalen van de totale CO₂-reductie ten gevolge van het energiebesparingsbeleid de reductie ten gevolge van de introductie van de REB op aardgas in het totaal niet meegenomen te worden, daar deze bijdrage al in het effect van na-isolatie en efficiëntere ketels in de bestaande bouw is verwerkt. Het effect van een door de REB uitgelokte gedragsmatige besparing, zoals bijvoorbeeld een lagere thermostaatinstelling, wordt hierbij verwaarloosd. Op basis van de beschikbare gegevens is het binnen het kader van dit project niet mogelijk dit effect te kwantificeren. Op basis van de beschikbare literatuur mag geconcludeerd worden dat de gedragsgerelateerde besparing significant lager is dan het effect van prijsprikkels op het verder isoleren van de woning en de aanschaf van HR-ketel, zie ook (Swigchem et. al., 2000).

2.5 Overige instrumenten

Naast de eerder genoemde instrumenten kan nog de inzet van een aantal andere instrumenten genoemd worden, zoals het covenant Duurzaam Bouwen met de sociale huursector voor de periode 1998-2001 (DuBo, 1997), het DuBo beleid alsmede de EINP-regeling voor de (sociale) huursector. Deze instrumenten overlappen deels met de eerder genoemde instrumenten of hebben naar verwachting in de periode 1990-2000 een gering additioneel effect. Ook het (additionele) effect van bijvoorbeeld de door Novem uitgevoerde, meer RD&D georiënteerde programma's, is moeilijk in te schatten.

2.6 Conclusie sector Huishoudens

Via een bottom-up analyse is voor de sector Huishoudens de totale CO₂-reductie alsmede een onderverdeling naar verschillende instrumenten dan wel besparingsopties bepaald, zie Tabel 2.2. Hierbij is voor zover mogelijk gecorrigeerd voor overlap tussen de verschillende beleidsinstrumenten. De totale CO₂-reductie is onderverdeeld naar een effect door het efficiënter worden van nieuwbouwwoningen, het na-isoleren van bestaande woningen, het plaatsen van efficiënte CV-ketels in de bestaande bouw, efficiënte verlichting en een gecombineerd effect van energielabels en de REB op elektriciteit. Het effect van de REB is terug te vinden in de besparingen ten gevolge van efficiëntere ketels alsmede na-isolatie van de bestaande bouw en is daarom niet afzonderlijk in Tabel 2.2 opgenomen. In de analyse zijn de effecten van duurzame besparingsopties, zoals zonneboilers en fotovoltaïsche panelen niet opgenomen. Het effect van duurzame energie op de CO₂-emissies wordt behandeld in Hoofdstuk 8 van dit rapport.

¹⁷ Onder andere gezien het feit dat een negatieve inkomenselasticiteit wordt gevonden.

Tabel 2.2 *Aan energiebesparingsbeleid toe te rekenen CO₂-reductie in de periode 1990-2000*

Instrument	Reductie 1990-2010 [Mton CO ₂]
Nieuwbouw (EPN en bouwbesluit)	0,39
Na-isolatie bestaande bouw	0,9
Efficiënte CV-ketels in de bestaande bouw ¹⁸	0,55
Efficiënte verlichting	0,20
Energielabels en de REB (elektriciteit)	0,6
Totaal	2,7

Bij de bepaling van de emissiereductie is uitgegaan van de volgende veronderstellingen (zie ook de voorgaande paragrafen):

- de daling van de EPC-waarde leidt, bij gelijkblijvende woningkenmerken, tot een evenredige daling van het energieverbruik, zie ook (Jeeninga, 2001);
- de toename van de penetratiegraad van muur-, dak-, en vloerisolatie in de bestaande bouw is voor 95% toe te schrijven aan beleid. Omdat bij glasisolatie comfortaspecten een belangrijke rol spelen is hierbij uitgegaan van een aan beleid toe te rekenen effect van 50%;
- de besparing door de HR-ketel¹⁸ alsmede de toename van het aantal spaarlampen is volledig aan beleid toegerekend;
- het bepaalde CO₂-reductie ten gevolge van een besparing op het verbruik door elektrische apparatuur is het samengestelde effect van een REB verhoging en energielabels op huishoudelijke apparatuur.

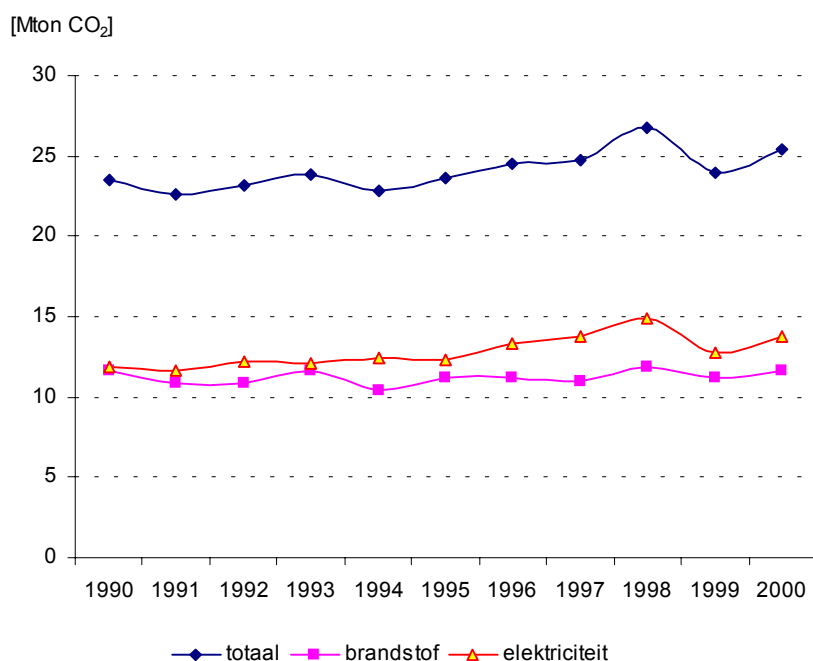
In (Boonekamp, 2002) wordt voor de periode 1990-2000 een besparing van ruim 80 PJ op de finale energievraag bepaald. In (Boonekamp, 2002) wordt 80% van de bepaalde totale besparing toegerekend aan beleid. Dit komt overeen met een totale emissiereductie van 3,9 Mton CO₂. In deze studie wordt een aan beleid toe te schrijven reductie bepaald van 2,7 Mton. De in (Boonekamp, 2002) gevonden waarde is bijna 40% hoger dan de in deze studie gevonden waarde.

¹⁸ Het betreft hier uitsluitend het effect van de HR-ketel. Verbetering van het gemiddelde parkrendement ten gevolge van de toename van de penetratie van de VR-ketel is niet tot het beleidseffect gerekend.

3. SECTOR UTILITEITSBOUW

3.1 Inleiding

De Utiliteitsbouw omvat de handel, diensten en overheid (HDO). Het energiegebruik is vooral bestemd voor gebouwgebonden functies zoals ruimteverwarming en voor elektrische apparatuur. De sector neemt dan ook voornamelijk aardgas en elektriciteit af. Het verschil in ontwikkeling tussen aardgas en elektriciteit is aanzienlijk. De groei van het aardgasverbruik is sterk vertraagd tot een stabilisatie vanaf 1995 stabiel. Het elektriciteitsverbruik laat tussen 1995 en 1998 een versnelde groei zien, door een versneld doorzettende penetratie van nieuwe apparatuur in de kantooromgeving en de opkomst van de ICT. Na 1998 is het groeitempo weer lager geworden. Het energiegebruik is tussen 1990 tot 2000 gestegen van ca 345 PJ naar ca 425 PJ primair equivalent. De ontwikkeling van de aan de sector Diensten toegerekende CO₂-emissie is gegeven in Figuur 3.1.



Figuur 3.1 *Ontwikkeling van de temperatuurgecorrigeerde totale, directe en toegerekende CO₂-emissie [Mton CO₂] voor de sector Utiliteitsbouw (op basis van (Boonekamp, 1998))*

3.2 Beleidsinstrumenten

Binnen de sector Utiliteitsbouw spelen in de periode 1990-2000 de volgende beleidsinstrumenten een rol:

- Het bouwbesluit (tot 1995) en de EPN (vanaf 1995) voor nieuwbouw,
- VAMIL, EIA/EINP,
- MJA's,
- MAP,
- REB,
- Overige: Dubo, lokaal klimaatbeleid (duurzame bedrijventerreinen), convenanten anders dan MJA, energielabels (Energy Star).

Het effect van de energie-efficiëntie eisen die worden gesteld aan nieuwbouw (bouwbesluit tot 1995 en EPN vanaf 1995) kan relatief los worden gezien van het effect van overige instrumenten, al dient opgemerkt te worden dat de inzet van bepaalde stimuleringsmaatregelen (subsidies, REB) het draagvlak voor deze efficiëntie eisen verhoogt. Het effect van de VAMIL, EIA/EINP, MAP en in minder mate REB kan echter moeilijk los van elkaar worden gezien. Voor de sector Utiliteitsbouw geldt dat er nauwelijks studies zijn waarin de effectiviteit van een van de afzonderlijke instrumenten is vastgesteld. Wel wordt, in opdracht van het ministerie van Economische Zaken, de voortgang van de diverse MJA's in de dienstensector gemonitord. Echter, op basis van deze studies zijn geen uitspraken te doen te aanzien van het additionele effect van de MJA's. Het effect van overige beleidsmaatregelen is op macro niveau zeer beperkt en wordt derhalve in deze studie niet verder behandeld.

3.3 Effect beleidsmaatregelen op de ontwikkeling van de CO₂-emissie

Een aanknopingspunt voor het bepalen van het effect van stimuleringsmaatregelen zoals VAMIL en EIA/EINP wordt gevormd door de totale hoeveelheid subsidie die in het kader van deze regelingen is verstrekt. De totale subsidie voor de sector Utiliteitsbouw over de periode 1990 tot en met 2000 bedraagt bijna 150 miljoen gulden, waarvan circa 85% in het kader van de EIA/EINP is uitgekeerd (Boonekamp, 2002). Opgemerkt dient te worden dat bijna 90% van het totaal uitgekeerde bedrag in het kader van EIA/EINP en VAMIL is uitgekeerd in de periode 1998 tot en met 2000. In het kader van het MAP is in totaal 173 miljoen besteed ten behoeve van het nemen van energiebesparingsmaatregelen in de Utiliteitsbouw. Dit is echter inclusief uitvoeringskosten, de daadwerkelijk uitgekeerde hoeveelheid subsidie is derhalve lager.

Naast EIA/EINP, VAMIL en het MAP is begin jaren negentig ondermeer nog subsidie verstrekt in het kader van de SEBG en SEEV regeling. Tot slot zijn ook in het kader van diverse Novem programma's geld beschikbaar gesteld voor het stimuleren van energiebesparing in de Utiliteitsbouw. Deze bedragen zijn inclusies RD&D en uitvoeringskosten.

Door de hoeveelheid subsidie te koppelen aan de gemiddelde besparing per gesubsidieerde maatregel wordt een indicatie verkregen van de totale aan deze subsidie toe te kennen besparing (bruto subsidie effect). Echter, dit betekent niet zondermeer dat het door beleid geïnduceerde effect gelijk is aan de aan de totale hoeveelheid subsidie toe te rekenen energiebesparing (netto subsidie effect), dit omdat een deel van de maatregelen ook zonder subsidie genomen zou zijn (free rider effecten).

Met behulp van het technisch/economisch bottom up model kan bepaald worden wat het resulterende energiebesparingseffect is ten gevolge van het inzetten van de VAMIL en EIA/EINP. Door het 'matchen' van de totale hoeveelheid subsidie zoals daadwerkelijk is uitgekeerd met de theoretische via modelberekeningen bepaalde subsidiestroom kan met relatief grote zekerheid bepaald worden wat het bruto effect is van deze beleidsinstrumenten. Het netto effect is echter kleiner door de free rider effecten. De vraag is nu hoe dit netto effect bepaald kan worden.

Free rider effecten kunnen in principe via modelberekeningen bepaald worden door een simulatie uit te voeren exclusief subsidies en deze te vergelijken met een de realisatie inclusief subsidies. De nauwkeurigheid waarmee via modelberekeningen de ontwikkeling van energiebesparingsopties exclusief beleid kan worden bepaald is sterk afhankelijk van de mogelijkheid om het betreffende model te valideren op een hiervoor geëigende set monitoringgegevens. Gesteld mag worden dat de onzekerheid omtrent de ontwikkeling van besparingsmaatregelen in de variant zonder beleid beduidend groter is dan in de variant inclusief het huidige beleid. Op basis van overige studies kan tevens inzicht worden verkregen in free rider effecten. Recentelijk is in opdracht van het Ministerie van Economische Zaken een evaluatiestudie uitgevoerd met betrekking tot het EIA en EINP (PWC, 2001). In deze studie wordt uitgebreid ingegaan op free rider

effecten, relatie tot andere beleidsinstrumenten, effectiviteit van de regeling alsmede de totale CO₂-reductie.

Een complicerende factor is dat een deel van de free rider effecten bij een bepaalde regeling mogelijkerwijs toe te schrijven zijn aan effecten van een andere beleidsmaatregel. Het lijkt niet onwaarschijnlijk dat bijvoorbeeld de MJA's hebben geleid tot een toename van het aantal free riders voor EIA/EINP. De EIA/EINP en de MJA's versterken waarschijnlijk elkaars effect en het totale effect van deze gezamenlijke regelingen is waarschijnlijk groter dan het effect van de afzonderlijke instrumenten. Er dient derhalve bij EIA/EINP een onderscheid gemaakt te worden tussen 'autonome' free riders en free riders ten gevolge van de MJA's. De besparing bij deze laatste categorie kan wel toegerekend aan het energiebesparingsbeleid, als is de kosteneffectiviteit lager doordat het effect wordt bereikt door meerdere instrumenten.

3.3.1 De EIA/EINP en VAMIL regeling

De EIA/EINP regeling is een fiscale regeling¹⁹ die beoogt de investeringen in energiebesparingsmaatregelen te stimuleren. De EIA/EINP regeling is zowel van toepassing op nieuwbouw als bestaande bouw en geldt voor zowel duurzame als niet duurzame maatregelen. In deze paragraaf wordt alleen ingegaan op de niet-duurzame component van de EIA/EINP regeling. De VAMIL regeling vertoont in essentie grote overeenkomsten met de EIA/EINP regeling, daar beide instrumenten uitgaan van dezelfde 'Energelijst'. Kortweg mag dan ook gesteld worden dat indien een bepaalde investering in aanmerking komt voor steun via de VAMIL-regeling, er ook van de EIA/EINP-regeling gebruik kan worden gemaakt.

Recentelijk is in opdracht van het ministerie van Economische Zaken een evaluatiestudie uitgevoerd voor de EIA/EINP (PWC, 2001). Deze studie heeft betrekking op de volledige dekking van de EIA/EINP, en dus niet alleen op de sector Utiliteit²⁰. In (PWC, 2001) wordt aan de EIA/EINP een energiebesparing toegerekend van circa 40 PJ totaal over 1997-1999 en 15 PJ in 1999. Deze besparingen hebben betrekking op de totale regeling en derhalve niet alleen op Utiliteit. Indien aangenomen wordt dat de effectiviteit (besparing per gulden fiscaal voordeel) gelijk is voor de totale EIA/EINP-regeling en de EIA/EINP-regeling in de Utiliteitsbouw dan valt af te leiden dat de totale (bruto) besparing²¹ gelijk is aan 5,0 PJ (0,28 Mton CO₂) bij in totaal 66 miljoen genoten fiscaal voordeel, waarvan 4,1 PJ a.e. voor EIA en 0,9 PJ a.e. voor EINP, voor de periode tot en met 1999. Indien tevens de EIA gelden voor 2000 meegerekend zouden worden, dan neemt de besparing toe tot 9,6 PJ a.e. (0,54 Mton CO₂) bij in totaal 127 miljoen fiscaal voordeel via EIA/EINP. Hiervan is 7,1 PJ a.e. toe te schrijven aan EIA en de resterende 2,5 PJ a.e. aan EINP.

Tevens is in het kader van het Interdepartementaal Beleidsonderzoek (IBO) studie verricht naar de kosteneffectiviteit van energiesubsidies (IBO, 2001). Geconstateerd werd dat er voor de EIA/EINP regeling sprake is aanzienlijke free rider effecten²². Op basis van de rapportage is geen onderscheid te maken tussen de totale bestedingen en de bestedingen in de sector Utiliteit. Het gerapporteerde financiële voordeel over de periode 1997-1999 bedraagt 184 miljoen gulden voor EIA en 5 miljoen gulden voor EINP (IBO, 2001) bij een 'besparing' van respectievelijk 21 PJ_{primair} en 2 PJ_{primair}. Opgemerkt dient te worden dat in dit kader onder besparing wordt verstaan de 'energiebesparing van de aanvragen (...) over de technische levensduur van de technieken. Deze 'besparing' mag niet vergeleken worden met de reductie die ten gevolge van de gestimuleerde opties in een bepaald zichtjaar wordt behaald, zoals bijvoorbeeld gegeven in (PWC,

¹⁹ Formeel is de EINP een subsidieregeling en geen fiscale regeling. Het effect is echter vergelijkbaar met de EIA-regeling.

