

**EXTRA ENERGIEBESPARING  
NADER ONDERZOCHT**  
**Achtergronddocument bij  
de Energiebesparingsnota 1998**

P. Kroon  
M. Beeldman  
P.G.M. Boonekamp  
A. van den Bosch  
A.W.N. van Dril  
O. van Hilten  
H. Jeeninga  
T.J. de Lange  
M. Menkveld  
G.J. Ruijg

## *Verantwoording*

De taakverdeling binnen het project was als volgt: M. Beeldman: modelberekeningen en elektriciteitsvoorziening; P.G.M. Boonekamp: senior adviseur en beleidsmatige aspecten; A. van den Bosch: energiebesparing transportsector; A.W.N. van Dril: energiebesparing industrie; O. van Hilten: senior adviseur en bepaling besparingspercentage's; H. Jeeninga: energiebesparing huishoudens; P. Kroon: modelberekeningen en projectleiding; T.J. de Lange: duurzame energie; M. Menkveld: energiebesparing utiliteitsbouw; G.J. Ruijg: adviseur energiebesparing huishoudens; C.H. Volkers: informatica ondersteuning modelsysteem.

Het project is een door ECN-Beleidsstudies verrichte studie in opdracht van het ministerie van Economische Zaken, uitgevoerd door een team van deskundigen. De projectleiding was in handen van P. Kroon. De project is bij ECN geregistreerd onder projectnummer 7.7132.

## *Abstract*

In 1997 the Dutch Central Planning Bureau and ECN developed three energy scenario's for the Netherlands for the period 1995-2020. An economic growth of 1.5%/y (Divided Europe), 2.7%/y (European Coordination) and 3.3%/y (Global Competition) results in growth of national energy consumption of respective 0.3, 1.0, and 1.4%/y. The energy saving in the scenario's is based on existing governmental policy. Although the governmental goal of 1.6%/y energy saving is reached in GC, national energy consumption and CO<sub>2</sub> emissions are still growing in this scenario.

This report contains a description of policy measures to increase the energy saving in the GC scenario with 0.4%/y. Main options are: more severe energy performance standards for new houses and offices; an energy performance inspection of all existing houses and offices; subsidy on cooling equipment with a low energy consumption; an increase of the energy tax for small consumers; further agreements with the industry on energy savings and material use; stimulation of new industrial processes and the distribution of low temperature waste-heat at industrial locations. The results of this study are used for a governmental document of the Ministry of Economic Affairs on further energy savings in the Netherlands.

# INHOUDSOPGAVE

SAMENVATTING	5
1. INLEIDING	9
2. STARTPUNT VAN DE BEREKENINGEN	11
2.1 Relatie met de eerdere berekeningen	11
2.2 GC-actualisatie	12
2.2.1 CPB-berekening (GC-actualisatie)	14
2.3 Het besparingspakket in GC-EBN	15
3. RESULTATEN GEBOUWDE OMGEVING	17
3.1 Huishoudens	17
3.1.1 Nieuwbouwwoningen	17
3.1.2 Bestaande bouw	20
3.1.3 Wit- en bruingoed	22
3.1.4 Kosten van de maatregelen voor de huishoudsector	23
3.1.5 Discussie en conclusies	26
3.2 Utiliteitssector	27
3.2.1 De energieprestatie van de utiliteit	27
3.2.2 Het doorrekenen van een EPN aanscherping	28
3.2.3 Kosten van de maatregelen voor de utiliteitssector	31
4. INDUSTRIE EN LANDBOUW	35
4.1 Basisvariant GC	35
4.2 EBN-pakket	37
4.3 Maatregelen industrie en landbouw	38
4.3.1 Algemene maatregelen	38
4.3.2 MJA's algemeen	38
4.3.3 Glastuinbouw	40
4.3.4 Doorbraaktechnologie	42
4.3.5 Midden- en kleinbedrijf	42
4.3.6 Warmte-krachtkoppeling	43
4.3.7 Restwarmtelevering	44
4.3.8 Het IMES-pakket	46
4.4 Gevoeligheidsanalyse productiebedrijven	47
4.4.1 Een lage prijzen scenario	47
4.4.2 Verhoging van de WBM-heffing	47
4.4.3 Helemaal geen heffingsverdubbeling in het pakket	47
4.4.4 Minder dematerialisatie	47
4.4.5 Aanpassing rendementscriterium	48
4.5 Kostencijfers productiebedrijven	48
4.5.1 Vergelijking met besparingen in de Derde Energienota	51
5. TRANSPORT EN BOUWBEDRIJVEN	55
6. HET ENERGIEAANBOD	57
6.1 Effecten op hernieuwbare energie	57
6.1.1 Beleidsmaatregelen	57

6.1.2 Het model Duurzame Energie Potentieel	57
6.1.3 Groene Stroom	58
6.1.4 De resultaten	59
6.2 Primaire inzet van fossiele energie	61
6.2.1 Brandstofverbruik	61
6.2.2 Elektriciteitsproductie	62
6.2.3 De emissies van CO <sub>2</sub>	63
6.2.4 Vergelijking met besparingen in de Derde Energienota	64
7. TOTALE RESULTATEN	67
7.1 Energievraag ontwikkeling	67
7.2 Vergelijking met de 'Schetsen'	68
8. VARIANTEN EN GEVOELIGHEIDSANALYSE	71
8.1 Resultaten CPB	71
8.1.1 CPB-berekening (generieke maatregelen t.o.v. actualisatie)	71
8.2 Gevoeligheidsanalyse met lagere prijzen	72
8.2.1 Keuze van de prijzen	72
8.2.2 Productiebedrijven en lagere prijzen	72
8.2.3 Huishoudens en lagere prijzen	73
8.2.4 Utiliteit en lagere prijzen	73
8.2.5 Duurzame energie	74
8.2.6 Conclusies variant met lagere prijzen	74
8.3 De besparingsnota en IMES	75
8.3.1 Vergelijking uitgangspunten IMES en EBN	75
8.3.2 Resultaten vergelijking IMES en GC-EBN	77
APPENDIX A DETAILCIJFERS KOSTENEFFECTIVITEIT	79
APPENDIX B INVOERING VPL OP VINEX-LOCATIES	87
APPENDIX C NOVEM-PROGNOSE VOOR INDUSTRIEEL VERBRUIK IN 2010	91
APPENDIX D ONDERBOUWING RESTWARMTE	93
APPENDIX E ENERGIEBESPARING VIA MATERIAALBESPARING	95
APPENDIX F IMES VOOR PRODUCTIEBEDRIJVEN	107
APPENDIX G EPN EN EPL IN NOTA ENERGIEBESPARING	109
APPENDIX H TABELLEN MET DE NATIONALE ENERGIEBALANS	113
APPENDIX I BESPARING DOOR WKK	117
REFERENTIES	123

## SAMENVATTING

In de Energiebesparingsnota 1998 (EBN) worden de mogelijkheden verkend voor een verdere intensivering van het energiebesparingsbeleid. De EBN geeft hiervoor een groot aantal mogelijke besparingsopties. Het ECN is gevraagd om het besparingspakket op het gebied van kosten en effecten door te rekenen. De resultaten hiervan zijn in dit rapport terug te vinden.