²⁰ Het totale verstrekte budget tot 2000 dat in het kader van de EIA is uitgekeerd komt voor (PWC, 2001) en (IBO, 2001) vrijwel overeen.

²¹ Inclusief free riders. Een andere gangbare term is 'pseudo besparing'.

²² De bepaalde free rider effecten voor EIA/EINP bedragen circa 52% op basis van zeggedrag en 64% - 68% op basis van 'doegedrag' (IBO, 2001). Opgegeven waarden zijn exclusief het 'attentie effect'.

2001). Door verschillen in benadering²³ tussen (PWC, 2001) en (IBO, 2001) zijn deze studies op het gebied van kosten en reductie onderling niet vergelijkbaar.

Uit modelberekeningen met het technisch/economisch bottom-up model SAVE-Utiliteitsbouw volgt dat voor de periode 1990-2000²⁴ een totaal EIA/EINP effect wordt gevonden van 7 PJ (0,4 Mton CO₂) bij een totale besteding van 120 miljoen EIA/EINP²⁵. Er blijkt echter een forse overlap te zijn tussen de EIA/EINP regeling en de EPN voor nieuwbouw. Volgens de modelberekeningen levert een forse deel van de EIA/EINP gelden geen additionele besparing, omdat deze besparing al toegerekend wordt aan de EPN. Circa 60% van de totale subsidie in de periode tot en met 2000 is toe te schrijven aan nieuwbouw. Dit komt overeen met circa 0,24 Mton CO₂. Opgemerkt dient te worden dat het hier de stimulering van energiebesparingsmaatregelen exclusief duurzaam betreft, zoals bijvoorbeeld gebouwisolatie en efficiënte ketels. Ook in (PWC, 2001) wordt geconstateerd dat een aanzienlijk deel van de bestedingen betrekking heeft op nieuwe gebouwen. Aangezien de EPN een verplichting geeft ten aanzien van de minimale energieprestatie van nieuwbouw, mag verwacht worden dat de in de EIA/EINP opgenomen maatregelen²⁶ leiden tot forse free rider effecten indien de eisen die aan deze maatregelen worden gesteld vergelijkbaar zijn met de eisen die in het kader van EPN worden gesteld. Dit effect lijkt een belangrijke rol te hebben gespeeld en zou mede het hoge aantal free riders zoals gevonden in (PWC, 2001; IBO, 2001) kunnen verklaren.

Het op basis van de modelberekeningen en de totale bedragen die als fiscaal voordeel zijn genoten bepaalde effect van EIA/EINP is feitelijk de resultante van het gecombineerde MJA, VAMIL en EIA/EINP effect. Voor de periode waarin zowel VAMIL als EIA/EINP werkzaam waren, is er dan ook geen noemenswaardig additioneel effect van VAMIL, dit omdat dezelfde maatregelen zowel via EIA/EINP als ook via VAMIL gesubsidieerd konden worden. Deze op basis van de modelberekeningen getrokken conclusie wordt deels bestreden in (IBO, 2001), waar gevonden wordt dat er een grote groep EIA-aanvragers is²⁷ van die wel in aanmerking komt voor VAMIL-subsidies maar deze niet aanvraagt.

In de periode tot en met 1996 is via de VAMIL circa 11 miljoen gulden aan fiscale steun uitgekeerd (Boonekamp, 2002). In vergelijking tot de VAMIL is het fiscale voordeel lager dan voor de EIA/EINP-regeling, hetgeen zou leiden tot een hogere subsidie effectiviteit. Echter, een lager fiscaal voordeel betekent ook dat het lastiger is om bedrijven over de streep te trekken die anders de betreffende maatregel niet zouden uitvoeren, zodat hogere free rider effecten verwacht mogen worden. Indien uit wordt gegaan met een vergelijkbare effectiviteit van de VAMIL met EIA/EINP, dan bedraagt de (bruto) energiebesparing over de periode 1990-1996 circa 0,8 PJ a.e., (0,05 Mton CO₂). Het netto effect (gecorrigeerde voor free riders en regulering op nieuwbouw) over de periode 1990-1996 zal lager zijn en bedraagt naar schatting 0,02 Mton CO₂. Deze orde van grootte van deze reductie is, in vergelijking tot het geschatte effect over de periode 1997-2000, zodanig klein dat deze niet als afzonderlijke component meegenomen dient te worden.

3.3.2 REB

De Regulerende Energie Belasting (REB) is ingevoerd in 1995. In de periode tot 2000 is de REB tussentijds verhoogd. Voor de REB geldt dat het niveau afhankelijk is van het totale ver-

²³ Naast het gegeven dat in (IBO, 2001) wordt gewerkt met cumulatieve besparingen over de levensduur van een technologie en in (PWC, 2001) (jaarlijkse) besparing wordt opgegeven van de in dat jaar verstrekte fiscale voordeel, wordt in (IBO, 2001) tevens tevens het financiële voordeel en de resulterende (cumulatieve) besparing niet generiek gerapporteerd maar slechts voor een "aantal geselecteerde technieken".

²⁴ Gebaseerd op medio jaren.

²⁵ Zonder ondersteuning van MJA en VAMIL was overigens het EIA/EINP effect lager geweest. De reductie heeft feitelijk betrekking op een gezamenlijk effect.

²⁶ de energielijst.

²⁷ voor sommige technieken de helft van de aanvragen

bruik. Indien het energieverbruik boven een aantal grenswaarden uitkomt, dan hoeft minder REB afgedragen te worden. Voor zeer grote verbruikers geldt dat de REB nauwelijks effect heeft op de marginale kosten voor energiebesparing, dit omdat het verbruik ver boven het verbruiksniveau ligt waarop de REB een significant prijsopdrijvend effect heeft op de energieprijis. Voor de sector Utiliteitsbouw geldt dat het totale energieverbruik voor een fors deel wordt bepaald door de groep grootverbruikers. Deze verbruikers zijn, vanwege het geringe effect op de marginale kosten voor energie, relatief ongevoelig voor de REB. Voor de overige afnemers geldt weliswaar dat de REB het investeren in energiebesparing aantrekkelijker maakt, maar dat er een overlap is met instrumenten als EIA/EINP, MJA en VAMIL. Dit betekent dat het zeer moeilijk is het additionele effect van de REB te schatten. Op basis van de modelberekeningen met het bij ECN ontwikkelde model SAVE-Utiliteitsbouw wordt een additioneel REB-effect bepaald van circa 0,03 Mton CO₂.

3.3.3 EPN

De energie-eisen die aan nieuwe gebouwen worden gesteld (regulering) zijn in principe vrijwel ongevoelig voor effecten van overige instrumenten. Wel is het zo dat de EIA/EINP en VAMIL regeling evenals de MJA's tevens betrekking hebben op nieuwbouw. Echter, indien deze instrumenten niet waren ingezet, dan zouden nog steeds dezelfde minimum eisen hebben gegolden. Dit betekent dat indien er sprake is van overlap tussen EPN en overige instrumenten, deze overlap in mindering wordt gebracht op de overige instrumenten. Zoals eerder is aangegeven, vormen de investeringen in duurzame opties geen onderdeel uit van de in dit hoofdstuk gepresenteerde analyse maar worden elders in dit rapport behandeld.

Er zijn geen evaluatiestudies gevonden op basis waarvan het effect van regulering (bouwbesluit en EPN) op het energieverbruik van nieuwe gebouwen kan worden geschat. Door middel van modelberekeningen via het ECN model SAVE-Utiliteit is bepaald dat het effect van de EPN op de ontwikkeling van het energieverbruik circa 7 PJ a.e. bedraagt. Dit komt overeen met een CO₂-reductie van 0,4 Mton.

3.3.4 MAP

In opdracht van het Ministerie van Economische Zaken is recentelijk een evaluatie verricht naar de uitvoering en resultaten van het Milieu Actie Plan 1991-2000 (Berenschot, 2001). In het kader van het MAP is in de periode 1990-2000 circa 173 miljoen gulden besteed binnen de sector Utiliteitsbouw. Zoals eerder al is aangegeven, is dit inclusief uitvoeringskosten. Volgens EnergieNed is in de periode 1990-2000 ten gevolge van het MAP een totale CO₂-reductie van 18,5 Mton bereikt, waarvan 2,5 Mton in de sector Utiliteitsbouw (Berenschot, 2001). Gemakshalve wordt hierbij de totale CO₂-reductie toegerekend aan het MAP. Het werkelijke MAP-effect blijkt echter niet te bepalen (Berenschot, 2001). Ook via modelberekeningen blijkt het effect van het MAP niet eenduidig vast te stellen, dit door de grote overlap met de overig instrumenten en de interactie met WKK. Een ruwe en indicatieve schatting²⁸ van het MAP-effect komt uit op een totale reductie van rond de 0,2 Mton (exclusief WKK en duurzaam) voor de sector Utiliteitsbouw. Een valide onderbouwing van deze schatting ontbreekt echter.

3.3.5 Overige instrumenten

Verondersteld is dat het effect van overige instrumenten, waaronder bijvoorbeeld SEBG en SEEV regelingen zeer beperkt is ten opzichte van de overige instrumenten. Een grote onzekere factor is echter het effect van de diverse Novem programma's op de CO₂-reductie. Niet denkbeeldig is dat het merendeel van deze gelden is besteed aan projecten met een overwegend

²⁸ Een combinatie van expert judgement en kosteneffectiviteitsberekening.

RD&D karakter. Binnen het tijdsbestek van deze studie wat het niet mogelijk om een bepaalde hoeveelheid CO₂-reductie toe te rekenen aan de diverse Novem programma's.

3.4 Conclusie sector Utiliteitsbouw

Er lijkt in de sector Utiliteitsbouw een grote overlap te zijn geweest tussen de verschillende ingezette beleidsinstrumenten. Het effect van de MJA's en de EIA/EINP regelingen kunnen niet los van elkaar worden gezien. Het is daarom niet mogelijk om een besparingseffect aan de individuele instrumenten toe te rekenen. Ook is er sprake van een forse overlap tussen EIA/EINP en de EPN. Op basis van modelberekeningen en literatuur omtrent de (bruto)besparing die aan de individuele instrumenten kan worden toegerekend, is een inschatting gemaakt van het totale effect van (clusters) beleidsinstrumenten over de periode 1990-2000²⁹. Wel lijkt duidelijk dat de eisen die aan nieuwbouw worden gesteld (zowel via het bouwbesluit tot 1995 als via de EPN per 1995) verantwoordelijk te zijn voor meer dan de helft van de CO₂-reductie). Het resterende effect is voor het overgrote deel toe te schrijven aan de combinatie EIA/EINP met de MJA's. Weliswaar is er sprake van een forse overlap tussen deze instrumenten, hetgeen leidt tot een daling van de specifieke effectiviteit. Zonder de inzet van deze instrumenten zou waarschijnlijk de totale CO₂-reductie in de bestaande voorraad marginaal zijn.

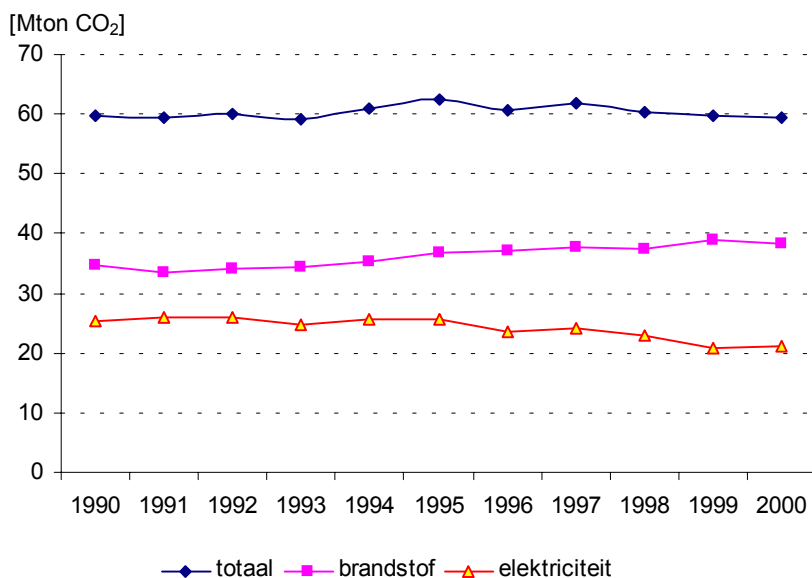
Het totale besparingseffect van het beleid op de ontwikkeling van de CO₂-reductie voor de sector Utiliteitsbouw exclusief MAP wordt geschat op 0,7 Mton CO₂. Hiervan is circa 0,4 Mton CO₂ toe te schrijven aan de eisen die gesteld zijn aan nieuwbouw. Van deze 0,4 Mton wordt echter tevens circa 0,25 Mton gedekt door de EIA/EINP en VAMIL (dubbeltelling). Het effect van MJA en EIA/EINP en VAMIL in de bestaande voorraad wordt geschat op 0,15 Mton CO₂. Voor de REB is voor de periode 1995-2000 een klein additioneel effect (orde van grootte is 0,03 Mton). Hierbij dient aangetekend te worden dat de totaal bepaalde CO₂-reductie een relatief grote onzekerheid kent. Een valide onderbouwing van het effect van het MAP op de CO₂-ontwikkeling is moeilijk te geven. Indicatief wordt het MAP-effect op 0,2 Mton CO₂ geschat.

In (Boonekamp, 2002) wordt voor de periode 1990-2000 een besparing op het finale verbruik van 4 PJ gevonden. Aangegeven is echter dat de gevonden waarde een extreem grote onzekerheid kent. Waarschijnlijk geeft zowel de gehanteerde analysemethode, zie (Boonekamp et. al., 2001), alsmede het ontbreken van valide monitoringgegevens een zware onderschatting van de daadwerkelijke besparingen. Van de besparingen in de sector Utiliteitsbouw wordt in (Boonekamp, 2002) 80% toegeschreven aan overheidsbeleid. Dit correspondeert met een emissiereductie van circa 0,2 Mton CO₂. In deze studie wordt een totale emissiereductie gevonden van 0,7 Mton (exclusief MAP). Gezien de zeer grote onzekerheden in de bepaalde besparing kan geen zinvolle vergelijking worden gemaakt.

²⁹ Omdat met name in 2000 de uitgaven in het kader van EIA/EINP fors zijn toegenomen, maakt het uit of de periode 1990 – 2000 beschouwd wordt als medio 1990 tot medio 2000 of als 1 jan. 1990 – 1 jan. 2000 dan wel 31 dec. 1990 – 31 dec. 2000.

4. INDUSTRIE

De CO₂-emissie van de sector Industrie hangt sterk samen met productieontwikkelingen in de energie-intensieve industrie, met name de petrochemie, de kunstmestindustrie en de basismetaalindustrie. Naast emissies tengevolge van brandstof- en elektriciteitsverbruik zijn ook procesemissies van belang. Dit hoofdstuk betreft alleen de CO₂-emissies voor ondervuring.



Figuur 4.1 *Ontwikkeling van de temperatuurgecorrigeerde totale, directe en toegerekende CO₂-emissies (Mton CO₂) voor de sector Industrie (op basis van (Boonekamp, 1998))*

De totaal gerealiseerde besparing in de industrie (exclusief raffinage) bedraagt ongeveer 180 PJ, zie ook (Boonekamp, 2002). Dit komt overeen met een CO₂-reductie van circa 12 Mton. Door onduidelijkheden in recente CBS-statistieken en diverse interpretaties van WKK-besparing (zie o.a. Hoofdstuk 6 en (Boonekamp, 2002)) lijkt het aandeel van warmtekrachtkoppeling in deze emissiereductie onzekerder te zijn geworden. Volgens bottom-up benadering uit Hoofdstuk 6 bedraagt de totale CO₂-reductie door WKK in de industrie (excl. raffinage) circa 4 Mton³⁰. Daardoor resteert circa 8 Mton op het finaal verbruik. Bepaald dient te worden welk deel van deze reductie het effect is van beleid.

4.1 MJA-beleid, WBM-beleid

In de periode 1990-2000 waren de MJA's de hoeksteen van het energiebesparingsbeleid van de industrie. Dit beleid werd in hoofdzaak uitgevoerd door NOVEM, en omvat naast de procesmatige begeleiding ook onderbouwend onderzoek en monitoring. In samenhang met deze convenants werd beleid ontwikkeld voor R&D en demonstratie betreffende energiebesparende technologie (TIEB,EMA). Bovendien zijn een aantal financiële regelingen ontwikkeld ter stimulering van investeringen (EIA, VAMIL). Van belang voor MJA-bedrijven zijn voorts adviseringsprogramma's van energiebedrijven zoals het MAP en het MPI (Gasunie).