Als basis voor de berekeningen is gekozen voor het GC-scenario. Dit is het scenario uit de Lange Termijn verkenning van het CPB met de hoogste economische groei. Dit scenario is door het CPB eerst geactualiseerd voor verhoging van het budget van de Energie-investeringsaftrek en het CO<sub>2</sub>-reductieplan. Deze actualisatie levert een verhoging van het besparingstempo op met 0,05% per jaar (GC-actualisatie). De extra EBN-besparingsopties zouden, bij implementatie in GC-actualisatie, het besparingstempo van 1,7% per jaar kunnen versnellen tot 2,0% (zie tabel S.1). De extra besparing van bijna 200 PJ in 2010 en 300 PJ in 2020 vindt alleen bij het eindverbruik plaats. De toename van duurzame energie en ontwikkelingen bij het energieaanbod zorgen juist voor een stijgend energieverbruik.

Mede door de hoge economische groei en de lage brandstofprijzen groeit het totaal verbruik in GC-EBN, zelfs bij het hoge besparingstempo, nog met 1% per jaar tot 3900 PJ in 2020. Het energieverbruik komt hierdoor in 2020 toch veel hoger uit dan in de scenario's 'Trend' (verschil 450 PJ) en 'Voorspoedig' (verschil 850 PJ) uit de 'Schetsen', die gebruikt zijn bij het opstellen van de Derde Energienuota.

Tabel S.1 *Decompositie ontwikkeling Totaal Verbruik Binnenland [%/jaar]*

	1990-2020		1995-2020	
	Trend	Voorspoedig	GC-act.	GC-EBN
Volume-effect (groei BNP)	2,3	2,3	3,3	3,3
Structuureffect	-0,5	-0,5	-0,3	-0,3
Besparingseffect	-1,1	-1,5	-1,7	-2,0
- wv eindverbruik	-0,7	-0,9	-0,9	-1,2
- wv dematerialisatie, recycling en materiaalsubstitutie	-0,2	-0,3	-0,3	-0,4
- wv aanbod	-0,2	-0,3	-0,4	-0,4
Totaal (TVB ontwikkeling)	0,7	0,3	1,4	1,0

Voor de huishoudsector zijn er, naast een 2,4 maal zo hoge REB, drie maatregelen onderzocht. De eerste, het stapsgewijs aanscherpen van de Energie Prestatie Norm voor nieuwbouwwoningen tot een EPN van 0,6, levert in 2020 34 PJ besparing op en vergt 15 mld aan extra investeringen. Mede omdat in GC veel grote en veel vrijstaande woningen gebouwd worden valt het besparingseffect relatief hoog uit. Voor de bestaande bouw is een Energie Prestatie Keuring doorgerekend, die per woning tot 2010 gemiddeld f 3000 aan extra besparingsinvesteringen mocht uitlokken. Samen met de autonome besparing wordt dan per woning f 5000 geïnvesteerd. Omdat door ECN verondersteld is dat de EPK na 2010 gelijke tred houdt met de technische ontwikkeling blijft het besparingseffect van 64 PJ in 2010 op niveau. Het effect van de EPK komt, tegen een totale meerinvestering van 24 mld, in 2020 uit op 66 PJ. In 2010 is het effect van de EPK veel groter dan

dat van de EPN-aanscherping. Dit komt omdat slechts 10% van de woningen in 2010 uit nieuwbouw bestaat. Met de derde optie, subsidie op geselecteerde huishoudelijk apparatuur, valt tegen een meerinvestering van 1,5 mld in 2020 een besparing van 27 PJ te bereiken. Met 126 PJ tekent de huishoudsector voor 36% van de berekende besparing in 2020.

Voor de utiliteitsbouw is berekend wat het effect is van een aanscherping van de EPN met 15% in 2000, 30% in 2004 en 45% in 2008. Tegen een meerinvestering van 27 mld levert dit in 2020 een besparing van 90 PJ op. Een EPK, met als eis 30% zuiniger dan in 1995, levert in 2020 47 PJ besparing op tegen een meerinvestering van 12 mld. De EPN-eis vergt aanzienlijk meer aan technische aanpassingen dan de EPK. Bij een nieuw gebouw bestaan hier echter ook meer mogelijkheden voor. Wat de verhouding investeringen versus besparingen betreft lijken de EPK en EPN van utiliteit en huishoudens op elkaar. Voor de betreffende eindverbruikers zijn er echter grote verschillen in kosteneffectiviteit vanwege andere energietarieven, andere rentabiliteitseisen en andere afschrijvingstermijnen. De specifieke kosten bij utiliteit komen hierdoor hoger uit. Met 39% (137 PJ) levert de utiliteit de grootste bijdrage aan de totale bereikte besparing.

Voor de sectoren industrie en land- en tuinbouw zijn een groot aantal opties bekeken. Het gaat hierbij om extra fiscale vrijstellingen, stimulering van doorbraaktechnieken, het opnemen van materiaalefficiency in convenanten, het subsidiëren van restwarmtelevering, het aanpassen van bouwvoorschriften en specifieke maatregelen voor 'kleine verbruikers'. In de industrie wordt hierdoor in 2020 72 PJ bespaard. De belangrijkste maatregel is hierbij het verbeteren van de materiaalefficiency (50% van het effect). Daarnaast vindt ook veel besparing plaats door het stimuleren van doorbraaktechnieken en restwarmtelevering. Bij de land- en tuinbouw wordt de besparing van 18 PJ hoofdzakelijk bereikt door het stimuleren van doorbraaktechnieken. Samen zijn de productiebedrijven goed voor 25% van het besparingseffect.

In de Energiebesparingsnota zijn voor de transportsector geen ingrijpende maatregelen voorzien. De nota verwijst hiervoor naar het Derde Structuur Schema Verkeer en Vervoer. In de schets 'Voorspoedig' voor de Derde Energienota is in deze sector wel een ingrijpend EU-beleid verondersteld.

De verhoging van de REB zorgt, bij handhaving van de op dit moment geldende vrijstellingen, voor een forse verhoging van de penetratie van duurzame energie. De vrijstelling van de REB benadert namelijk de meerprijs van groene stroom (gemiddeld 7 ct./kWh), waardoor de afzet hiervan sterk toe kan nemen. In 2020 neemt het aandeel uitgespaarde fossiele brandstof toe van 5% tot 8% van het totale verbruik. Vooral het gebruik van windenergie en biomassa neemt verder toe. Door het hanteren van een soort diversificatiedoelstelling bij de berekeningen worden ook duurdere duurzame energieopties als fotovoltaïsche zonne-energie en wind op zee verder ontwikkeld. De forse toename van warmtepompen en thermische zonne-energie hangt samen met de invoering van de EPK bij utiliteit en de aanscherping van de EPN. Doordat biomassa wordt toegepast als vaste brandstof, met een lager rendement als aardgas, stijgt het totale energieverbruik in GC-EBN met 22 PJ t.o.v. van GC. Het verbruik van fossiele brandstof en de CO<sub>2</sub>-uitstoot neemt echter wel af.

Door de besparing op de elektriciteits- en warmtevraag, worden er minder nieuwe efficiënte elektriciteitscentrales geplaatst. Ook nemen de mogelijkheden voor Warmte/Kracht koppeling en elektriciteitsimport af. De gemiddelde efficiency van het energieaanbod daalt hierdoor. Deze effecten leiden tot een stijging van het energieverbruik met 36 PJ.

Het totale EBN-pakket leidt ten opzichte van het GC-actualisatie tot een daling van de CO<sub>2</sub>-emissie van 209 naar 196 Mton in 2010 en van 232 naar 210 Mton in 2020.

De gevoeligheidsanalyses laten zien dat de energiebesparing door de verhoging van de REB een sterke overlap heeft met de EPN en EPK. Bij het weglaten van de REB verhoging neemt het verbruik slechts beperkt toe. De verhoogde REB draagt, eenmaal ingevoerd, wel bij aan de verbetering van het draagvlak voor energiebesparing in de verschillende sectoren.

Een analyse bij lagere energieprijzen laat in alle sectoren een stijgend energieverbruik zien. Doordat de effecten van de EPN en de EPK eigenlijk ongevoelig zijn voor de energieprijzen en in minder mate ook voor de economische ontwikkeling wordt met de EBN-opties in de sectoren huishoudens en utiliteit toch bijna dezelfde eindsituatie bereikt. Bij de productiebedrijven is er wel sprake van een (beperkt) dalend effect van het EBN-pakket. Per saldo neemt bij lagere energieprijzen het besparingseffect van het EBN-pakket toe.

Een analyse van Integraal Milieuplan van de Energie Sector (IMES) laat zien dat veel maatregelen die hier in staan in het GC-scenario al 'autonoom' penetreren. Het gaat hierbij om 80% van het effect van het IMES-pakket. Het EBN-pakket voegt hier nog eens 10% aan toe. Hierbij moet vermeld worden dat meer dan 90% van de besparing in de EBN betrekking heeft op het zogenaamde IMES-speelveld. De betrokken partijen Gasunie, Sep en EnergieNed kunnen dan ook een belangrijke intermediaire rol vervullen bij realisatie van de EBN-opties,

De in dit rapport berekende energiebesparing voor de sectoren huishoudens, utiliteit en industrie vormen een integraal onderdeel van het kort geleden verschenen Optiedocument voor emissiereductie van broeikasgassen. In het Optiedocument is alleen voor de sector land- en tuinbouw een verdergaande invulling met energiebesparingsopties opgenomen.





# 1. INLEIDING

In het kader van de problematiek van klimaatverandering zijn in december 1997 in Kyoto afspraken gemaakt over de wereldwijde reductie van broeikasgassen. Bij het huidige beleid zal de uitstoot van broeikasgassen in Nederland echter alleen maar toenemen. Een belangrijke reden om te kijken in hoeverre door extra energiebesparing de stijgende uitstoot van CO<sub>2</sub> door het gebruik van fossiele brandstoffen beperkt kan worden. In april 1998 is dan ook, mede als uitvloeisel van de Derde Energienota (DEN) [1], de Energiebesparingsnota 1998 (EBN) [2] verschenen. In de Energiebesparingsnota 1998 worden de mogelijkheden verkend voor een verdere intensivering van het energiebesparingsbeleid.

Ter onderbouwing van de EBN zijn door ECN een aantal berekeningen uitgevoerd waarvan hier rapportage wordt gedaan. De werkwijze is als volgt geweest. De berekeningen zijn uitgevoerd op basis van één van de in 1997 opgestelde Lange Termijn scenario's [3, 4]. In overleg met het ministerie van Economische Zaken (DGE) is voor de berekeningen het Global Competition scenario gekozen (GC) dat van de drie lange termijn scenario's met 3,3%/j de hoogste economische groei heeft. Het GC-scenario bevat het bestaande beleid tot en met begin 1997. Op dit scenario zijn vervolgens door het CPB een aantal aanpassingen gemaakt in verband met meer recente ontwikkelingen. Dit scenario GC-actualisatie is het startpunt van de ECN-berekeningen. Als derde stap heeft het ministerie van Economische Zaken het ECN in december 1997 een door te rekenen besparingspakket aangereikt. Na een eerste doorrekening van dit pakket in januari 1998 is door het ministerie een definitief pakket samengesteld, dat daarna ook door ECN doorgekend is.

Bij de berekeningen zijn met behulp van sectormodellen, de zogenaamde SAVE-modulen [5, 6, 7, 8], voor de sectoren Huishoudens, Utiliteitsbouw en Productiebedrijven de sectorale energiebesparingen bepaald van het bestaande beleid in GC-actualisatie en van het pakket met aanvullende energiebesparingsopties. Het verschil tussen beide berekeningen levert per sector een verbruiksmutatie op. Deze verbruiksmutatie is gezet op de door het CPB bepaalde energievraag in GC-actualisatie. De sectormodellen leveren daarnaast ook informatie over de kosten en de investeringen van de besparingsmaatregelen. Vervolgens is het energieaanbod berekend.

Naast de doorrekening van het pakket zijn ook een aantal gevoeligheidsanalyses uitgevoerd. Ook is gekeken naar mogelijke synergie tussen het pakket maatregelen uit de opties die door de energiesector (Sep, Gasunie en EnergieNed) in het Integraal Milieuplan Energie Sector (IMES) zijn aangegeven [9].



## 2. STARTPUNT VAN DE BEREKENINGEN

In dit hoofdstuk wordt eerst een relatie gelegd tussen het nieuwe GC-scenario en de 'Schetsen' die de basis voor de besparingsdoelstelling in de Derde Energienota vormen. Hieruit blijkt dat het energieverbruik in GC ruwweg 1% per jaar sneller groeit. Hierna wordt aangegeven welk beleid er in het GC scenario zit, en voor welke maatregelen het GC-scenario inmiddels geactualiseerd is. In de daarop volgende paragraaf met de resultaten van de actualisatie blijkt het besparingstempo door het recente overheidsbeleid met 0,05%/j toe te nemen. Tenslotte volgt een overzicht van de maatregelen die deel uit maken van het besparingspakket dat ten behoeve van de Energiebesparingsnota 1998 door ECN is doorgerekend.

### 2.1 Relatie met de eerdere berekeningen

Ten behoeve van de Derde Energienota is door ECN in 1996 een tweetal Schetsen voor de toekomstige energievoorziening opgesteld: 'Trend' en 'Voorspoedig' (twee varianten) [10]. In 'Voorspoedig' is nagegaan welke besparing haalbaar is bij acceptabele kosten/baten verhoudingen voor allerlei besparingsopties. Het resultaat van deze analyse is als een besparingsdoelstelling van 33% (1995-2020) opgenomen in de Derde Energienota (DEN) [1]. Deze beleidsdoelstelling is nog niet geïnstrumenteerd (ingevuld met beleidsmaatregelen). Dit is inmiddels voor duurzame energie, een ander terrein waarop de DEN een doelstelling aangeeft, wel gedaan in de nota Duurzame Energie In Opmars [11].

Er zijn nogal wat verschillen tussen de Lange Termijn scenario's en de 'Schetsen'. In de recente Lange Termijn scenario's [3, 4] is uitgegaan van een andere economische groei, andere structurele ontwikkelingen (o.a. doordat GC een meer recent basisjaar heeft) en andere energieprijzen dan in de 'Schetsen'. Zie hiervoor Tabel 2.1. Vooral het verschil in veronderstelde economische groei is substantieel. Dit maakt een directe vergelijking met de 'Schetsen' moeilijk. Een ander belangrijk verschil met de Schets Voorspoedig is dat de efficiency verbetering nu een uitkomst is die resulteert uit de diverse scenario-veronderstellingen en het huidige overheidsbeleid. Er is hierbij niet toegewerkt naar het halen van de efficiencydoelstelling uit de DEN. Sinds de DEN is er al wel nieuw beleid geformuleerd; nieuw beleid tot begin 1997 is in de Lange Termijn scenario's meegenomen. Een voorbeeld van efficiencybeleid dat al wel van kracht is, is de invoering van de Energie-investeringsaftrek (EIA) begin 1997.