Er was een ook een koppeling met de vergunningverlening in het kader van de Wet Milieubeheer. Voor MJA-bedrijven vervangt de MJA doorgaans de verplichtingen met betrekking tot

³⁰ Besparingen op basis van 1990 als referentiejaar.

energie-efficiëntie in de milieuvergunning. De milieuvergunning fungeert als vangnet voor bedrijven die niet onder een MJA vallen of niet aan MJA verplichtingen voldoen. Omdat energie-efficiëntie in de betreffende jaren beperkt in deze vergunningen aan bod kwam, wordt het effect van dit instrument relatief beperkt ingeschat.

De eerste generatie industriële MJA's dekten ongeveer 75% van het industriële energetische energiegebruik. Het niet-energetische verbruik bleef buiten beschouwing. NOVEM (Nuijen en Booij, 2000) geeft een algemene beschrijving van de MJA-aanpak. In een MJA wordt niet overeengekomen welke fysieke maatregelen worden getroffen, maar wordt alleen een doel afgesproken. De bedrijven leggen zich vast op dat doel, de overheid schept de condities waarbinnen dat doel kan worden bereikt, en ziet toe op de naleving. De rol voor de overheid betrof voor de nu afgeronde MJA's:

- ondersteuning door Novem bij het bepalen van het technisch potentieel en monitoring, en door de energiebedrijven in de vorm van het Milieuplan Industrie (MPI) van de Gasunie en het MAP,
- sanctienering van niet-deelnemers en van bedrijven die de doelstelling niet halen via vergunningsbeleid (WBM),
- financiële ondersteuning van technologieontwikkeling en demonstratieprojecten, met name door NOVEM,
- fiscale stimulering van energiebesparende investeringen met EIA en VAMIL,
- stimuleringsbeleid voor warmtekrachtkoppeling, met name vaste terugleververgoedingen voor elektriciteit en een speciaal gastarief (zie ook Hoofdstuk 6),
- REB-vrijstelling voor grote afnemers.

Het effect van de MJA's dient geplaatst te worden binnen dit kader van randvoorwaarden. Ten aanzien van de laatste drie punten wordt verondersteld dat ze van kracht zouden zijn indien geen MJA's waren afgesloten. Voor warmtekrachtkoppeling is dat een wezenlijke veronderstelling, een belangrijk deel van de MJA-resultaten (ca 25%) is gebaseerd op WKK, dit wordt hier dus niet aan MJA-beleid toegerekend. Ook EIA en VAMIL zullen bijgedragen hebben aan de realisatie van MJA-doelen.

Het achterwege laten van MJA-beleid had mogelijk meer mogelijkheden geschapen voor REB voor grotere afnemers. Volgens de industrie is REB immers onverenigbaar met MJA's. Bij het bepalen van het effect van MJA-beleid wordt hier echter niet verondersteld dat het 'beleids gat' automatisch gevuld wordt met een heffing op grootverbruik.

4.1.1 Evaluaties effectiviteit MJA-beleid

Glasbergen et. al.: Afspraken werken: Evaluatie Meerjarenaafspraken over Energie-efficiency, Universiteit Utrecht, 1997.

Het MJA-beleid wordt in deze studie beschouwd als beleid gericht op het bekend maken van de aanwezige technisch en economisch rendabele potenties. Dit vergroten van de bekendheid gaat via branche-organisaties en NOVEM-deskundigen. Ook leren wordt nadrukkelijk beschouwd als evaluatieperspectief. D.w.z. er moet een veranderingsproces in de bedrijfsorganisatie plaatsvinden met betrekking tot energievraagstukken. Op basis van analyse van afzonderlijke sectoren en maatregelen wordt beschouwd welke maatregelen door MJA's zijn gestimuleerd. Iets minder dan de helft (30-50%) van de gerealiseerde efficiencyverbetering is geïmplementeerd als gevolg van de MJA's.

M. Rietbergen & K. Blok: The Environmental performance of voluntary agreements on industrial energy efficiency improvement, NW&S, Universiteit Utrecht, 1999

Dit onderzoek hanteert drie benaderingen om het effect te bepalen van MJA's. Ten eerste wordt op basis van enquêtes en de meningen van experts een bottom-up berekening gemaakt, vergelijkbaar met Glasbergen. Het aandeel van de besparing die door MJA-beleid is gestimuleerd bedraagt volgens de experts 31-48% en volgens de bedrijvenenquête 29-44%. Ook deze benadering isoleert het MJA-beleid niet, maar geeft een kwantitatieve benadering van de betekenis op de totale besparing. De tweede benadering is een marginale, waarbij de totale besparing wordt vergeleken met een situatie zonder besparingsbeleid. Daarbij wordt een autonoom besparings-tempo van 1% verondersteld en alle besparing daarboven toegeschreven aan MJA-beleid. Op deze wijze wordt een aandeel van 16-47% als beleidseffect berekend. Met een derde benadering voor de papierindustrie op basis van een empirisch bepaald 'autonoom' tempo kan geen MJA-effect gevonden worden.

Op basis van deze studies lijkt zich een bruto beleidseffect in de industrie af te tekenen van ongeveer 40% van 12 Mton, circa 5 Mton, waarbij het beleidseffect ook op in beperkte mate op WKK betrekking heeft. De gunstige financiële condities voor WKK over 1990-2000 worden daarbij als gegeven verondersteld. De bovengenoemde benaderingen geven echter nog geen benadering van het effect van het MJA-beleid als hierboven aangegeven. Via het SAVE-model kan ook het marginale effect op onderdelen van beleid benaderd worden.

SAVE-benadering

In de in deze paragraaf aangehaalde studies is geen onderscheid gemaakt naar besparingen op finaal verbruik en besparingen ten gevolge van de inzet van WKK. Daarom zijn met het model SAVE-productiebedrijven enkele berekeningen gemaakt over 1990-2000. Daarbij wordt een gevoeligheidsanalyse uitgevoerd met de factor 'bekendheid' om enig inzicht te krijgen in de grootte-orde van het effect aan beleid toe te rekenen besparingseffect op het finale energieverbruik. Onder bekendheid wordt een aantal zaken verstaan, te weten:

- bekendheid met besparingsmogelijkheden,
- bekendheid met de toepasbaarheid ervan op de eigen inrichting,
- bekendheid met kosten en opbrengsten,
- bekendheid met MJA-beleid en met de sancties,
- bekendheid met monitoring en met eigen verbruik.

Bij afwezigheid van beleid zou deze kennis alleen via de markt en eigen initiatief beschikbaar kunnen komen. Verondersteld is dat het aantal jaren dat het duurt voordat een kosteneffectieve techniek 10% ingevoerd is (time to maturity) een factor 2,5 langer wordt. Via een modelparameter komt dan een veel trager invoertraject tot stand. De beschikbaarheid van technieken wordt geacht niet te veranderen. De bekendheid met ontsparende nieuwe elektriciteitstoepassingen³¹ blijft onveranderd. Indien de bekendheid van energiebesparende techniek drastisch minder is, wordt ca 50 PJ primair meer energie verbruikt (3 Mton CO₂). Bij een minder vertraagd invoertraject wordt nog steeds 30 PJ primair meer verbruikt (1,8 Mton CO₂). Met het nodige voorbehoud kan daar het effect van 'bekendheid' door MJA-beleid mee worden aangegeven.

4.2 EIA en VAMIL

Aan EIA en VAMIL is voor de industrie een bedrag van 209 mln. gulden uitgegeven over 1990-2000. Voor een beschouwing van de effectiviteit van EIA en VAMIL wordt verwezen naar Paragraaf 3.3.1. De volgens de PWC-studie aan de regelingen toegerekende besparing in de industrie zou op basis van evenredigheid circa 6 PJ bedragen over 1999.

³¹ Procesverbetering.

Uit modelberekeningen over 1990-2000 met het SAVE-model wordt een marginaal (netto) effect van de EIA en VAMIL berekend van 1,5 PJ per jaar, ofwel 0,1 Mton CO₂. Het berekende subsidiebedrag (19% van de meerinvestering) bedraagt 150 mln. gulden.

4.3 Overig beleid

Het overige energiebesparingsbeleid dat betrekking heeft op de industrie omvat het CO₂-reductieplan, de bouwregelgeving, REB en BSB, WKK-beleid.

4.3.1 CO₂-reductieplan

Het CO₂-reductieplan is gestart in 1996. De aan de industrie toe te rekenen CO₂-reductie is bescheiden, het betreft voornamelijk procesintegratie en restwarmtebenuttingsprojecten, ongeveer 0,3 Mton, subsidie ongeveer 20% van de investeringen, kosteneffectiviteit 3-7 euro/ton CO₂. Daarnaast zijn er projecten voor industriële restwarmtelevering aan andere bedrijven, glastuinbouw of stadsverwarmingsprojecten. Onduidelijk is in hoeverre deze projecten doorgang vinden, er zijn diverse projecten opgeschort of gestrand. Over 1990-2000 is het effect nog nihil.

Naar verwachting is eventuele energiebesparing met deze projecten ook verrekend in de MJA-resultaten. Het CO₂-reductieplan heeft voor de industrie dus een positie vergelijkbaar met de EIA.

4.3.2 Bouwregelgeving

Een deel van het industriële energieverbruik heeft betrekking op gebouwfuncties op exact dezelfde wijze als is beschreven onder het hoofdstuk utiliteitsbouw. Het betreft gebouwen of onderdelen van gebouwen die bestemd zijn voor het verblijf van personen. Deze vallen via het bouwbesluit onder regelgeving betreffende energiezuinigheid. Gerelateerd aan de hoeveelheid werkenden in de industrie ten opzichte van de dienstensector is op basis van Paragraaf 3.3.3 een grove inschatting gemaakt van het effect van EPN op de industrie. Uitgaande van het aantal werkenden in de industrie in verhouding tot de dienstensectoren (in dit rapport Sector Utiliteitsbouw) van ¼ bedraagt het effect ca 2 PJ ofwel 0,1 Mton CO₂.

4.3.3 REB en BSB

Heffingen op energiedragers (voor een overzicht zie CBS Energiemonitor) worden in het algemeen geacht het voordeel van energiebesparende maatregelen te vergroten. Het effect van REB op de industriële energiebesparing is verwaarloosbaar, voor het overgrote deel van het energieverbruik is niet gevoelig voor REB omdat de schaalgrootte boven de 1 mln. m³ gas en 10 mln. kWh valt. De Brandstoffenbelasting BSB speelt een grotere rol, deze geldt voor het totale brandstofverbruik, en werkt door via de elektriciteitsopwekking in de elektriciteitsprijs. Het effect van de BSB bedraagt op basis van berekeningen met het SAVE-model ongeveer 3 PJ ofwel 0,2 Mton CO₂.

4.3.4 MAP, MPI

Aan MAP-gelden is voor de industrie over 1990-2000 een bedrag van 393 mln. gulden uitgegeven voor energiebesparing. De effecten hiervan maken deels onderdeel uit van de MJA-resultaten. Een belangrijk deel zit ook in advisering en faciliteiten aan niet-MJA-bedrijven. Het Milieuplan industrie van de Gasunie (MPI) is evenals het MAP strikt genomen geen overheidsbeleid. Het niet-MJA-deel van deze activiteiten van energiebedrijven bedraagt over 1990-2000 naar schatting ca 4 PJ ofwel 0,2 Mton (schatting gebaseerd op EnergieNed: resultaten MAP2).

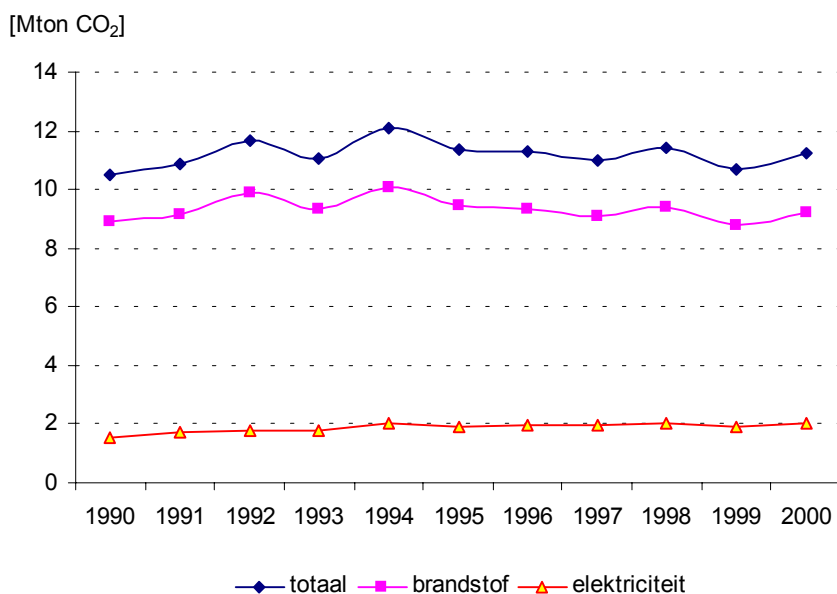
4.4 Conclusie sector Industrie

Op basis van het voorgaande ligt het belangrijkste beleidseffect bij de instrumenten gericht op 'bekendheid', zoals in het kader van de MJA's toegepast. Het totale beleidseffect op het finale verbruik voor de industrie ligt tussen 2,4 en 4 Mton, echter exclusief beleid gericht op WKK (zie ook Hoofdstuk 6).

In (Boonekamp, 2002) wordt voor de periode 1990-2000 een besparing van circa 170 PJ op de finale energievraag gevonden. Van de besparing wordt 35% aan beleid toegeschreven. Dit komt overeen met een totale emissiereductie van 3,8 Mton CO₂. Deze waarde is, binnen de onzekerheidsmarges, in lijn met de in deze studie gevonden emissiereductie van ruim 3,2 Mton.

5. LANDBOUW

De sector landbouw omvat mede veeteelt, bosbouw en visserij. De voornaamste subsector uit energie-oogpunt is evenwel de glastuinbouw die circa 80% van het energieverbruik voor haar rekening neemt. Dat is ongeveer 5 % van het nationaal verbruik. Dit hoofdstuk behandelt alleen het energiegerelateerde deel van de CO₂-emissie, de overige emissies komen kort aan de orde in Hoofdstuk 9.



Figuur 5.1: *Ontwikkeling van de temperatuur gecorrigeerde totale, directe en toegerekende CO₂-emissies (Mton CO₂) voor de sector Landbouw (op basis van (Boonekamp, 1998))*

5.1 Meerjarenafspraak energie-efficiëntie

Het belangrijkste beleidsinstrument voor de glastuinbouw, en daarmee voor de gehele landbouw, is de Meerjarenafspraak Energie-efficiëntie (MJA). In de nu lopende convenant Glastuinbouw en Milieu (GLAMI), is de Meerjarenafspraak energie-efficiëntie opgenomen. Evenals voor de industrie is de MJA een kader, aan doelstelling dragen diverse beleidsinstrumenten bij. Het betreft:

- EIA en VAMIL,
- WKK- en restwarmtestimulering,
- Onderzoeksprogramma's,
- Voorlichting, o.a. via het MAP.

5.1.1 Stand van zaken lopende MJA energie efficiëntie

In 2000 is een verbetering van 44% bereikt ten opzichte van 1980, de doelstelling uit de MJA van 50% in 2000 is niet gehaald. De laatste 10 jaar is ongeveer 25 PJ primair bespaard. Een belangrijk deel van de efficiëntie is binnengehaald door besparing met WKK- en restwarmtelevering van derden, de besparende effecten anders dan WKK worden volledig aan de tuinbouw toegerekend. Het betrof een besparing van ca 9 PJ. Daarnaast werd ca 8 PJ bespaard door eigen WKK. Daarom is de fiscale stimulering van WKK en warmtedistributie een belangrijk instrument voor de sector. Voor toepassing van warmte van derden is de tuinder echter afhankelijk

van het energiebedrijf, van infrastructuur etc. De efficiëntieverbetering op het finaal verbruik lag beneden de 1% per jaar (7 PJ, 0,4 Mton CO₂). Deze verbetering heeft betrekking op zowel energietechnische maatregelen als schermen en condensoren als (mogelijk ook) efficiëntere teeltmethoden en ontsparende ontwikkelingen zoals CO₂-dosering. Daarnaast is een belangrijke oorzaak van efficiëntieverbetering de productieverhoging per ha kasoppervlak. Immers, als de productie hoger wordt onder dezelfde kascondities stijgt de energie-efficiëntie.

5.1.2 Effect MJA-beleid

Ten aanzien van de MJA voor de glastuinbouw speelt een rol dat er eigenlijk geen verplichting was voor afzonderlijke bedrijven met betrekking tot energie-efficiëntie. Toepassing van WKK-warmte en restwarmte (z.g. warmte van derden) gebeurde door glastuinders omdat ze een korting van ca 10% kregen ten opzichte van de aardgaskosten die anders met de eigen ketel zouden optreden. De investeringen werden door het energiebedrijf gedaan. Investeringen door tuinders, in eigen WKK en andere besparende technieken, waren in het algemeen rendabel. De stimulans die vanuit het beleidspakket rond de MJA uitging was met name het voorlichten over en demonstreren van besparende techniek.