Tabel 2.1 *Kenmerken scenario's*

	GC	Trend	Voorspoedig
Basisjaar	1995	1990	1990
Economische groei	3,3%/jaar	2,3%/jaar	2,3%/jaar
Gasprijs d-schijf	26 ct/m <sup>3</sup>	22 ct/m <sup>3</sup>	30 ct/m <sup>3</sup> incl. heffing
Overheidsbeleid	tot januari '97	tot medio 1995	tot medio 95 + extra nationaal en EU beleid

In Tabel 2.2 is een vergelijking gemaakt tussen de resultaten van de 'Schetsen' en de nieuwe Lange Termijn scenario's. De besparingsdoelstelling van de DEN van 33% staat gelijk met een besparingseffect van -1,6%/jaar. In GC wordt deze doelstelling gehaald. Aangezien de hoeveelheid nieuw beleid beperkt is (voornamelijk de EIA), was eigenlijk een lager besparingseffect verwacht, vergelijkbaar met iets tussen 'Trend' en 'Voorspoedig'; dus ongeveer -

1,3%/j. Dat deze verwachting niet is uitgekomen komt vooral door de hogere energieprijzen (in vergelijking met 'Trend') en door de hogere economische groei. Bij een hogere economische groei vinden er meer vervangingsinvesteringen en uitbreidingen plaats met efficiëntere installaties, gebouwen etc. Ook neemt de energievraag meer toe wat extra ruimte biedt voor een efficiënter energieaanbod met meer warmte kracht koppeling (WKK) en efficiëntere elektriciteitscentrales. Per saldo blijkt het energiegebruik in GC circa 1% per jaar harder te groeien dan in 'Voorspoedig'. In 2010 is het verschil tussen GC en Trend al opgelopen tot 450 PJ (circa 25 Mton CO<sub>2</sub>; de totale emissie in GC is 210 Mton CO<sub>2</sub>). Ten opzichte van het gemiddelde van Voorspoedig hoog en laag is het verschil in 2010 ongeveer 700 PJ (40 Mton CO<sub>2</sub>). Extra energiebesparingsmaatregelen zoals aangegeven in de Energiebesparingsnota 1998 [2] kunnen dit beeld verbeteren. Het verschil tussen 'Voorspoedig hoog' en 'Voorspoedig laag' heeft te maken met de ontwikkeling van de energie-intensieve industrie. In 'hoog', groeit deze meer dan in 'Trend' in 'laag' verdwijnt juist veel van dit soort productie naar het buitenland.

Tabel 2.2 Resultaten energievraag ontwikkeling [%/jaar]

	1985/1995	CPB/ECN	ECN-rapport voor energienota		
	[3]	1995-2020	Trend	1990-2020	
		[4]		[10]	
		GC (Global Competition)		Voorspoedig laag	Voorspoedig hoog
Volume effect (BBP groei)	2,5	3,3	2,3	2,3	2,3
Energie intensiteit te verdelen in:	-0,75	-1,9	-1,6	-2,2	-1,8
Structuureffect	-0,25	-0,3	-0,5	-0,7	-0,3
Besparingseffect	-1	-1,6	-1,1	-1,5	-1,5
- vv eindverbruik	-0,8	-0,9	-0,7	-0,9	-0,9
- vv dematerialisatie	0	-0,3	-0,2	-0,3	-0,3
- vv aanbod	-0,2	-0,4	-0,2	-0,3	-0,3
Energiegebruik	1,75	1,4	0,7	0,1	0,5

## 2.2 GC-actualisatie

Een deel van het DEN-beleid is begin 1997 geïnstrumenteerd (zie Tabel 2.3), en is zoals aangegeven reeds verwerkt in het GC-scenario. Daar bovenop zijn enkele nieuwe maatregelen inmiddels van kracht geworden. Het gaat hierbij om:

- Het CO<sub>2</sub>-reductieplan van 2 maal 750 mln gld.
- De verhoging van het budget van EIA van 125 naar 175 mln gld.
- Nihilbeding in REB-heffing bij groene stroom.

Hier tegenover staat de afwijzing van het groene BTW door Brussel. Dit is een maatregel die al in het GC-scenario verwerkt was en nu is afgevallen. Deze mutaties leveren een actualisatie van het GC-scenario (GC-actualisatie).

Tabel 2.3 Beleidsmaatregelen in het GC-scenario en mutaties GC-actualisatie

Bestaand beleid in het GC-scenario
Heffingen <sup>1</sup>
• REB (kleinverbruikersheffing) afspraken zoals deze bestonden in januari 1997

<sup>1</sup> Een overzicht van gehanteerde energieprijzen in GC-EBN staat in appendix A.

(2,95 ct./kWh elektriciteit en 9,53 ct/m<sup>3</sup> aardgas).

- WBM heffing (voor aardgas variërend van 2,155 tot 1,41 ct/m<sup>3</sup>; 2,77 ct./l voor gasolie en 2,338 ct./kg voor kolen etc.).

#### Stimulering

- VAMIL.
- Energie InvesteringsAftrek (EIA) met budget van 125 mln gld/j.
- MAP-subsidies lopen tot jaar 2000, daarna niet meer.
- Groen beleggen.
- Groene Stroom.
- Groene BTW (aanschaf zonneboilers).

#### Onderzoek

- Uitgaven R&D: en Demoprojecten: blijven minimaal op peil maar kennen in de tijd wel verschuivingen.
- Plan van aanpak duurzame energie (geen verplichtstelling aandeel duurzame energie).

#### Regulering en convenanten

- MJA's lopen naar 2000 door, zij het met afnemend besparingstempo.
- EPN afspraken zoals deze bestonden januari 1997 (nieuwbouwwoningen EPN 1,0 per 2000).

---

#### Verschillen in GC-actualisatie

---

##### Stimulering

- CO<sub>2</sub>-reductieplan van 2 maal 750 mln gld.
  - Verhoging van het budget van EIA van 125 naar 175 mln gld.
  - Nihilbeding in REB-heffing bij groene stroom.
  - Geen groene BTW meer.
- 

Omdat hier specifieke vragen over zijn gekomen, worden in Tabel 2.4 een aantal beleidsmaatregelen die niet meegenomen zijn besproken.

Tabel 2.4 *Actueel beleid niet opgenomen in de scenario's*

Beleids optie	Opmerkingen
• Duurzaam Bouwen 2 (Dubo2)	Is gepubliceerd in september 1997, bevat waarschijnlijk te weinig concrete maatregelen t.o.v. Dubo1 die in een doorrekening een substantieel effect opleveren. Niet meegenomen.
• Belastingplan 1998: opties in het verkeer	Niet meegenomen
• Belastingplan 1998: Gelden uit REB naar vuilverbrandingsinstallaties	Heeft vermoedelijk zonder aanvullende eisen over de besteding weinig of alleen negatieve milieueffecten (via brandstofconcurrentie met hoog-rendements biomassa-installaties).
• Belastingplan 1998: overdraagbare heffingsvrije voet warmtepompen	Rentabiliteit verbeterd wel wat. Effect bij de doorrekening in GC-EBN wordt overvleugeld door EPN aanscherping.
• Convenant sociale huursector (-15%)	Een deel zit autonoom in GC o.a. door nieuwbouw en forse renovatie-inspanning. Verwacht wordt dat het effect van nieuwbouw en renovatie de 15% al

vrijwel dekt.