Voor het aspect 'bekendheid' met technieken is een modelberekening gemaakt om enig inzicht te krijgen in de grootte-orde van dat effect. Daarbij is verondersteld dat het aantal jaren dat het duurt voordat een techniek 10% ingevoerd is (time to maturity) een factor 2,5 langer wordt. Via een modelparameter komt dan een veel trager invoertraject tot stand. De beschikbaarheid van technieken wordt geacht niet te veranderen. Van belang daarbij is de rol van assimilatiebelichting en andere nieuwe elektriciteitstoepassingen. Indien ook die 'afgeremd' worden door minder bekendheid, daalt het elektriciteitsverbruik, hetgeen weer gunstig is voor de CO₂-emissie, en een onbekend effect heeft op de behaalde besparing. Indien genoemde elektriciteitstoepassingen onveranderd blijven maar bekendheid van energiebesparende techniek drastisch minder is, wordt ca 6 PJ meer energie verbruikt (0,3 Mton CO₂). Met het nodige voorbehoud kan daar het effect van 'bewustwording en advisering' door MJA-beleid mee worden geschat.

5.2 Overig beleid

Het overige energiebesparingsbeleid in de landbouw bestaat evenals bij de industrie uit EIA/VAMIL, REB en BSB, het CO₂-reductieplan en bouwregelgeving. Daarnaast is de onderzoeksfinanciering van belang voor de ontwikkeling van energiebesparing.

5.2.1 EIA en VAMIL

Aan EIA en VAMIL is voor de landbouw over 1990-2000 een bedrag van 187 mln. gulden uitgegeven. Voor een beschouwing van de effectiviteit van EIA en VAMIL wordt verwezen naar Paragraaf 3.3.1. De volgens de PWC-studie aan de regelingen toegerekende besparing in de landbouw zou op basis van evenredigheid circa 5 PJ bedragen over 1999.

Uit modelberekeningen over 1990-2000 met het SAVE-model wordt een marginaal (netto) effect van de EIA en VAMIL berekend van 5 PJ per jaar, ofwel 0,3 Mton CO₂. Het berekende subsidiebedrag (19% van de meerinvestering) bedraagt 43 mln. gulden. In de SAVE-berekening zit niet de WKK in eigen beheer van tuinders die grotendeels wordt ingezet voor belichting. Voor deze WKK is relatief veel EIA verstrekt, terwijl het energieverbruik er door toeneemt (via intensivering).

5.2.2 REB en BSB

Het effect van REB is verwaarloosbaar, met name omdat voor de glastuinbouw de marginale tarieven nul waren. Voor de overige land- en tuinbouw is een minimaal effect van 0,1 PJ berekend met het SAVE-model. Het effect van de BSB is niet verwaarloosbaar. Indien de belasting van circa 1 eurocent per m³ aardgas achterwege was gebleven waren energie-intensievere teeltwijzen gekozen. Volgens modelberekeningen zou dat tot circa 4-8 PJ meer gasverbruik hebben geleid (0,3 Mton CO₂). Voor een nadere beschouwing over prijselasticiteit in de glastuinbouw wordt verwezen naar (Van Dril, 1999).

5.2.3 CO₂-reductieplan

In het kader van het CO₂-reductieplan is een aantal restwarmteprojecten en CO₂-levering voor de glastuinbouw gehonoreerd, maar de emissiereductie is zeer beperkt. Voor de glastuinbouw zijn over de periode 1990-2000 (grotendeels buiten het CO₂-reductieplan) belangrijke restwarmteprojecten tot stand gekomen, o.a. de B-driehoek (ROCA), de Plukmadese polder (Amercentrale) en twee projecten in Drente (Erica, Klazinaveen). Het CO₂-reductieplan is gericht op dit type project, waarbij met name de infrastructuur voor financiering in aanmerking komt. Gezien de langere looptijd van dit soort infrastructurele projecten is het effect op langere termijn toch wel relevant. Het effect van restwarmteprojecten wordt toegerekend aan de MJA-resultaten van de glastuinbouw. Bovendien zijn de meeste van deze projecten een vorm van warmtekrachtkoppeling (zie Hoofdstuk 6).

5.2.4 Onderzoeksfinanciering

De landbouwsector is goed georganiseerd en de Dienst Landbouwkundig Onderzoek van het Ministerie van LNV (DLO), IKC, IMAG en de Productschappen speelden in de periode 1990-2000 een rol in het onderzoek naar energiebesparende technieken voor de landbouwsector. Het voert te ver in het kader van dit onderzoek deze inspanningen te analyseren en daar de energiebesparingscomponent uit af te leiden. Een grove benadering is uitgevoerd met het SAVE-model voor het Onderzoeksprogramma Energie³², voor 2000-2010, waar een besparing van 3 PJ werd verwacht. Een vergelijkbaar resultaat lijkt ook voor 1990-2000 plausibel. Daarnaast is te verwachten dat onderzoek ook op langere termijn doorwerkt, en uiteindelijk leidt tot een diffusieproces van energiebesparende technieken, zoals in de afgelopen periode condensators, warmtebuffers, klimaatcomputers, etc. Het marginale effect van deze langdurige onderzoeksinspanning is aanzienlijk, waarschijnlijk in de orde van 5-10 PJ, d.w.z. in de orde van 0,5 Mton CO₂.

5.2.5 MAP

Aan MAP-gelden is over 1990-2000 een bedrag van 283 mln. gulden uitgegeven voor energiebesparing. Het betreft vooral energiedoorlichting van glastuinbouwbedrijven en leverde naar schatting 1 PJ besparing op (0,1 Mton CO₂) (Schatting gebaseerd op EnergieNed: resultaten MAP2). Dit resultaat maakt waarschijnlijk volledig deel uit van het MJA-resultaat.

5.2.6 Bouwregelgeving

De agrarische bebouwing valt grotendeels buiten de energie-efficiëntie regelgeving, zoals EPN. Er kan geen wezenlijk effect aan toegerekend worden.

³² Het onderzoeksprogramma energie is een initiatief van het Ministerie van LNV en het Productschap Tuinbouw, tot en met 2000 was ook het Ministerie van Economische Zaken erbij betrokken.

5.3 Conclusie sector Landbouw

Op basis van de hiervoor afgeleide afzonderlijke effecten bedraagt het totale beleidseffect in de landbouwsector 0,7-1,1 Mton. Dit betreft het finaal verbruik dus exclusief WKK-stimulering. Het effect van onderzoeksfinanciering overlapt met het MJA-effect van 'bekendheid'. Het beleidseffect is groter dan de uiteindelijke besparing omdat in de glastuinbouw ook aanzienlijke ontsparende ontwikkelingen plaatsvinden, zoals CO₂-bemesting en assimilatiebelichting.

In (Boonekamp, 2002) wordt voor de periode 1990-2000 een besparing van 23 PJ op de finale energievraag gevonden. Hier is gecorrigeerd voor ontsparende ontwikkelingen. Van deze besparing wordt 50% toegeschreven aan het gevoerde beleid. Dit komt overeen met een emissiereductie van in totaal circa 0,7 Mton CO₂. Deze waarde is in lijn met de in deze studie gevonden resultaten.

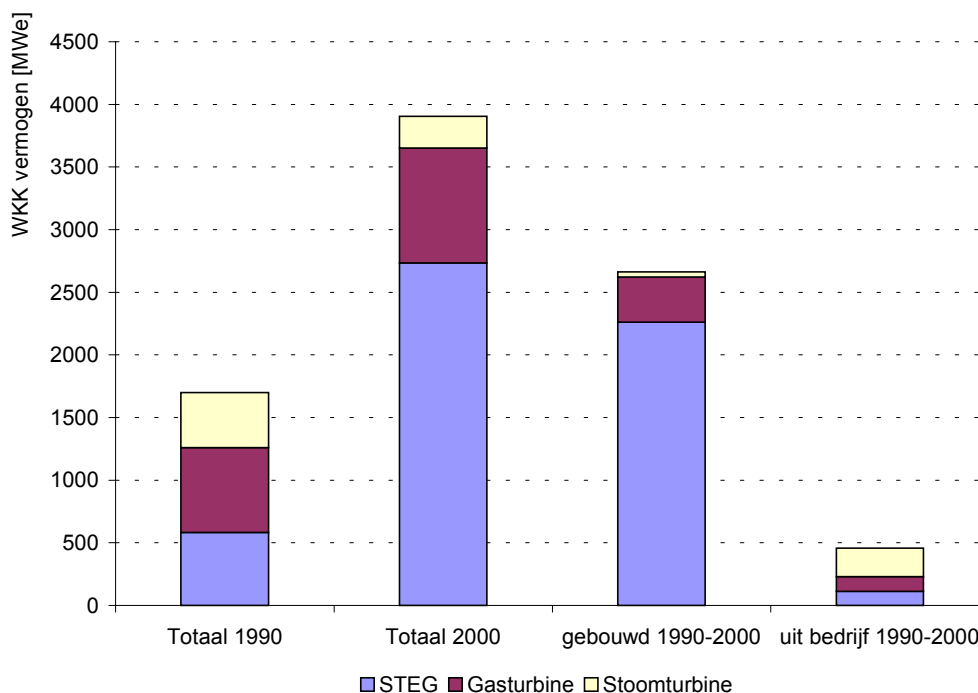
6. WARMTEKRACHTKOPPELING

6.1 Opgesteld vermogen

Het opgesteld WKK vermogen is de afgelopen 10 jaar fors gegroeid: van ongeveer 3000 MWe in 1990 tot 7400 MWe in 2000. Deze groei betrof zowel zogenoemde centrale WKK (stadsverwarming, grootschalige warmtedistributie tuinbouw en industrie) als decentrale WKK (industrie, tuinbouw, diensten).

6.1.1 Grootschalige WKK industrie

Het grootschalig industrieel warmtekracht vermogen is toegenomen van ongeveer 1700 MWe in 1990 tot 3900 MWe in 2000.³³ Figuur 4.1 geeft de onderverdeling van dit industrieel vermogen naar type WKK. In Figuur 6.1 is onderscheid gemaakt tussen het totaal industrieel WKK vermogen in 1990 en 2000, de centrales die tussen 1990 en 2000 gebouwd zijn en de centrales die in dezelfde periode uit bedrijf genomen zijn.

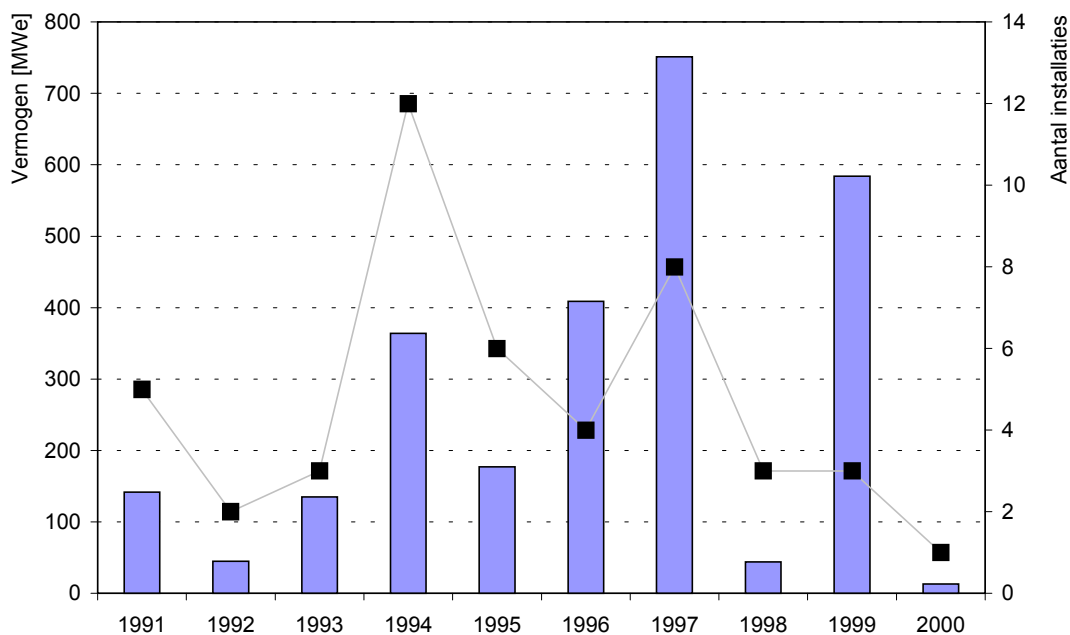


Figuur 6.1 *Grootschalig industrieel warmtekrachtvermogen naar type.*

De groei van WKK is voor het grootste deel toe te schrijven aan STEG vermogen en in mindere mate aan gasturbinevermogen.³⁴ Het opgestelde vermogen aan stoomturbines (niet in STEG-configuratie) is in de gegeven periode afgenomen.

³³ Dit cijfer is inclusief raffinaderijen (350 MWe) en de drie centrale WKK eenheden voorheen in beheer van de Sep (Moerdijk, Velsen en Geleen, tezamen 717 MWe).

³⁴ Het aantal nieuwgebouwde STEGs en gasturbines ligt in dezelfde ordegrootte (iets meer dan 20).



Figuur 6.2 geeft een overzicht van het vermogen dat in de jaren negentig in bedrijf genomen is. In de figuur is tevens aangegeven om hoeveel installaties het per jaar gaat. Opvallend is, dat in 1999 relatief grote centrales in bedrijf genomen zijn (gemiddeld 200 MWe), wat in iets mindere mate ook geldt voor 1996 en 1997 (gemiddeld 100 MWe). In alle andere jaren is het gemiddeld vermogen per installatie veel kleiner.

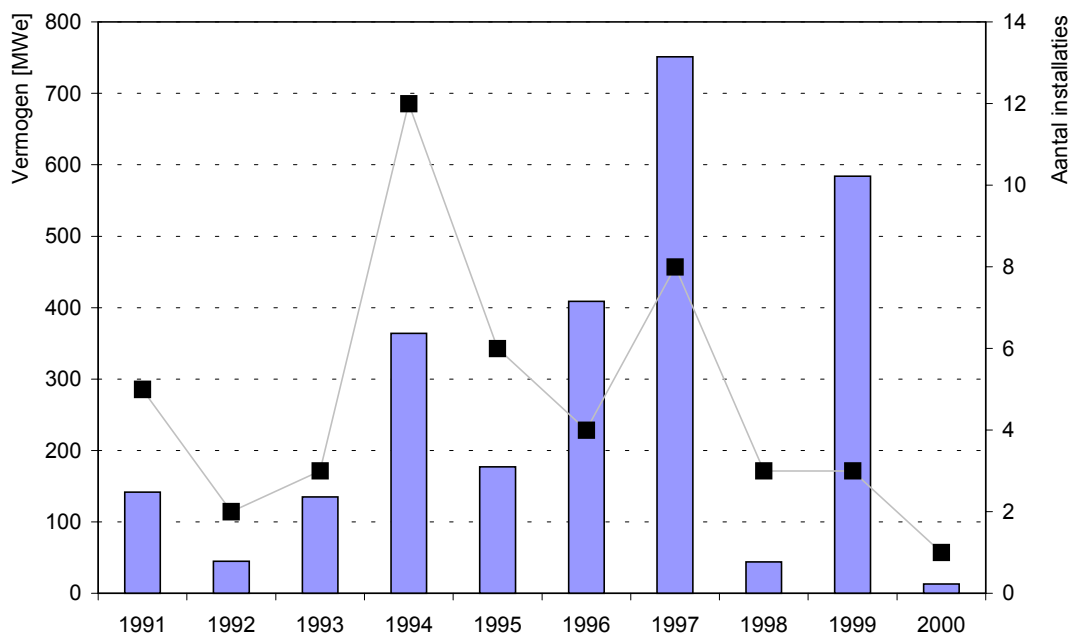
Wanneer we kijken naar de beheervorm van de installaties, dan geldt dat het vermogen in eigen beheer de afgelopen 10 jaar gedaald is, terwijl het joint venture vermogen (zeer) sterk gestegen is. In termen van vermogen was de verhouding joint venture/eigen beheer in 1990 20/80. In 2000 is dit verschoven naar 50/50³⁵ (exclusief centrale eenheden).³⁶

Van het totaal opgesteld WKK-vermogen in de industrie in 2000 staat ongeveer 60% in de chemie. Het opgesteld vermogen in de overige sectoren ligt respectievelijk op ongeveer 10% (papier, voeding/genotmiddelen, raffinage) en op 5% (basismetaleen).³⁷ Van het nieuwgebouwde vermogen is zelfs bijna 70% in de chemie geplaatst.

³⁵ Exclusief Moerdijk, Velsen en Geleen.

³⁶ In termen van aantallen installaties ligt de verhouding in 2000 op 30/70. Dit impliceert dat de gebouwde joint venture installaties een relatief groter vermogen hebben dan de installaties in eigen beheer.

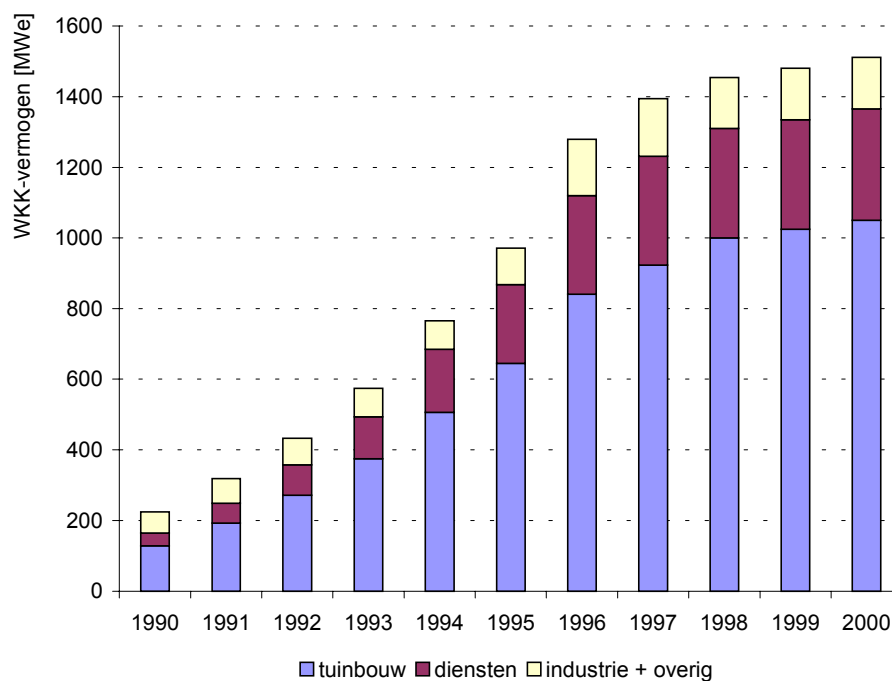
³⁷ Inclusief Moerdijk, Velsen en Geleen.



Figuur 6.2 Vermogen en aantal installaties in bedrijf genomen

6.1.2 Kleinschalige WKK

Het in 1990 opgestelde vermogen aan gasmotoren bedroeg ongeveer 220 MWe, waarvan meer dan de helft in de glastuinbouw. In de afgelopen 10 jaar is het kleinschalig vermogen fors gestegen tot iets meer dan 1500 MWe in 2000 (zie Figuur 6.3).



Figuur 6.3 Ontwikkeling kleinschalig WKK vermogen

In de glastuinbouw bedroeg het vermogen in 2000 naar schatting 1050 MWe (waarvan 510 MWe in eigen beheer) en in de dienstensector ongeveer 300 MWe. Het restant (ongeveer 150 MWe) betreft voornamelijk overige installaties en installaties in de industrie.

6.1.3 Stadsverwarming en warmtedistributie

In 1990 bedroeg het opgesteld vermogen aan stadsverwarming in beheer van SEP 985 MWe en in beheer van de toenmalige distributiebedrijven 110 MWe. In de jaren negentig is het vermogen aan stadsverwarming nauwelijks toegenomen. Wel zijn in het kader van het Warmteplan SEP niet-industrie een drietal WKK installaties gebouwd met een gezamenlijk vermogen van 720 MWe.³⁸ Een van de installaties (ROCA-centrale) levert warmte aan de glastuinbouw, de andere twee (Diemen en Lage weide) aan de gebouwde omgeving. Door EDON (een voormalig distributiebedrijf) en Gasunie is in dezelfde periode 135 MWe WKK vermogen geplaatst dat eveneens warmte levert aan de glastuinbouw.

In de jaren negentig is ook de nieuwe kolengestookte Amercentrale (600 MWe) in bedrijf genomen. Deze centrale, die veelal niet in de WKK statistieken wordt opgenomen, levert warmte aan de gebouwde omgeving en de glastuinbouw.

6.2 Extra CO₂-emissiereductie WKK 1990-2000 (autonoom + beleid)

De CO₂-emissiereductie van WKK kan op verschillende manieren berekend worden. In deze studie is gekozen voor de zogenaamde systeembenadering. Dit wil zeggen: de reductie wordt toegerekend aan zowel warmte als elektriciteit, zie ook het ECN rapport 'Toekomst Warmtekrachtkoppeling' (van Dril et al., 1999). De CO₂-emissiereductie die ten opzichte van gescheiden opwekking wordt berekend hangt sterk af van het gekozen referentierendement. De vermeden emissies kunnen op basis van de volgende uitgangspunten worden bepaald:

1. basisjaar 1990; hierbij wordt het elektrisch rendement zoals bepaald in 1990 als referentierendement gehanteerd om het effect van de besparingen door WKK te bepalen.
2. basisjaar 2000; hierbij wordt het elektrisch rendement zoals bepaald in 2000 als referentierendement gehanteerd om het effect van de besparingen door WKK te bepalen.
3. efficiënte STEG hierbij wordt het elektrisch rendement van een zeer efficiënte STEG (theoretische waarde van 55%) gehanteerd om het effect van de besparingen door WKK te bepalen.
4. ontwikkeling elektrisch rendement productiepark exclusief WKK(-beleid);

Voor de vergelijkbaarheid met overige studies waarin het effect van WKK is bepaald, is voor elk van de hierboven beschreven varianten de aan WKK toe te rekenen CO₂-reductie bepaald. In deze studie wordt uitgegaan van variant (4), waarbij de CO₂-reductie wordt bepaald ten opzichte van een referentieontwikkeling zoals zich zou hebben voorgedaan indien geen WKK-beleid zou zijn gevoerd. Deze benadering is methodologisch gezien in overeenstemming met de benadering voor de overige sectoren. In de MB2001 is de besparing bepaald conform de MJA methodiek, d.w.z. een elektrisch referentierendement van 40% (en dus vergelijkbaar met de basisjaar 1990 variant).

Tabel 6.1 geeft een overzicht van het elektrische referentierendement en de CO₂-emissiefactor zoals vastgesteld voor de vier varianten. De thermische referentierendementen -in overleg met de industrie en de energiebedrijven bepaald- zijn voor alle vier de varianten gelijk: grootschalig industrie 90%, glastuinbouw 95%, utiliteit 85% en stadsverwarming 75%. De elektrische en thermische rendementen van de WKK installaties verschillen per type. Voor de berekeningen zijn gemiddelde rendementen per type aangehouden die gebaseerd zijn op cijfers uit de WKK monitoring-studie die momenteel door ECN wordt uitgevoerd.

³⁸ De centrale eenheden die in het kader van het Warmteplan Sep-industrie zijn gebouwd (Moerdijk, Velsen, Geleen), zijn geschaard onder grootschalige industrie.

Tabel 6.1 *Elektrische referentierendementen vier varianten*

	Variant (1) Basisjaar 1990	Variant (2) Basisjaar 2000	Variant (3) 55% STEG	Variant (4) Geen WKK (-beleid)
Elektrisch referentierendement	40,5%	43,2%	55%	43,2%
CO ₂ -emissiefactor (kton/PJ brandstof)	70,3	70,3	56,1	71,1
CO ₂ -emissiefactor (gr/kWh)	625	586	367	593

In variant (1) en (2) wordt het besparingseffect bepaald op basis van een constant referentierendement.³⁹ Dit is het gemiddelde rendement van centraal fossiel gestookt vermogen. In overleg met de industrie en de energiebedrijven is gekozen voor de volgende thermische referentierendementen: grootschalig industrie 90%, glastuinbouw 95%, utiliteit 85% en stadsverwarming 75%. De elektrische en thermische rendementen van de WKK installaties verschillen per type. Voor de berekeningen zijn gemiddelde rendementen per type aangehouden die gebaseerd zijn op cijfers uit de WKK monitoring-studie die momenteel door ECN wordt uitgevoerd.

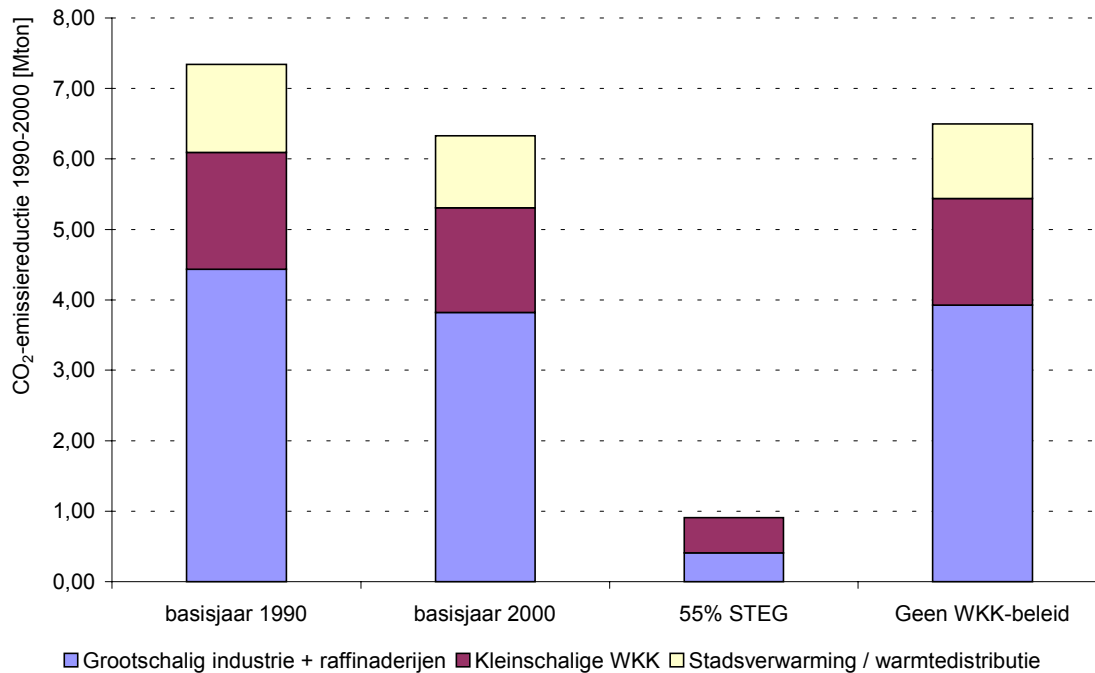
In variant (4) wordt het besparingseffect bepaald op basis van een hypothetisch rendement 'al zou er geen WKK-beleid gevoerd zijn'. Dit is in feite een correctie op het centrale productierendement van 2000. Voor het bepalen van dit rendement moeten we weten (a) hoeveel gepland niet-WKK vermogen uiteindelijk niet gebouwd is als gevolg van het in bedrijf nemen van WKK installaties en (b) hoeveel bestaand vermogen vervroegd uit bedrijf genomen is.⁴⁰ Wel gepland maar niet gebouwd in de jaren negentig is zo'n 1600 MW, waaronder een kolenvergassing STEG in Borssele (600 MWe), een efficiënte STEG centrale in Velsen (een kleine 500 MWe op Hoogovengas) en 500 MWe efficiënt aardgas gestookt STEG vermogen. Als gevolg van de groei van WKK is 1350 MWe centraal vermogen vervroegd uit bedrijf genomen. Dat het aldus berekende referentierendement gelijk is aan dat van variant (2) berust op toeval.

De CO₂-emissiereductie is tevens afhankelijk van de brandstofmix die in de referentiesituatie wordt gebruikt. Voor variant (1) en (2) is de CO₂-emissiefactor bepaald op basis van een gewogen gemiddelde van alle primaire energiedragers (i.e. kolen, aardgas, overige gassen, uranium). Het aandeel import is niet meegewogen. Voor variant (4) is de CO₂-emissiefactor bepaald op basis van bovengenoemd vermogen dat wel gepland was maar niet geplaatst en het vermogen dat vervroegd uit bedrijf genomen is. De op deze manier bepaalde emissiefactor ligt iets hoger dan in variant (1) en (2) vanwege het relatief grote aandeel van de kolengestookte KV-STEAG.

Op basis van bovenstaande kentallen bedroeg de extra CO₂-emissiereductie in de periode 1990-2000 in variant (1) 7,3 Mton, in variant (2) 6,3 Mton, in variant (3) 0,7 Mton en in variant (4) 6,5 Mton. In Figuur 6.4 is een onderverdeling gegeven naar WKK categorie.

³⁹ Conform het Protocol Energiebesparing is de ophoogfactor voor elektriciteit voor 1990 vastgesteld op 2,725, overeenkomend met een referentierendement van 36,7%. Dit is het gemiddelde rendement voor centrale productie-eenheden en omvat derhalve ook de vuilverbrandingsinstallaties die een zeer laag rendement hebben. Voor het bepalen van de extra CO₂-emissiereductie door WKK lijkt deze benadering minder geschikt omdat de AVI's voor 50% als duurzaam geboekt worden. Conform de Protocolaanpak is het referentierendement in 2000 veel minder gestegen, namelijk tot 36,9%. Dit komt door de toename van afvalverbrandingsvermogen.

⁴⁰ Onderscheid naar het beleidsgerelateerde en niet-beleidsgerelateerde deel WKK wordt hier niet gemaakt. Het elektrisch referentierendement voor WKK als geheel en voor het beleidsgerelateerde en niet-beleidsgerelateerde deel is namelijk gelijk.



Figuur 6.4 *Extra CO₂-emissiereductie WKK 1990-2000*

In variant (3) is de reductie door stadsverwarming en warmtedistributie verdwenen. Dit wordt veroorzaakt door de kolengestookte Amercentrale. Ten opzichte van een kolencentrale zonder warmteproductie reduceert deze uiteraard nog wel CO₂. Echter, wordt de Amercentrale vergeleken met een efficiënte gasgestookte centrale, dan wordt de reductie zelfs negatief. Zonder de Amercentrale zou de *totale* CO₂-emissiereductie door WKK met deze referentie 1,3 Mton bedragen.

De reden dat de grootschalige WKK installaties gevoeliger zijn dan de kleinschalige installaties voor de 55% referentie heeft te maken met het type opgesteld WKK vermogen. Het merendeel van het grootschalig vermogen bestaat uit STEG's (zie Figuur 6.1) met een relatief lage W/K verhouding. Gasmotoren (met een relatief hoge W/K verhouding) zijn gevoeliger voor een hoger thermisch referentierendement.

6.3 Beleidsinstrumenten

Bij de stimulering van WKK in de periode 1990-2000 hebben zowel WKK specifieke als meer generieke beleidsinstrumenten een rol gespeeld. Extra-WKK specifieke-instrumenten ingezet in de jaren negentig zijn:

- speciale gasprijsregeling WKK (sinds mei 1990),
- REB vrijstelling op WKK gas⁴¹,
- REB vrijstelling op eigen verbruik WKK stroom,
- Projectbureau Warmtekracht (PW/K)⁴²,
- subsidieregeling nieuwe energie-efficiënte combinaties van warmtekrachtsystemen (NEWS, 1996).

Relevante generieke instrumenten zijn:

- MAP-energiebedrijven,

⁴¹ REB voor kleinverbruikers is ingevoerd per 1 januari 1996, voor grootverbruikers per 1 januari 1997.

⁴² Als onderdeel van het WKK stimuleringsprogramma dat medio 1987 uitkomt. Doel is met name de samenwerking tussen energiebedrijven en eindverbruikers te vergroten.

- MJA's, o.a. industrie, glastuinbouw, zorg,
- CO₂-reductieplan,
- Besluit subsidies energiebesparingstechnieken (BSET, vervallen sinds 1996),
- Energie investeringsaftrek (EIA, vanaf 1 januari 1997), Energievoorzieningen in non-profit en bijzondere sectoren (EINP, vanaf 3 juli 1997),
- Aanwijzingsregeling willekeurige afschrijving milieu-investeringen (VAMIL, sinds 1995),
- Regeling Structuurverbetering Glastuinbouw (sinds oktober 1997).

Naast deze instrumenten is de Elektriciteitswet van 1989 zeer belangrijk geweest voor de groei van WKK omdat het de distributiebedrijven de mogelijkheid bood WKK installaties te exploiteren (hetzij in eigen beheer, hetzij via joint ventures). WKK vormde voor de distributiebedrijven een aantrekkelijke optie om de doelstellingen uit de milieuactieplannen (MAP) te realiseren. Het probleem van terugleververgoedingen werd omzeild waardoor dimensionering op de warmtevraag aantrekkelijk werd. De dimensionering op de warmtevraag plus de steeds hoger wordende W/K verhouding (STEG's i.p.v. stoomturbines) leidde tot een groter elektrisch vermogen per installatie en een verhoogde rentabiliteit.