---

### 2.2.1 CPB-berekening (GC-actualisatie)

Het CPB heeft het effect van twee van deze nieuwe maatregelen op het GC-scenario bepaald. Het gaat hierbij om het hogere budget voor de Energie-investeringsaftrek (+50 mln gld; waarvan de helft voor besparing) en om het CO<sub>2</sub>-reductieplan. Het CO<sub>2</sub>-reductieplan blijkt vooral een tijdelijke besparingsimpuls in de organische basischemie te geven. Het hogere budget voor de EIA levert een toenemende besparing in de utiliteitsbouw op. Wegens de diverse onzekerheidsmarge's, is het effect van de hogere EIA in de andere sectoren volgens het CPB, verwaarloosbaar.

Door de nieuwe maatregelen daalt het energieverbruik in 2010 en 2020 met ongeveer 0,7%<sup>2</sup>. Dit komt ongeveer overeenkomt met 1,5 Mton CO<sub>2</sub>. Het additionele besparingseffect tot 2010 van de actualisatie is 0,05%/j. Afhankelijk van de oorspronkelijke afronding kan hierdoor het totale besparingseffect in GC-actualisatie oplopen tot -1,7%/j.

De toename van het besparingspercentage in de periode 1995-2020 is lager, namelijk -0,025%/j. Dit wordt vooral veroorzaakt doordat de absolute besparing door de opties CO<sub>2</sub>-reductieplan en EIA tussen 2010 en 2020 nauwelijks meer toeneemt.

## 2.3 Het besparingspakket in GC-EBN

Na een eerste doorrekening van een door het Ministerie van Economische Zaken aangeleverd maatregelenpakket zijn hierin in samenspraak tussen EZ en ECN enkele kleine wijzigingen aangebracht ten einde de effectiviteit te vergroten en de geschatte kosten te verlagen. Hieronder zullen per sector de besparingsmaatregelen van het definitieve pakket aangegeven worden.

### *Besparingsmaatregelen huishoudens*

Het pakket van beleidsmaatregelen van het Ministerie van Economische Zaken voor huishoudens ziet er als volgt uit:

- Energie Prestatie Norm (EPN); Aanscherping van de EPN van woningen van 1,0 via 0,8 in 2004 naar 0,6 in 2008.
- Energie Prestatie op Locatie (EPL); Financiering pilot-projecten Energie Prestatie op Locatie (EPL). Gedacht wordt aan een demonstratieproject op een VINEX en een niet VINEX locatie. Deze projecten moeten de gemeenten de mogelijkheden van EPL duidelijk maken.

---

<sup>2</sup> In GC-actualisatie komt het CPB voor het jaar 2010 tot een besparing op de ondervuringsvraag van 6,3 PJ bij de dienstensector en 10 PJ bij de basischemie (organisch). In 2020 zijn de cijfers 9,8 PJ (effect neemt toe) resp. 7 PJ (effect neemt af). Voor de elektriciteitsvraag zijn de effecten in 2010 en 2020: 3,3 en 4,7 PJ (dienstensector). De totale energievraag neemt dan ook af met 20 PJ (0,64%) in 2010 en met 22 PJ (0,62%) in 2020. Het totaal verbruik binnenland (TVB) zal hierdoor in de GC-actualisatie ongeveer 3 PJ (2000), 23 PJ (2010) en 26 PJ (2020) lager uitkomen dan in GC-referentie van januari 1997. Mede doordat enkele modelparameters in de loop van het jaar zijn verbeterd wordt uiteindelijk bij de aanbodberekeningen 30 PJ in 2010 en 25 PJ in 2020 als verbruiksreductie gevonden (zie ook appendix 8 voor de nationale energiebalans van GC actualisatie).

- EPK Bestaande koopwoningen; Energie Prestatie Keuring voor bestaande koopwoningen; In periode 2001-2010 wordt het merendeel van de woningen in verband met de EPK aangepast; de investering in aanpassingen is gemiddeld f5000,- per woning (incl. wat autonoom al gebeurt). Bij ongeveer 15% van de woningen worden geen aanpassingen verricht in verband met specifieke problemen, zeer hoge kosten of omdat de restlevensduur beperkt is.
- Convenant sociale huurwoningen; Voor sociale huurwoningen is recent een convenant gesloten. Er wordt vanuit gegaan dat het convenant zodanig uitgebreid wordt dat aan met EPK vergelijkbare eisen voldaan wordt. Het huidige convenant, waaraan niet alleen door besparingsinvesteringen maar ook via de koop en verkoop van woningen voldaan wordt, heeft volgens ECN-analyses vrijwel geen effect t.o.v. GC.
- EPK particuliere huurwoningen; In periode 2001-2010 wordt het merendeel van de particuliere huurwoningen in verband met de EPK aangepast; de investering in aanpassingen is gemiddeld f5000,- per woning (incl. wat autonoom al gebeurt). Bij ongeveer 15% van de woningen worden geen aanpassingen verricht in verband met specifieke problemen, kosten of omdat de restlevensduur beperkt is.
- Elektrische apparaten; Voor subsidie aan sommige energiezuinige uitvoeringen van elektrische apparatuur wordt 20 mln/j subsidie vrijgemaakt. Het gaat hier met name om koelapparatuur.

### *Besparingsmaatregelen utiliteitsbouw*

Voor de utiliteitsbouw zijn de volgende maatregelen opgenomen:

- EPN nieuwe utiliteitsbouw; In de periode 2001-2010 worden er steeds strengere eisen aan nieuwe gebouwen gesteld. De EPN voor utiliteitsbouw wordt ten opzichte van 1995 aangescherpt met 15% in 2000, 30% in 2004 en 45% in 2008.
- EPK bestaande utiliteitsbouw; In periode 2001-2010 stelt de EPK 'strengere eisen; De bestaande bouw moet via normering in 2010 30% zuiniger moet worden ten opzicht van 1995.
- Energie Prestatie op Locatie (EPL); Financiering pilot-projecten van de EPL. Deze projecten moeten gemeenten de mogelijkheden van EPL duidelijk maken.

### *Besparingsmaatregelen productiebedrijven*

Het pakket van beleidsmaatregelen van het Ministerie van Economische Zaken voor productiebedrijven ziet er als volgt uit:

- Doorbraaktechnieken; Een aantal vernieuwende productieprocessen in Chemie-, Papier-, Raffinage- en Voedings- en Genotmiddelenindustrie krijgen overheidssteun voor onderzoek en pilots (indicatie 40 mln/j).
- Restwarmteprojecten bedrijfsterreinen; Financiële ondersteuning van de aanleg van warmtenetten waarmee laagwaardige warmte die bepaalde bedrijven over hebben getransporteerd wordt naar andere bedrijven, die dit wel kunnen gebruiken. (indicatie 20 mln/j).
- Industrieel MKB; Stimulering bij het industriële MKB van energiebesparing onder andere via vergunningsverlening en convenanten. Tevens een additioneel stimuleringsbudget (indicatie 10 mln/j).
- Industrie groot; Voortzetting van MJA's na 2000 bij de 'grote' industrie; tevens een verbreding van de grondslag naar onder andere materiaalgebruik en recycling.
- Agrarische sector; Kassenvervanging op 580 ha/j, waarvan 100 ha/j met subsidie van Regeling Structuurverbetering Glastuinbouw (RSG). De totale investering is 1 mld/j. Volgens ECN-analyses is dit voor het belangrijkste deel niet additioneel ten op zichte van het GC-scenario.