Het WKK vermogen groeide begin jaren negentig zo hard, dat, in combinatie met de eerder in gang gezette capaciteitsuitbreiding van centraal vermogen en het nog resterende oude vermogen, een situatie van overcapaciteit ontstond. Naast dit probleem werd het ook moeilijker voor SEP de inzet van het centrale park efficiënt te plannen. Immers, een steeds groter deel van de vraag werd gedekt met decentraal vermogen waarvan het besluit tot inzet plaatsvond buiten de dagelijkse productieplanning van de SEP om. Mogelijkerwijs zou een onhoudbare situatie kunnen ontstaan: Nieuw WKK vermogen voor dekking van het eigen verbruik leidde namelijk tot het wegvallen van een stuk vraag en tot onbenut vermogen bij de centrale productie, terwijl datzelfde nieuwe decentrale vermogen destijds recht had op een vergoeding voor het opgestelde vermogen wanneer het elektriciteit aan het net leverde. Daartegenover stond dat in de navolgende jaren geen besparing op de kosten van centraal opgesteld vermogen kon worden verwacht. Op twee manieren leidde het extra decentraal vermogen dus tot hogere kosten voor centraal geproduceerde kWh. Een verhoging van de elektriciteitstarieven zou het vervolgens nog aantrekkelijker maken om WKK vermogen op te stellen. Resultaat: een vicieuze cirkel van overcapaciteit in de centrale productie leidend tot hogere kosten en tarieven, leidend tot meer decentraal vermogen, leidend tot meer overcapaciteit et cetera. Besloten werd een adempauze in te lassen in de vorm van een moratorium voor nieuw te bouwen WKK groter dan 2 MWe. Ten eerste werd in augustus 1994 een aantal voorstellen gedaan om op korte termijn de ontwikkelingen van WKK te beheersen door middel van lagere vermogensvergoedingen. Door het afzonderen van de niet te vermijden kosten van centrale opwekking in het landelijk basistarief (LBT) werd het mogelijk de terugleververgoeding (die gebaseerd was op het LBT) voor WKK installaties in eigen beheer omlaag te brengen. Daarnaast werden per 1 januari 1995 de investeringssubsidies afgeschaft.

De toename van het joint venture vermogen werd beheersbaar gemaakt via afspraken over het contracteren van SEP vermogen door de distributiebedrijven. Volgens de overeenkomst zouden de distributiebedrijven zich vanaf 1995 vastleggen op een bepaalde jaarlijkse elektriciteitsafname van de SEP. Op basis van deze vraag zou SEP de uitbreiding van het centrale openbare park kunnen plannen. De afspraak was, dat indien de distributiebedrijven meer dan de afgesproken vraag zouden afnemen van SEP, ze hiervoor extra moesten betalen. Echter, ook bij een lagere dan de afgesproken afname werd de elektriciteit duurder omdat (bijna) dezelfde totale kosten in rekening werden gebracht. Dit systeem leidde ertoe dat distributiebedrijven met een te hoge gecontracteerde vraag nauwelijks kosten bespaarden als ze, zelf of samen met een eindverbruiker, WKK vermogen opstelden.

Vanaf 1997 is de stimulering van WKK middels de REB vrijstelling en fiscale regelingen als EIA en EINP hervat.

6.4 Extra CO₂-emissiereductie WKK 1990-2000 als gevolg van beleid

De vier belangrijkste factoren die van invloed zijn op het succes van WKK vormen de hoogte van de energieprijzen, de stimulering van WKK door de overheid, het energiebesparingsbeleid in zijn algemeenheid en de betrokkenheid van distributiebedrijven. Van deze factoren is de gasprijs de meest onzekere. De lage gasprijs in de jaren negentig was zeer gunstig voor de groei van WKK. WKK heeft ook geprofiteerd van de overheidsstimulering en het CO₂-beleid, niet in de laatste plaats door de actieve rol die de energiebedrijven sinds het Nationaal Milieubeleidsplan (NMP) spelen op het gebied van energiebesparing (MAP doelstellingen), maar ook door de meerjarenaafspraken energiebesparing tussen industrie en overheid. Het is moeilijk het effect van de factoren afzonderlijk in te schatten. Uiteindelijk heeft de combinatie van een lage gasprijs, een aantrekkelijk fiscaal klimaat, de generieke prikkel tot energiebesparing/emissiereductie en de betrokkenheid van de distributiebedrijven geleid tot de huidige CO₂-emissiereductie door WKK. In de volgende paragrafen zal voor de drie WKK categorieën een inschatting gedaan worden van het effect van het fiscale stimuleringsbeleid en de MJA en MAP doelstellingen.

6.4.1 Grootschalig industrie en raffinaderijen

De extra CO₂-emissiereductie in de periode 1990-2000 voor de industrie als totaal komt volledig voor rekening van de joint venture WKK's. In deze periode is meer particulier vermogen uit bedrijf genomen dan bijgebouwd. Zoals eerder beschreven, bood de betrokkenheid van distributiebedrijven veel meer dan voorheen de mogelijkheid installaties op de warmtevraag te dimensioneren, omdat het probleem van terugleververgoedingen voor joint ventures geen rol speelde. Het is aannemelijk te veronderstellen dat door deze ontwikkeling grotere installaties (ofwel installaties met een kleinere W/K verhouding) gebouwd zijn dan anders zou zijn gebeurd. Dit effect -geïnduceerd door de veranderende rol van distributiebedrijven- wordt als autonoom beschouwd en niet als gevolg van beleid. Het feit dat de WKK installaties gebouwd zijn (onafhankelijk van de grootte) is wel gedeeltelijk beleidsgeïnduceerd omdat voor zowel distributiebedrijven (MAP doelstelling) als de industrie (MJA doelstelling) WKK een aantrekkelijke besparingsoptie vormde.

Met name voor de grotere industrieën is het aannemelijk dat een deel van de investeringen ook zonder de beleidsinstrumenten gedaan zou zijn, maar puur op grond van financiële overwegingen. Dit laatste geldt misschien ook voor de drie centrale warmteplaneenheden in de chemie en basismetaal (Moerdijk, Geleen, Velsen). Deze drie installaties zijn weliswaar gestimuleerd door de overheid vanuit besparingsoogpunt, maar zouden misschien ook gebouwd zijn zonder deze stimulering.

Op basis van genoemde overwegingen wordt ingeschat dat van de in Paragraaf 6.2 berekende extra CO₂-emissiereductie door de industrie 50% toe te schrijven is aan het beleid.

6.4.2 Kleinschalige WKK

Kleinschalige WKK is in sterk gestimuleerd door beleid. Het stimuleren van samenwerking van energiebedrijven en eindverbruikers door PW/K is zeer succesvol gebleken, mede ook door de gunstige financiële condities voor de energiebedrijven en de besparingsdoelstellingen in de glastuinbouw en de zorgsector. Echter, het beleidseffect van WKK installaties in eigen beheer van de tuinder (met name belichtende telers) is veel minder geweest. Voor deze groep -ongeveer de helft van het opgestelde vermogen in de tuinbouw- waren de hoge aansluitkosten op het elektriciteitsnet veel meer aanleiding in WKK te investeren. Deze tuinders hebben natuurlijk wel mede geprofiteerd van de fiscale regelingen. Ingeschat wordt echter, dat deze niet doorslaggevend waren (free rider effect).

Ingeschat wordt dat 60% van de in Paragraaf 6.2 berekende extra CO₂-emissiereductie door kleinschalige WKK -met name installaties in beheer van energiebedrijven- is toe te schrijven aan het beleid.

6.4.3 Stadsverwarming/warmtedistributie

Een groot deel van het tussen 1990 en 2000 gebouwde WKK warmtedistributievermogen is onderdeel van het SEP Warmteplan. De CO₂-emissiereductie door deze 720 MWe (Roca-centrale, Lage weide en Diemen) kan toegeschreven worden aan het emissiereductiebeleid. In het convenant tussen VROM en SEP is afgesproken dat SEP de helft van de emissiereductie door toepassing van de warmteplaneenheden op haar totale emissie in mindering mag brengen. Ook de CO₂-emissiereductie door de stadsverwarmingseenheid in Almere en de Amer kolencentrale zijn beleidsgeïnduceerd. De aan de tuinbouw warmteleverende joint venture tussen Gasunie en het voormalige EDON (nu Essent) past in de MAP-afspraken die gemaakt zijn tussen Gasunie, EDON, tuinders en de overheid.

Van de in Paragraaf 6.2 berekende extra CO₂-emissiereductie door stadsverwarming en warmtedistributie wordt dus 100% toegeschreven aan het beleid.

6.5 Vergelijking met andere bronnen

In eerdere studies van ECN⁴³ ligt de *totale* besparing door WKK tussen de waarde zoals berekend voor deze studie met 1990 als referentiebasisjaar (148 PJ en 136 PJ t.o.v. 140 PJ in deze studie⁴⁴). De spreiding wordt veroorzaakt door zowel andere uitgangspunten (de eerdere ECN-cijfers dienden niet voor monitoring maar voor vergelijking van besparingen in verschillende scenario's) als ook door het beschikbaar komen van meer recente monitoring-gegevens met betrekking tot de ontwikkeling van het opgestelde WKK-vermogen. De volgende factoren liggen ten grondslag aan de bijgestelde waarde voor de totale WKK-besparing:

- Recente monitoring gegevens van COGEN wijzen uit dat in de industrie circa 750 MWe minder WKK vermogen⁴⁵ is opgesteld dan in eerdere studies is aangenomen. Dit heeft een negatief effect op de totale besparing.
- In overleg met de sector zijn de thermische referentierendementen naar beneden bijgesteld. Dit heeft een positief effect op de besparing door WKK.
- Basisjaar 1990 (variant 1) heeft een referentierendement voor elektriciteit van 40,5%. In de eerdere (toekomstgerichte) studie werd uitgegaan van een referentierendement van 43%. Deze bijstelling heeft een positief effect op de aan WKK toe te rekenen besparing.
- In de berekeningen is uitgegaan gerealiseerde WKK rendementen die lager blijken te liggen dan de theoretische rendementen uit de eerdere studie. Dit heeft een negatief effect op de WKK besparing.

Resultaten 'MJA'-variant

In de recent verschenen Milieubalans en in de WKK monitoring door Novem worden WKK besparingscijfers voor de industrie gegeven. Om deze besparingscijfers met die van deze studie te kunnen vergelijken is de berekening ook gedaan met een elektrisch referentierendement van 40% (en een thermisch referentierendement van respectievelijk 85% cf RIVM en 92% cf Novem). In deze z.g. 'MJA'-variant is de totale besparing door industriële WKK in 2000 respectievelijk 80 en 66 PJ.

⁴³ Van Dril et al., 1999, in 2000 en 2001 geactualiseerd, deels vertrouwelijk

⁴⁴ Om een vergelijking mogelijk te maken met eerdere studies van ECN en studies van andere instituten worden de cijfers in PJ gegeven en niet in Mton CO₂.

⁴⁵ Dit is niet het gevolg van het uit gebruik nemen van WKK-installaties in 1999-2000 maar puur door het opschonen van de database met bestaande WKK-installaties.

Vergelijking met opgeschoonde CBS cijfers/Milieubalans RIVM

Conform de opgeschoonde WKK cijfers van CBS bedraagt de besparing in 1999 74 PJ.⁴⁶ Naar verwachting ligt het besparingscijfer voor 2000 hoger als gevolg van de ingebruikname van een aantal nieuwe installaties in 1999. Het bottom-up bepaalde besparingscijfer van ECN volgens de 'RIVM MJA'-variant komt derhalve goed overeen met de geaggregeerde in- en output gegevens van CBS, die gebruikt zijn om voor de Milieubalans de WKK besparing te bepalen.⁴⁷

Vergelijking met Novem-monitoring

In de meest recente voortgangsrapportage van haar WKK monitoring project (december 2001) komt Novem voor de industrie (inclusief raffinaderijen) tot een totale besparing van 98 PJ. Exclusief de drie industriële warmteplaneenheden bedraagt de Novem besparing naar schatting 92 PJ. Dit is nog steeds fors hoger dan de 66 PJ van ECN in de 'Novem MJA'-variant. Het besparingscijfer van Novem is bepaald op basis van een (opgeschaalde) WKK populatie met een gemiddeld hoger rendement. Dit zou kunnen betekenen dat de Novem populatie relatief veel nieuwe STEGs en relatief weinig oude stoomturbines bevat en zou het verschil tussen het besparingscijfer van ECN en RIVM/CBS enerzijds en dat van Novem anderzijds kunnen verklaren.

6.6 Samenvatting en conclusie

In Tabel 6.2 worden de resultaten samengevat. De aan beleid toe te rekenen CO₂-reductie is afhankelijk van de keuze van het basisjaar en de keuze van de referentie, zie ook Paragraaf 6.2. In deze studie wordt de CO₂-reductie die aan beleid is toe te rekenen bepaald op basis van de referentie situatie waarin geen WKK-stimulering plaats zou hebben plaatsgevonden (variant 4), zie ook Paragraaf 6.2. Gegeven de beschouwde periode zijn hier de keuzen relevant die begin jaren negentig zonder WKK-stimulering zouden zijn gemaakt (Borssele, Velsen, etc.). Wanneer een zelfde exercitie zou worden gedaan voor een toekomstperiode, zou het plausibel zijn om STEG-vermogen als referentie te nemen.

Bij de bepaling van de aan beleid toe te rekenen emissiereductie is uitgegaan van de volgende veronderstellingen (zie ook Paragraaf 6.4):

- de emissiereductie voor WKK is voor 50% toe te schrijven aan beleid,
- de emissiereductie voor kleinschalige WKK is voor 60% toe te schrijven aan beleid,
- de emissiereductie voor stadsverwarming en warmtedistributie is volledig toe te schrijven aan beleid.

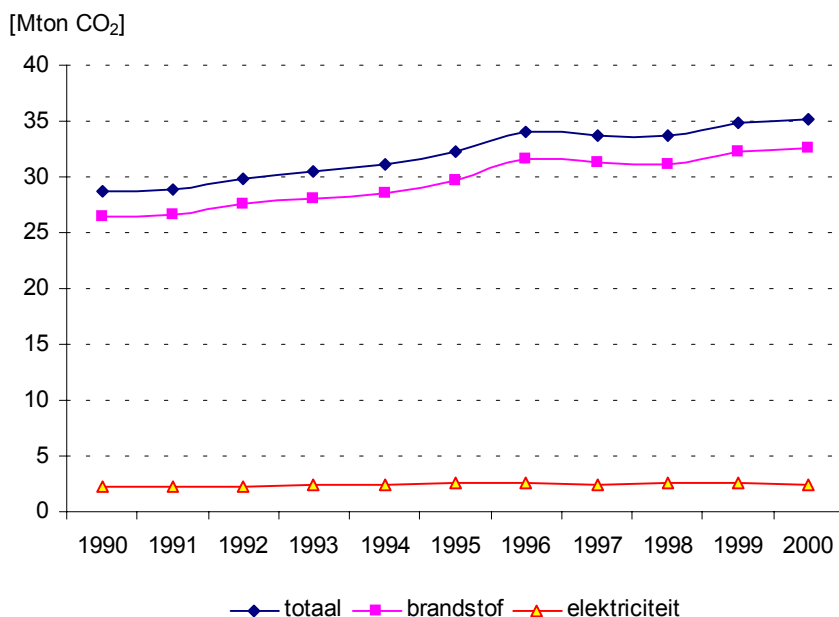
Tabel 6.2 *Extra CO₂-emissiereductie in Mton door WKK 1990-2000*

	Variant (1) Basisjaar 1990	Variant (2) Basisjaar 2000	Variant (3) 55% STEG	Variant (4) Geen WKK (-beleid)
Grootschalig industrie + raffinaderijen	4,4	3,8	0,4	3,9
Kleinschalige WKK	1,7	1,5	0,5	1,5
Stadsverwarming/warmtedistributie	1,2	1,0	-0,2	1,1
<i>Totaal</i>	<i>7,3</i>	<i>6,3</i>	<i>0,7</i>	<i>6,5</i>
Waarvan effect beleid	4,5	3,8	0,3	3,9

⁴⁶ In de Milieubalans rapporteert RIVM 71 PJ besparing in 1999. Volgens de CBS gegevens is dit de besparing door WKK in 1998.

⁴⁷ Overigens heeft CBS aangegeven nogmaals het WKK bestand op te schonen. Deze nieuwe cijfers zijn nog niet beschikbaar.

7. VERKEER



Figuur 7.1 *Ontwikkeling van de temperatuur gecorrigeerde directe, totale en toegerekende CO₂-emissies (Mton CO₂) voor de sector Transport (op basis van (Boonekamp, 1998)).*

Voor de periode 1990-2000 kan voor personenauto's een effect ingeschat worden van beleid. De maatregelen gericht op goederenvervoer -vermeld in de nota 'Transport in balans' (V&W, 1996)- zijn zo weinig concreet dat hieraan geen effecten kunnen worden toegekend.

Het beleid op personenauto's leidt tot een geschatte emissiereductie van 1,2 Mton. De belangrijkste bijdrage wordt geleverd door het accijnsbeleid. Door dit accijnsbeleid -inclusief de verhoging in juli 1997, conform 'Samen werken aan bereikbaarheid' (V&W, 1996)- was de reële gemiddelde brandstofprijs in 1997 ongeveer 16% hoger dan het prijsniveau in 1997 zou zijn geweest indien de accijnzen ten opzichte van 1990 niet zouden zijn verhoogd. Over de hele periode 1990-2000 ligt de stijging van de brandstofprijs in deze zelfde orde.

Het accijnsbeleid heeft naar schatting geleid tot 1 Mton CO₂-reductie. Deze inschatting is gemaakt aan de hand van prijselasticiteiten bij het wegverkeer. Het RIVM hanteert een lange termijn brandstofprijselasticiteit van de vraag naar brandstof van -0,5 (Geurs, 1997). De periode 1990-1997 is nog niet te beschouwen als lange termijn, vandaar dat een lagere elasticiteit is gehanteerd van -0,4.