### *Verkeer en vervoer*

Voor de verkeers- en vervoerssector bevat het EBN-pakket weinig maatregelen:

- Nieuwe woonwijken; Stimulering energiezuinig vervoer in nieuwe woonwijken middels een additioneel budget van 7 mln/j.

### *Generieke maatregelen*

Naast sectorale maatregelen bevat het EBN-pakket ook de volgende generieke maatregelen:

- Verhoging van de opbrengst van de Regulerende Energie Belasting (REB) met 3,4 mld/j; ofwel de REB wordt ongeveer een factor 2,5 maal zo hoog. Naast energiebesparing zorgt dit ook, indien de huidige vrijstellingen voor duurzame energie aanwezig blijven, voor een forse stimulering van duurzame energie. De prijs die kleinverbruikers moeten gaan betalen voor gas gaat hierdoor omhoog van 64,7 naar 80,4 cent/m<sup>3</sup> en voor elektriciteit van 25,8 naar 30,6 cent/kWh (prijzen voor 2010; beide inclusief BTW).
- Verhoging van het budget voor de Energie-investeringsaftrek (EIA) met 100 mln tot 270 mln/j.



## 3. RESULTATEN GEBOUWDE OMGEVING

De gebouwde omgeving wordt in dit hoofdstuk onderverdeeld in de huishoudens en utiliteit. Onder utiliteit vallen de sectoren diensten en overheid.

Bij huishoudens worden eerst de beleidsmaatregelen zoals verondersteld in de Besparingsnota van het Ministerie van Economische Zaken nader beschreven en vertaald naar grootheden die in het model SAVE-Huishoudens worden gebruikt. Allereerst wordt hier ingegaan op de aanscherping van de Energie Prestatie Norm (EPN) voor nieuwbouwwoningen. In 2010 gaat het hierbij echter om ruim 10% van de woningvoorraad. Daarna wordt ingegaan op de mogelijkheden van een investering van f5000 per bestaande woning te bereiken via een Energie Prestatie Keuring (EPK). Als laatste beleidsmaatregel wordt gekeken naar de mogelijkheden van stimulering van zuiniger elektrische apparatuur. Hierna worden nader op de kosten en besparingen in gegaan en een vergelijking gemaakt met de scenario's uit de 'Schetsen'.

Bij utiliteit wordt na een toelichting op de sector ingegaan op de manier waarop met de aanscherping van de EPN en de EPK in SAVE-Utiliteit omgegaan wordt. Deze veronderstellingen resulteren in een bepaalde penetratie van besparingsmaatregelen en een bepaalde ontwikkeling van de energieprestatie van utiliteitsgebouwen. Hierna wordt ingegaan op het verbruik van de sector en de bijbehorende kostenontwikkeling. Tenslotte wordt ook hier een vergelijking gemaakt met de 'Schetsen'.

### 3.1 Huishoudens

#### 3.1.1 Nieuwbouwwoningen

Door middel van de Energie Prestatie Norm (EPN) kan een limiet worden gesteld aan het primaire energieverbruik van een referentie(nieuwbouw)woning. In de EPN-berekening worden vijf woningfuncties onderscheiden: ruimteverwarming<sup>3</sup>, warm tapwater, ventilatie, verlichting en koeling<sup>4</sup>. Doordat de EPN<sup>5</sup> een maat is voor het primair energieverbruik kan hierbij het effect van substitutie tussen verschillende energiedragers worden verdisconteerd (bijvoorbeeld warmtepomp in plaats van HR-ketel).

---

<sup>3</sup> Eigenlijk is het beter om te spreken over transmissie in plaats van ruimteverwarming. Om aan te sluiten bij het gangbare spraakgebruik wordt echter de term ruimteverwarming gebruikt.

<sup>4</sup> Koeling van de woning, niet van voedsel.

<sup>5</sup> Binnen de EPN-methodiek is een Energie Prestatie Coefficient (EPC) gedefinieerd die een maat is voor het energieverbruik van de referentiewoning. In deze notitie wordt de term EPN gebruikt in plaats van de feitelijk correcte term EPC.

Tabel 3.1 *Veronderstelde relatie tussen EPN-waarde en energieverbruik voor de referentiewoning [in m<sup>3</sup> aardgasequivalenten]*

EPN waarde	Ingangsjaar	Ruimteverwarming	Warm tapwater	Ventilatie + Verlichting
1,4	1995	850	400	150
1,2	1998	650	400	150
1,0	2000		850	150
0,8	2004		650	150
0,6	2008		450	150

Bij de invoering van de EPN in december 1995 gold een waarde van 1,4. Deze EPN-waarde komt overeen met een referentieverbruik van 1400 aardgasequivalenten en is de som van het verbruik van energiedragers binnen de functies ruimteverwarming, warm tapwater, ventilatie en verlichting. Voor een referentiewoning met een EPN van 1,4 geldt ruwweg dat ruimteverwarming beslag legt op ongeveer 850 aardgasequivalenten, warm tapwater op circa 400 aardgasequivalenten en verlichting en ventilatie ongeveer op 150 aardgasequivalenten (waarvan 2/3 deel voor verlichting en 1/3 deel voor ventilatie) [12]. De waarden voor verlichting en ventilatie zijn 'forfaitaire waarden' en zijn gekoppeld aan het (bruto) vloeroppervlak, zie Tabel 3.1. Hierbij moet wel opgemerkt worden dat de referentiewoning een kleine (298 m<sup>3</sup>) tussenwoning betreft. Aangezien voor de berekening van de EPN het verbruik gedeeld wordt door een factor die zowel het vloeroppervlak als het buitenoppervlak bevat, hebben grotere woningen, hoek en vrijstaande woningen een hoger toegestaan verbruik.

Nieuwbouwwoningen moeten in 1998 voldoen aan een EPN van 1,2 en in het jaar 2000 dient een EPN-waarde van 1,0 gehaald te worden. Het in de besparingsnota veronderstelde beleid gaat uit van een verdere aanscherping van de EPN in stappen van 0,2 (200 aardgasequivalenten bij de referentiewoning). Dit betekent dat de EPN in 2004 daalt tot 0,8 en in 2008 tot 0,6. In Tabel 3.1 is indicatief aangegeven wat deze verdere aanscherping van de EPN voor consequenties heeft met betrekking tot het energieverbruik binnen de verschillende woningfuncties. Op basis van evaluaties van voorbeeldprojecten is getracht een inschatting te krijgen van de meest kosteneffectieve maatregelen en het effect hiervan op de EPN [13, 14].

In de EPN berekeningsmethodiek wordt verondersteld dat het (absolute)verbruik voor verlichting niet door bouwkundige maatregelen wordt beïnvloed<sup>6</sup>. Bij ventilatie kan door middel van het installeren van efficiënte(re) ventilatoren het elektriciteitsverbruik nog wel enigszins omlaag gebracht worden. Door het gebruik van gebalanceerde ventilatie en warmteterugwinning zal niet zozeer het elektriciteitsverbruik voor ventilatie worden teruggedrongen (dit kan zelfs stijgen), maar wordt bespaard op de energie die nodig is voor het verwarmen van de woning. Indien het energieverbruik voor de bereiding van warm tapwater niet omlaag wordt gebracht, dan resteert bij een EPN van 0,8 een referentieverbruik voor ruimteverwarming van 250 aardgasequivalenten. Bij een EPN van 0,6 daalt dit zelfs tot 50 aardgasequivalenten<sup>7</sup>. Voor het behalen van een EPN van 0,8 of lager lijkt de toepassing van tapwater reducerende opties (beperking leidingsverliezen) en gebruik van een zonneboiler(combi) noodzakelijk. Aanscherping van de EPN tot 0,6 in 2008 zal er toe leiden dat het verbruik voor ruimteverwarming en de bereiding van warm tapwater be-

<sup>6</sup> In de huidige berekeningswijze van de EPN is het verbruik voor verlichting een forfaitaire waarde die gekoppeld is aan het (bruto)vloeroppervlak.

<sup>7</sup> Aangenomen dat het verbruik voor ventilatie en verlichting constant blijft.

perkt wordt tot 450 aardgasequivalenten, omdat verlichting en ventilatie verantwoordelijk zijn voor een (forfaitair) verbruik van circa 150 aardgasequivalenten.

Om de EPN van 0,6 te kunnen halen is in 2010 de gemiddelde nieuwbouwwoning onder andere voorzien van een elektrische warmtepomp (EWP) en een zonneboiler-combi. Tevens zijn extra isolatie en waterbesparende opties toegepast zoals beperking van leidingsverliezen en waterbesparende kranen. Doordat in de huidige EPN-rekenmethode de EWP met een rendement van 100% wordt gewaardeerd is het halen van de EPN-waarde bijzonder lastig<sup>8</sup>. Een EPL-norm (bijvoorbeeld 10% zuiniger dan de EPN-waarde) wordt door toepassing van de EWP gehaald zonder dat er extra besparingsmaatregelen genomen hoeven te worden.

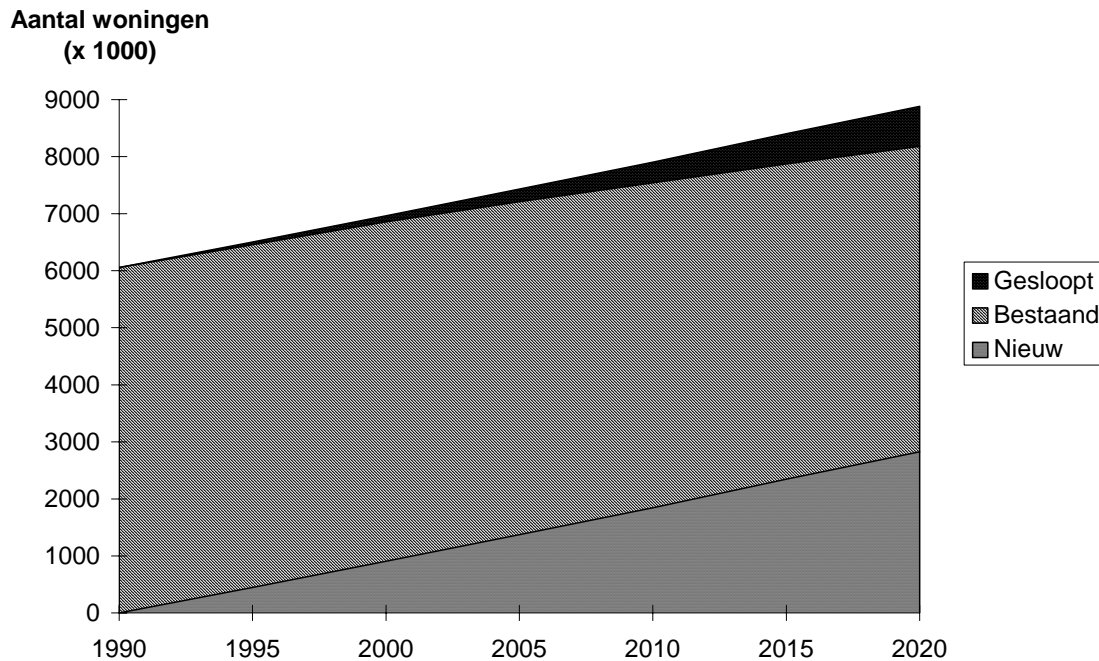
Ook al berekend SAVE-Huishoudens een forse stijging van het aantal EWP's als gevolg van de EPN aanscherping, is het niet zo dat de 'dure' EWP<sup>9</sup> de enige optie is om een EPN van 0,6 te bereiken. Ook via een zeer uitvoerig isolatiepakket en een hoog rendement warmteterugwinning kan deze waarde bereikt worden. Wat uiteindelijk gekozen wordt hangt natuurlijk ook af van het type en grootte van de woning en de ontwikkeling van de diverse kosten. In het GC-scenario zijn in 2010 10.000 en in 2020 60.000 all electric woningen (met een EWP) aanwezig. Bij de aanscherping van de EPN stijgt dit naar 300.00 in 2010 en 900.000 in 2020.

In het GC-scenario worden elk jaar zo'n 100.000 nieuwe woningen gebouwd (Figuur 3.1). Van de bestaande woningvoorraad worden elk jaar een aantal woningen gesloopt. Dit aantal loopt in de tijd op van 10.000 naar 17.000 per jaar. Mede omdat de vervangings-snelheid laag is heeft het stellen van eisen aan nieuwbouwwoningen maar een beperkt effect op het totaal verbruik van de sector. Met aanvullende eisen aan nieuwbouwwoningen, kan in 2010 iets meer dan 10% van de woningvoorraad beïnvloed worden.

---

<sup>8</sup> Het begrenzen van het rendement van de EWP op 100% is een min of meer politieke keuze. Indien gerekend zou mogen worden met het 'werkelijke rendement' van de EWP dan zou dit bij een EPC-waarde van 1.4 ten koste gaan van de isolatiegraad van het casco van de woning. Momenteel wordt gewerkt aan een herziening van de EPN-methodiek waarbij het rendement van EWP op een andere manier in de berekening wordt meegenomen.

<sup>9</sup> In SAVE-Huishoudens neemt de meerinvestering in een middelgrote elektrische warmtepomp t.o.v. van een HR-ketel in de periode 2000-2020 van 6.000 gld af tot 5.000 gld. Voor een grote warmtepomp dalen de meerinvesteringen van 10.000 gld naar 8.500 gld.



Figuur 3.1 Aantal woningen in GC

### 3.1.2 Bestaande bouw

Door EnergieNed is de energieprestatienorm voor de bestaande bouw ontwikkeld (EPB) [15, 16]. De berekeningsmethodiek is vergelijkbaar met die van de EPN<sup>5</sup>. In 1997 zijn enkele pilot-projecten uitgevoerd waarbij de berekeningsmethode in de praktijk is toegepast [17]. Het is de bedoeling dat de EPB-regeling wordt ingezet in het kader van subsidieverlening binnen het Milieu Actie Plan (MAP) van de energiedistributiebedrijven. Door alleen subsidie te verlenen vanaf een basiswaarde van de EPB wordt voorkomen dat subsidie wordt verstrekt op maatregelen die al kosteneffectief zijn (en dus eigenlijk allang genomen hadden kunnen worden). De hoogte van het subsidiebedrag is gekoppeld aan (evenredig met) de mutatie in de EPB ten gevolge van het toepassen van de besparingsmaatregelen. Overigens is in het GC-scenario aangenomen dat de MAP-heffing met ingang van 2000 wordt afgeschaft.