De overige effecten (0,2 Mton) zijn afkomstig van de implementatie van locatiebeleid, het vervoermanagement en het parkeerbeleid (genoemd in de nota 'Samen werken aan bereikbaarheid'). Deze effecten zijn geschat op basis van AVV (1998). Op basis van een nog beperkte implementatie van dit beleid in 1997 is een afname van het landelijk autogebruik afgeleid van ruwweg 1%.

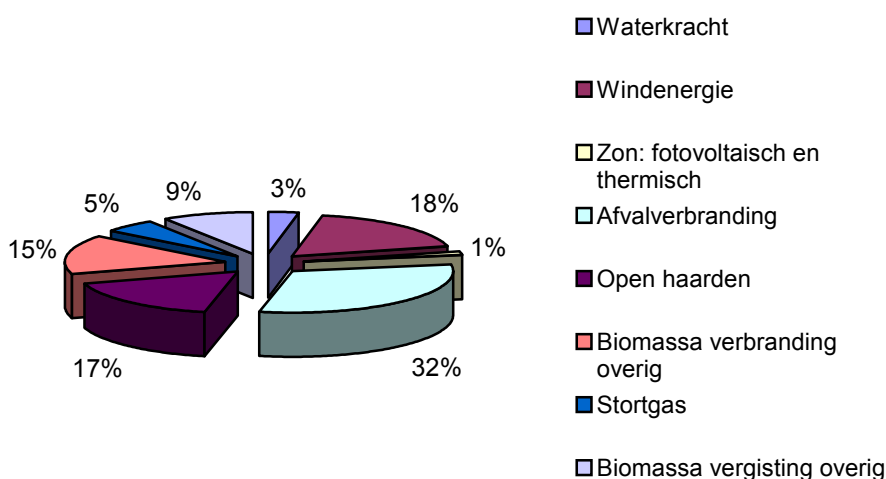
Aan al het overige geformuleerde beleid gericht op personenvervoer is zo weinig concreet dat hieraan geen effecten kunnen worden toegekend.

In (Boonekamp, 2002) wordt voor de sector Transport een totale finale besparing berekend van 22 PJ. Hiervan wordt 90% toegeschreven aan beleid. Dit komt overeen met een CO₂-emissiereductie van circa 1,3 Mton. De in deze studie berekende emissiereductie bedraagt circa 1,2 Mton, zodat geconcludeerd kan worden dat de resultaten van deze studies, gezien de onzekerheid in de bepaalde totale emissiereductie, met elkaar overeenstemmen.

8. DUURZAME ENERGIE

8.1 Inleiding

In 2000 is 39 PJ primaire energie vermeden door duurzame energie. Figuur 8.1 laat zien wat in 2000 het aandeel van de diverse duurzame energiebronnen was (Ecofys, 2001).



Figuur 8.1 *Aandeel van duurzame bronnen in 2000*

8.2 Beleidsinstrumenten

Beleidsinstrumenten gericht op stimulering van duurzame energie zijn:

- afdrachtskorting van de REB (artikel 36o),
- vrijstelling van REB voor groene stroom (artikel 36i),
- EIA/Vamil-faciliteiten.

8.3 Reductie-effect van het beleid

In 1990 werd 18 PJ primaire energie vermeden door duurzame energie. Het verschil met de bovengenoemde 39 PJ in 2000 komt overeen met 1,3 Mton CO₂. Deze gerealiseerde hoeveelheid duurzame energie is bijna volledig toe te rekenen aan beleid; autonoom zou er geen duurzame energie gerealiseerd zijn sinds 1990. De uitzondering hierop vormen open haarden bij huishoudens: deze worden wel gerekend tot duurzame energie maar zijn niet het gevolg van beleid. In totaal is daarom 1 Mton emissiereductie aan beleid toe te rekenen; hiervan is echter niet alles ook *klimaat*beleid.

Van de genoemde groei wordt een groot voor rekening genomen van elektriciteit uit afvalverbrandingsinstallaties (AVI's). Elektriciteit geproduceerd uit de hernieuwbare fractie van het afval wordt gerekend onder duurzame energie. In beginsel is elektriciteitsproductie uit AVI's niet ingegeven door klimaatbeleid, maar door afvalstoffenbeleid. Eind jaren 80, begin jaren 90 is beleid ontwikkeld gericht op optimalisatie, preventie en hergebruik van afval, geïnspireerd door onder andere de ladder van Lansink. Dit leidde onder andere tot het uitfasen van het storten van afval en een verschuiving naar afvalverbranding. Tegelijkertijd leidde de dioxineproblematiek tot het sluiten van kleine afvalverbrandingsinstallaties. Afvalverbranding geschiedde vanaf

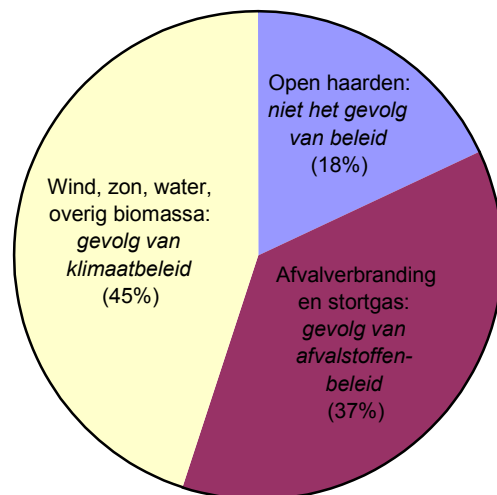
de jaren 90 in grote installaties met uitgebreide rookgasreiniging. Tegelijk ontstond het besef dat nuttige toepassing van de vrijkomende warmte zinvol was. Productie van elektriciteit uit afval ontstond zo dus uit overwegingen op het gebied van afvalstoffen.

Een andere vorm van duurzame energie die niet zozeer het gevolg is van klimaatbeleid maar van afvalstoffenbeleid is energie uit stortgas. Al met al is 45% van de genoemde 1 Mton (dus niet van de totale 1,3 Mton) het gevolg van afvalstoffenbeleid.

De resterende 55% bestaat voor het overgrote deel uit windenergie en biomassa (anders dan in AVI's), biomassaverbranding en -vergisting, inclusief riool- en industrieel fermentatiegas. Open haarden bij huishoudens (18%) zijn niet het gevolg van beleid en zijn in dit percentage al weggelaten. De rest is waterkracht, zonthermisch, warmtepompen en warmte-koudeopslag en (verwaarloosbaar) zon-PV.

8.4 Samenvatting en conclusie

Duurzame energie heeft geleid tot een CO₂-emissiereductie van 1,3 Mton. Hiervan is 1 Mton het gevolg van beleid. Onderstaande figuur vat de verdeling samen.

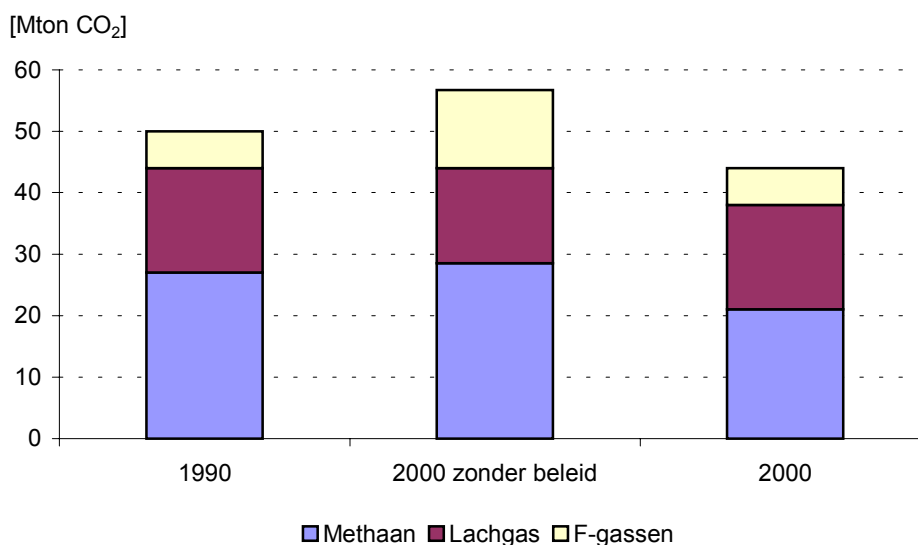


Figuur 8.2 *Verdeling van de CO₂-reductie ten gevolge van de inzet van duurzame energie.*

9. OVERIGE BROEIKASGASSEN

Dit hoofdstuk behandelt de niet-CO₂-broeikasgassen, ook wel genoemd de overige broeikasgassen. Deze kunnen worden onderverdeeld in methaan (CH₄), lachgas (N₂O) en de zogenaamde F-gassen (HFK's, PFK's en SF₆). Emissiereductie bij methaan heeft plaatsgevonden bij afvalstorts, landbouw en olie- en gaswinning. Bij landbouw heeft als gevolg van ander beleid juist een *toename* plaatsgevonden van de lachgasemissie. Ten slotte hebben enkele effectieve maatregelen bij industrie geleid tot een emissiereductie bij de F-gassen.

Figuur 9.1 toont het totaalbeeld.



Figuur 9.1 *Emissie van overige broeikasgassen in 1990 en 2000, met en zonder beleid*

De bereikte emissiereducties worden in de volgende paragrafen per sector behandeld.

9.1 Industrie: F-gassen

Voor HFK's, PFK's en SF₆ zijn bij een beperkt aantal puntbronnen emissiereducties bereikt met technische maatregelen, die het gevolg zijn van beleid. Het gaat om:

- Een naverbrander bij Dupont. Uit emissie monitoring blijkt dat deze tussen 1998 en 2000 een HFK-emissiereductie heeft bewerkstelligd van 5,7 Mton CO₂-equivalenten.
- Diverse maatregelen bij de aluminiumindustrie, resulterend in een PFK-emissiereductie van 1,1 Mton CO₂-equivalenten.

Het betreffende beleid is geformuleerd in de Uitvoeringsnota Klimaatbeleid uit 1999. De ingezette maatregelen zijn: de milieuvergunning voor de betreffende bedrijven, regelgeving, convenanten en investeringssteun.

9.2 Afvalstorts

Als gevolg van afvalstoffenbeleid (stortverbod voor afval, het gaat hier dus niet om klimaatbeleid) is de hoeveelheid gestort afval afgenomen van 13,9 Mton in 1990 tot 5,2 Mton in 2000. De hiermee bereikte methaan-emissiereductie bedraagt 4 Mton CO₂-equivalenten.

Het gaat hier om vermeden methaanemissiereductie als gevolg van minder afvalstortplaatsen. Stortgaswinning, en dus de hiermee bereikte emissiereductie (zie Hoofdstuk 6), vindt plaats bij de overgebleven afvalstorts. Deze beide emissiereducties overlappen dus niet.

9.3 Landbouw

Hier vinden twee elkaar grotendeels compenserende effecten plaats, die het gevolg zijn van beleid (maar niet van klimaatbeleid):

- Als gevolg van vermestings- en verzuringsbeleid is de veestapel tussen 1990 en 2000 ingekrompen, met als gevolg een methaanemissiereductie van 2 Mton CO₂-equivalenten.
- Als gevolg van mestbeleid (onderwerken van mest) is de emissie van lachgas in deze periode naar alle waarschijnlijkheid toegenomen. Naar schatting bedraagt de toename om en nabij 1,5 Mton CO₂-equivalenten.

9.4 Winning en distributie van aardgas

Hier is sprake van reductie van methaanemissie als gevolg van klimaatbeleid (geformuleerd in de Uitvoeringsnota Klimaatbeleid):

- Bij de olie- en gaswinning is beleid gevoerd op het affakkelen en het terugdringen van het 'venten', resulterend in een methaanemissiereductie van 1 Mton CO₂-equivalenten. Deze emissiereductie is berekend door de olie- en gasproductie van 2000 te vermenigvuldigen met de methaan-emissiefactor van 1990, en deze te vergelijken van de gemonitorde emissie in 2000.
- Bij de gasdistributie is een methaanemissiereductie van 0,5 Mton CO₂-equivalenten bereikt met het terugdringen van lekverliezen uit gasleidingen. Dezelfde berekeningsmethode als hierboven beschreven is toegepast, met het percentage lekverlies van 1990.

10. CONCLUSIES

In het kader van de Milieubalans 2000 is door het RIVM ingeschat welke emissiereductie is toe te rekenen aan overheidsbeleid (RIVM, 2001). Deze studie beoogt een nader onderbouwing te geven van de in de Milieubalans gegeven resultaten. Via een hybride aanpak, waarbij, voor zover mogelijk, informatie uit (bestaande) bottom up analyses en top down studies is gecombineerd, is per sector bepaald welk deel van de broeikasgas-emissiereductie aan specifieke beleidsinstrumenten is toe te schrijven. In een aantal gevallen blijkt het niet mogelijk om het effect van afzonderlijk beleidsinstrumenten te bepalen, dit omdat de inzet van bepaalde instrumenten niet los kan worden gezien van andere instrumenten, zoals bijvoorbeeld de EIA/VAMIL in combinatie met de MJA's in de sector Utiliteitsbouw. In die gevallen is het effect bepaald voor een pakket aan beleidsmaatregelen. Alleen de beleidsinstrumenten op het gebied van energie- en milieu die een significant effect hebben zijn in de analyse meegenomen. Beleidsinstrumenten die wel een indirect effect hebben op energiegebruik, zoals bijvoorbeeld wetgeving gericht op verruiming van openingstijden van winkels, maar niet vallen onder energiebeleid, worden niet meegenomen. Ook de kosteneffectiviteit van het beleid wordt in deze studie niet bepaald.

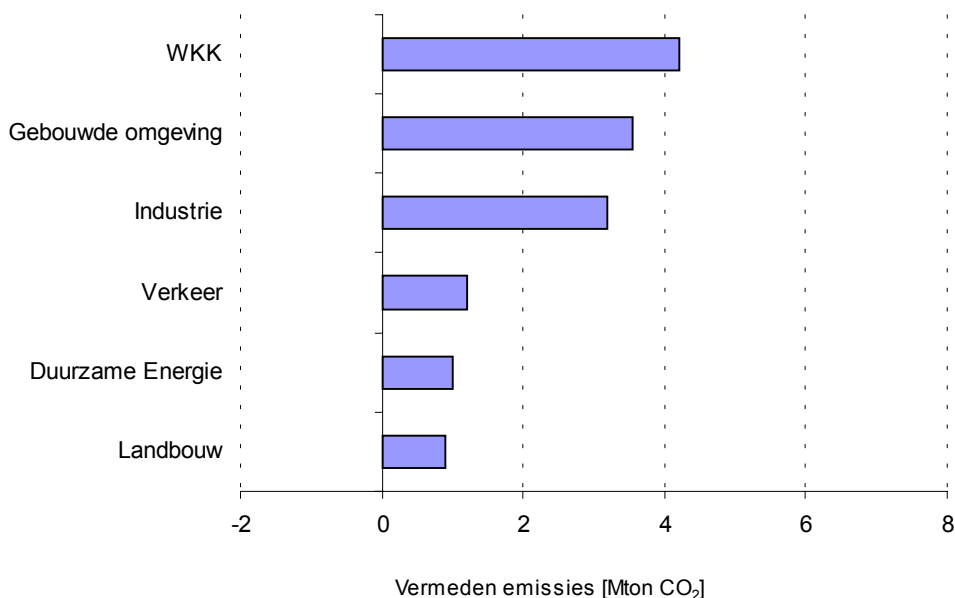
Om een inschatting te kunnen maken van het effect van beleid op de ontwikkeling van de emissies van broeikasgassen dient zowel de totale reductie als ook dat deel van de reductie dat aan beleid is toe te schrijven te worden bepaald. Op basis van de ontwikkeling van fysieke indicatoren, zoals bijvoorbeeld de penetratie van besparingsmaatregelen of efficiënte aanbodopties, kan doorgaans een beeld van de ontwikkeling van de totale emissiereductie worden verkregen. Om echter een beeld te krijgen van het effect van het overheidsbeleid is het doorgaans noodzakelijk tevens na te gaan in hoeverre de betrokken actoren hun 'gedrag' hebben aangepast onder invloed van de ingezette instrumenten.

De resultaten van de studie zijn samengevat in Tabel 10.1, en in Figuur 10.1 voor de vermeden CO₂-emissie en Figuur 10.2 voor de vermeden emissies van de overige broeikasgassen. Het effect van (klimaat)beleid op de CO₂-emissies bedraagt ruim 14 Mton, terwijl het effect op de overige broeikasgasemissies uitkomt op circa 13 Mton. In totaal heeft het (klimaat)beleid in de periode 1990-2000 dus geleid tot een reductie van de broeikasgasemissies van circa 27 Mton. Zonder dit beleid zouden de emissies in 2000 derhalve ruim 10% hoger zijn uitgevallen (de emissie bedroeg 222 Mton CO₂-equivalenten in 2000). Vooral het beleid gericht op de vermindering van de fluorgassen, het WKK-beleid, het energiebesparingsbeleid in de gebouwde omgeving en industrie en het afvalbeleid hebben tot aanzienlijke reducties geleid. Het mestbeleid gericht op het onderwerken van mest heeft naar schatting geleid tot een toename van de lachgas emissie met circa 1,5 Mton CO₂ equivalenten.

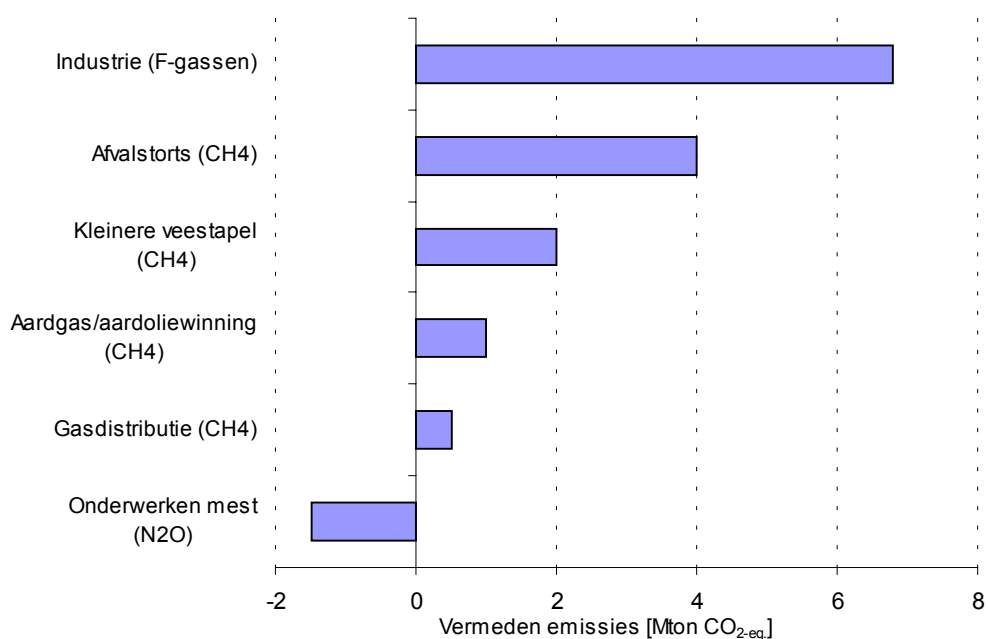
De hier weergegeven emissiereducties als gevolg van beleid zijn slechts ten dele 'hard' en op bepaalde aspecten omgeven met relatief grote onzekerheden. Deze onzekerheden worden onder andere bepaald door de in deze studie gehanteerde uitgangspunten en veronderstellingen alsmede de onzekerheden in monitoringgegevens. Bij het bepalen van de totale onzekerheid kan⁴⁸ in de aan beleid toe te rekenen emissiereductie een onderscheid gemaakt worden naar twee componenten, zijnde (1) de onzekerheid veroorzaakt door onzekerheden in monitoringgegevens, en (2) de onzekerheid m.b.t. het deel van de CO₂-reductie dat is toe te schrijven aan beleid. Door het variëren van de parameters die gebaseerd zijn op monitoringgegevens kan een inschatting gemaakt worden van de onzekerheid in de totale CO₂-reductie die het gevolg is van energiebesparing. De onzekerheid door deze component in de totale besparing voor de Gebouwde Omgeving, Industrie en Landbouw bedraagt circa 15%. Het inschatten van de onzekerheid in de aan beleid toe te schrijven besparing is beduidend moeilijker te bepalen, dit omdat met name ge-

⁴⁸ bij een gegeven methodologische aanpak.

vens omtrent de invloed van beleid op het daadwerkelijke gedrag van actoren ontbreken. Een inschatting hiervan wordt dan ook niet gemaakt, al mag aangenomen worden dat deze onzekerheid groter is dan het effect van de onzekerheden in de (fysieke) monitoringgegevens⁴⁹. Bij de toename van lachgasemissies als gevolg van het onderwerpen van mest is sprake van een relatief grove schatting.



Figuur 10.1 *Effect van beleid op de emissie van CO₂ in Nederland in de periode 1990-2000.*



Figuur 10.2 *Effect van beleid op de emissie van overige broeikasgassen in Nederland in de periode 1990-2000*

Bij de berekende emissiereductie als gevolg van WKK speelt het rendement van het veronderstelde referentiepark een belangrijke rol, zie ook Paragraaf 6.2. Voor het bepalen van dit rendement is, o.a. op basis van plannen van de SEP, bepaald hoeveel gepland niet-WKK vermogen

⁴⁹ Het betreft hier zogeheten 'toevallige fouten'. Derhalve is de 'totale fout' niet gelijk aan de som van de afzonderlijke 'fouten'.

uiteindelijk niet gebouwd is als gevolg van het in bedrijf nemen van WKK installaties en hoeveel bestaand vermogen vervroegd uit bedrijf genomen is.

Zoals in de inleiding reeds vermeld, kunnen de resultaten van deze studie worden beschouwd als verdere onderbouwing van die uit de MB2001. De in de MB2001 vermelde conclusie dat zonder beleid de broeikasgasemissies circa 10% hoger zouden zijn uitgevallen is nader gepreciseerd. De in deze studie bepaalde aan beleid toe te rekenen vermeden CO₂-emissies zijn hoger dan de in de Milieubalans geschatte emissiereductie. Met name voor de sectoren Gebouwde Omgeving (Huishoudens en Utiliteitsbouw) en MJA/WKK Industrie wordt in deze studie een hogere emissiereductie berekend, vooral door het in de analyse betrekken van een vollediger deel van het instrumentarium. Dit geldt bij de Gebouwde Omgeving⁵⁰, bij de sector landbouw en bij WKK (naast de industrie is in deze studie ook kleinschalige WKK en het warmteplan betrokken).

De resultaten van deze studie zijn vergeleken met de resultaten van een top down analyse conform de 'protocol benadering', zie (Boonekamp, 2002). De resultaten van deze studie stemmen, de onzekerheid in de gevonden waarden in aanmerking nemende, voor de meeste sectoren redelijk tot goed overeen met de waarden zoals gevonden in (Boonekamp, 2002). Bij de sector huishoudens wordt in (Boonekamp, 2002) een waarde gevonden die bijna 40% hoger dan de in deze studie gevonden waarde. Voor de sector Utiliteitsbouw wordt in (Boonekamp, 2002) een beduidend lagere waarde gevonden (0,2 Mton CO₂-reductie) dan in deze studie (0,9 Mton CO₂-reductie). Opgemerkt dient te worden dat, door het ontbreken van (valide) statistische gegevens, het voor de sector Utiliteitsbouw niet goed mogelijk is om een valide besparingscijfer te bepalen via een top down methode op basis van energiestatistieken.

Alhoewel er momenteel sprake lijkt van een toenemende aandacht voor het uitvoeren van zowel ex-post als ook ex-ante evaluaties van beleidsinstrumenten, lijkt er tevens sprake te zijn van een afnemende inspanning op het gebied van monitoring. Door de (dreigende) afname van de beschikbaarheid van monitoringgegevens, zowel op het gebied van de ontwikkeling van fysieke indicatoren als ook op het gebied van 'gedrag' van relevante actoren, wordt het uitvoeren van een adequate analyse van de ontwikkeling van besparingen alsmede het effect van overheidsbeleid bemoeilijkt. Met name de situatie ten aanzien van de gegevensbeschikbaarheid voor de sector Utiliteitsbouw is 'zorgelijk' te noemen.

⁵⁰ Het betreft hier het effect van de EPN voor nieuwbouwwoningen en het MAP voor de sector Huishoudens.

Tabel 10.1 *Emissiereductie van broeikasgassen in 2000 als gevolg van milieu- en klimaatbeleid in de periode 1990-2000.*

	Vermeden CO ₂ -emissies in 2000 door beleid 1990-2000 (Mton CO ₂)
Gebouwde omgeving	3,6
- waarvan sector <i>Huishoudens</i> (excl. WKK)	2,7
- waarvan sector <i>Utiliteitsbouw</i> (excl. WKK)	0,9
Industrie (excl. WKK)	3,2
Landbouw (excl. WKK)	0,9
WKK	4,2
Verkeer	1,2
Duurzame energie	1,0
<i>Totaal CO₂</i>	<i>14</i>
	Vermeden emissies overige broeikasgassen in 2000 door beleid 1990-2000 (Mton CO ₂ -eq.)
Industrie (F-gassen)	6,8
Afvalstorts (CH ₄)	4
Kleinere veestapel (CH ₄)	2
Aardgas/aardoliewinning (CH ₄)	1
Gasdistributie (CH ₄)	0,5
Onderwerken mest (N ₂ O)	-1,5
<i>Totaal overige broeikasgassen</i>	<i>13</i>

REFERENTIES

- AVV (1998): *Evaluatie van SVV-II instrumenten*, Rotterdam. Adviesdienst Verkeer en Vervoer (AVV), Rotterdam, 1998.
- Berenschot (2001): *Evaluatieonderzoek Milieu Actie Plan 1991-2000. Eindrapport*. Utrecht, 2001.
- Boonekamp, P.G.M. (1998): *Monitoring energieverbruik 1992-1996: methode, resultaten en perspectieven*. Energieonderzoek Centrum Nederland (ECN), rapport nr. ECN-C--98-046, Petten, 1998.
- Boonekamp, P.G.M., H. Jeeninga, H. Heinink (2000): *Effectiviteit energieprijzen: analyse voor het huishoudelijk verbruik tot 2010*. Energieonderzoek Centrum Nederland (ECN), rapport nr. ECN-C--00-062, Petten, 2000.
- Boonekamp, et.al. (2001): *Protocol Energiebesparing*. CBS/CPB/ECN/NOVEM/RIVM, uitgave ECN-C--01-129, Petten, 2001.
- Boonekamp, P.G.M., R. Harmsen, A. Kets, M. Menkveld (2002): *Besparingstrends 1990-2000. Besparing, beleidsinstrumenten en effectiviteit*. Energieonderzoek Centrum Nederland (ECN), rapport nr. ECN-C--02-015, Petten, 2002.
- Bouwbesluit (1991): *Bouwbesluit, houdende technische voorschriften omtrent het bouwen van bouwwerken en de staat van bestaande bouwwerken*. VROM, Den Haag, 1991.
- Brezet, H. (1994): *Van prototype tot standaard; De diffusie van energiebesparende technologie*. Proefschrift. ISBN 90-71818-11-X, Rotterdam, 1994.
- CBS (2001): *Statistisch Jaarboek*. Diverse jaren, Centraal Bureau voor de Statistiek (CBS). Voorburg/Heerlen, A-26/2001, ISSN 0924-2686, 2001.
- Dougle, P.G., R.J. Oosterheert (1999): *Case studies on energy conservation and employment in the Netherlands: subsidy on condensing boilers, subsidy on energy management systems and introduction of an Energy Performance Standard (EPN)*. Energieonderzoek Centrum Nederland (ECN), rapport nr. ECN-C--99-060, Petten, 1999.
- Dril, A.W.N. van (1999): *Stroomlijning Energie en CO₂-berekeningen glastuinbouw*. Energieonderzoek Centrum Nederland (ECN), rapport nr. ECN-C--99-028, Petten, 1999.
- Dril, A.W.N. van, F.A.M. Rijkers, J.J. Battjes; A. de Raad (1999): *Toekomst warmtekrachtkoppeling: verkenning van de economische aantrekkelijkheid in een geliberaliseerde energiemarkt*. Energieonderzoek Centrum Nederland (ECN), rapport nr. ECN-C--99-086, Petten, 1999.
- DuBo (1997): *Convenant Duurzaam Bouwen. (Tussen rijk en koepels over hun bijdrage aan duurzaam bouwen en de verbetering van de energie-efficiëntie bij nieuwbouw en het beheer van woningen in eigendom van woningcorporaties)*. Den Haag, 1997.
- Ecofys, CBS, Novem (2001): *Overzicht duurzame energie in Nederland*. 2000.
- EnergieNed (2001): *Basisonderzoek Aardgasverbruik Kleinverbruikers (BAK)*. Diverse jaren, Federatie van Energiebedrijven in Nederland (EnergieNed), bestelcode 313140, Arnhem, 2001.
- EnergieNed (2001a): *Basisonderzoek Elektriciteitsverbruik Kleinverbruikers (BEK)*. Diverse jaren, Federatie van Energiebedrijven in Nederland (EnergieNed), bestelcode 313145, Arnhem, 2001.

- EnergieNed (2001b): *Resultaten Milieu Actie Plan Energiedistributiesector (MAP). Gegevens over de resultaten van de uitvoering van het Milieu Actie Plan*. Diverse jaren, Federatie van Energiebedrijven in Nederland (EnergieNed), bestelcode 319350, Arnhem, 2001.
- EVN (2001). *Energie Verslag Nederland 2000*. Energieonderzoek Centrum Nederland (ECN), ECN-P--01-003, Petten, 2001.
- Geurs, K.T., G.P. van Wee (1997): *Effecten van prijsbeleid op verkeer en vervoer*. Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM), rapport 773002005, Bilthoven, 1997.
- Glasbergen et. al.(1997): *Afspraken werken: Evaluatie Meerjarenafspraken over Energie-efficiency* Universiteit Utrecht, 1997.
- IBO (2001): *Kabinetsreactie IBO kosteneffectiviteit van energiesubsidies en rapport*. Brief aan de Voorzitter van de Eerste Kamer der Staten-Generaal. Kenmerk: ME/ESV/01061867. Bijlage: rapportage IBO onderzoek. Den Haag, 2001.
- Jeeninga, H. (2001): *Analyse energieverbruik sector huishoudens 1982-1996: achtergronddocument bij het rapport 'Monitoring energieverbruik en beleid Nederland*. Energieonderzoek Centrum Nederland (ECN), uitgave. ECN-I--97-051, Petten, 2001.
- Jeeninga, H., M.A. Uyterlinde (2001). *The sky is the limit. Or why can more efficient appliances not decrease the electricity consumption of Dutch households*. Paper in: Energy Efficiency in Household Appliances and Lighting, ISBN 3-540-4182-7, Springer-Verlag, 2001.
- Jeeninga, H., M.A.Uyterlinde, J. Uitzinger (2001): *Energieverbruik van Energiezuinige Woningen. Effecten van gedrag en besparingsmaatregelen op de spreiding in en de hoogte van het reële energieverbruik*. Energieonderzoek Centrum Nederland (ECN), rapport nr. ECN-C--01-072, Petten, 2001.
- Jeeninga, H., M.G. Boots (2001): *Ontwikkeling van het huishoudelijk energieverbruik in een geliberaliseerde energiemarkt : effecten op aankoop- en gebruiksgedrag*. Energieonderzoek Centrum Nederland (ECN), rapport nr. ECN-C--01-002, Petten, 2001.
- Linderhof, V.G.M. (2001): *Household Demand for Energy, Water and the Collection of Waste: a Microeconomic Analysis*. Proefschrift. ISBN 90-72591-90-9, Groningen, 2001.
- Novem, (1989): *De isolatiegolf. Overzicht van 15 jaar energiebesparing in de woningbouw*. Nederlandse maatschappij voor Energie en Milieu bv, S01.5401.91, Sittard/Utrecht, 1989.
- Nuijen, W., Booij, (2000): *Experiences with Long Term Agreements on energy efficiëntie and outlook to policy for the next decade*. Novem, Utrecht, 2000.
- PWC (2001): *EIA en EINP. Evaluatiestudie*. Price Waterhouse Coopers (PWC), rapport nr. DOS01.016, Den Haag, 2001.
- Rietbergen, M., K. Blok (1999). *The Environmental performance of voluntary agreements on industrial energy efficiency improvement*. NW&S, Universiteit Utrecht, 1999.
- RIVM (2001): *Milieubalans 2001. Het Nederlandse Milieu verklaard*. Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM). ISBN 90-14-08310-6, Bilthoven, 2001.
- SEO (2001): *Het effect van REB op Huishoudelijk Energiegebruik. Een econometrische analyse*. Stichting voor Economisch Onderzoek der Universiteit van Amsterdam (SEO), rapport nr. 584, Amsterdam, 2001.
- Swigchem, J. et. al.(2000): *De prijs van toenemend energiegebruik. Prijsmechanismen achter het toenemend gebruik van energie*. CE, publicatienummer 00.7560.32, Delf, 2000.

- VROM (2000): *Cijfers over Wonen 2000/2001. Feiten over mensen, wensen en wonen*. Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer, Den Haag, 2000.
- VROM (2000a): *Reacties van Nederlandse Huishoudens op de energieheffing-longitudinaal onderzoek naar het effect van de (evaluatie van de) REB op energiebesparende intenties en -gedragingen: rapport over vijf metingen in 1996, 1997 en 1998*. D.D.L. Daamen, V. Bos. Publicatierreeks Lucht en Energie, nr. 134, E&M/R-99/77, VROM, Den Haag, 2000.
- Winward, J., P. Schiellerup, B. Boardman (1998): *Cool labels. The first three years of the European Energy Label*. Environmental Change Unit, University of Oxford, Oxford (UK), 1998.