Door middel van het instellen van het Energie Prestatie Keuring (EPK) wordt het mogelijk om eisen te stellen aan de minimum isolatiegraad van bestaande koopwoningen. Bij verkoop/renovatie van de woning moet deze voldoen aan bepaalde energie-eisen. In eerste instantie is een besparing van 20% op het energieverbruik voor ruimteverwarming in de bestaande bouw onderzocht. Dit wordt echter relatief eenvoudig gehaald, o.a. doordat in GC is aangenomen dat jaarlijks 50.000 woningen worden gerenoveerd en worden voorzien van een compleet isolatiepakket. Het stimuleren van de HR-ketel ten opzichte van de standaardketel is dan voldoende om deze doelstelling voor de bestaande bouw te realiseren. Doordat besparingsmaatregelen zoals dubbelglas kosteneffectief kunnen worden toegepast stijgt in GC de gemiddelde isolatiegraad in de bestaande bouw. Tevens worden er relatief onzuinige woningen gesloopt. In GC is de gemiddelde besparing ten opzichte van 1995 7% in 2000, 11% in 2005 en 15% in 2010. Hierbij dient echter wel te

worden opgemerkt dat de autonome verbetering van de isolatiegraad in GC al relatief hoog is en er dus minder besparing resulteert.

In het besparingspakket wordt uitgegaan dat voor de EPK in 2010 ten opzichte van 1995 gemiddeld 5000 gld per gekeurde woning geïnvesteerd wordt (in GC-actualisatie wordt reeds ongeveer f2000,- per woning autonoom geïnvesteerd; er is dus ongeveer f3000,- additioneel). Dit leidt tot een toename van de penetratie van de HR-ketel extra glas-, muur-, vloer- en dakisolatie. De gemiddelde besparing in de bestaande bouw neemt hier toe toe tot 30% in 2010 en ruim 35% in 2020. Daarnaast wordt, zonder feitelijke keuring, bij vervangingsinvesteringen natuurlijk ook al met de EPK rekening gehouden. Voor de periode na 2010 is verondersteld dat de EPK een 'periodieke keuring' wordt, waarvan de normen in de loop van de tijd aan de technische mogelijkheden aangepast worden. In ieder geval zal wel voorkomen moeten worden dat de besparingsmaatregelen na keuring in de loop van de tijd weer uit de woning verdwijnen.

De EPK wordt alleen geldig voor situaties met een eigenaar/bewoner of bij de particuliere verhuur. Voor de sociale woningbouw ligt er al een convenant, dat echter wel minder ver gaat als de EPK. Er is verondersteld dat ook deze woningen naar een met EPK vergelijkbaar niveau getild worden.

Na een periode van stimulering middels fiscale middelen wordt de EPK verplicht gesteld. Ongeveer 15% van de woningen worden om diverse redenen niet onder de EPK gebracht (sloop, aanpassingen te duur etc.). Een vraag is nog wie op het moment van verkoop (als dit het tijdstip van keuring wordt) verantwoordelijk is voor het voldoen aan de EPK. Indien de verkopende partij dit is, moet deze, op het moment dat de woning nog bewoond is, gaan investeren in besparingsmaatregelen waar de volgende bewoner het gemak van heeft. Aan de ene kant kan de eigenaar dit wetende, deze aanpassingen eerder gaan plegen, aan de andere kant zal een verplichte aanpassing bij verkoop de nodige weerstand oproepen en mede omdat de verkoper er geen profijt meer van heeft tot het minimum beperkt blijven. Wordt de koper verplicht om de woning aan te passen, dan liggen de kosten bij dezelfde partij als waar ook de baten terecht komen. Tevens wordt de woning vaak op dat moment toch al verbouwd, en is deze leeg hetgeen de aanpassingen makkelijker maakt. Indien de verkoper reeds aanpassingen gedaan heeft levert dit een hogere verkoopprijs op.

In Tabel 3.2 en Tabel 3.3 is indicatief aangegeven wat het effect is van zowel de EPK als de aanscherping van de EPN op de penetratiegraad van isolatiemaatregelen en de keuze van verwarmingssystemen. De cijfers uit GC-actualisatie en de besparingsnota zijn hier voor 2010 en 2020 naast elkaar gezet. Het gebruik van low-energy glas (en triple glas) en extra isolatie bij nieuwbouwwoningen neemt aanzienlijk toe. Bij de keuze van verwarmingssystemen is er een forse groei bij de HR-ketels. Ook neemt de penetratie van zonneboilers toe.

Tabel 3.2 *Penetratiegraad isolatiemaatregelen huishoudens [%]*

	1990	1995	2010	2010	2020	2020
			[GC-act]	[GC-EBN]	[GC-act]	[GC-EBN]
Dubbelglas woonkamer	65	61	32	10	31	0
Low-E glas woonkamer	1	16	57	85	63	98
Dubbelglas slaapkamer	27	33	51	32	50	11
Low-E glas slaapkamer	0	6	29	62	38	87
Muurisolatie	48	61	84	87	91	93
Dakisolatie	47	54	67	72	72	76
Vloerisolatie	18	29	46	54	57	68
Extra isolatie nieuwbouw	0	0	10	21	18	44

Tabel 3.3 *Penetratie verwarmingssystemen [aantallen × 1000]*

	1990	1995	2010	2010	2020	2020
			[GC-act]	[GC-EBN]	[GC-act]	[GC-EBN]
Aantal woningen	6.058	6.476	7.574	7.574	8.257	8.257
Aantallen verwarmingssystemen						
Warmtepomp	0	0	9	310	75	917
HR ketel	162	774	2.146	4.805	3.021	4.534
VR ketel	613	1.022	1.086	1.032	1.550	1.513
Conventionele Ketel	3.313	2936	2.993	87	2.319	0
Kachel	1.194	926	366	366	201	201
Overig	776	818	974	974	1.092	1.092
Zonneboiler	0	8	61	292	452	750

### 3.1.3 Wit- en bruingoed

In eerste instantie was het uitgangspunt een uniforme besparing van 25% op het specifiek verbruik van wit- en bruingoed. Dit zou gerealiseerd moeten worden door het geven van subsidie. Eerste berekeningen toonden aan dat bij sommige apparaten het halen van een efficiëntie verbetering van 25% relatief duur zou zijn, terwijl bij anderen een hoger percentage tegen geringe subsidiekosten bereikt kan worden. Vanuit kosten oogpunt zou stimulering van energiezuinige koel- en vriesapparatuur kosteneffectiever zijn dan het stimuleren van de relatief dure substitutie opties (zoals hot-fill en gasgestookte apparatuur). Vandaar dat uiteindelijk gekozen is om niet voor elk apparaat de 25% te bereiken, maar om via een differentiatie wel de gewenste besparing te realiseren.

Het specifiek verbruik is niet noodzakelijkerwijs gelijk aan het gemiddelde verbruik van een apparaat omdat er veranderingen kunnen optreden in gebruiksduur en gebruiksfrequentie door veranderingen in leefstijl of ten gevolge van gezinsverdunding. De gebruiksfrequentie van de wasmachine is afhankelijk van de grootte van het huishouden. Tevens neemt de gebruiksfrequentie bij een bepaalde huishoudensgrootte toe in de periode 1995 - 2020. Een besparing van 25% op het specifiek verbruik van wit- en bruingoed is derhalve niet noodzakelijkerwijs gelijk aan een energiebesparing van 25% op het verbruik door deze apparaten.

In Tabel 3.4 is de gemiddelde besparing ten opzichte van de referentietechniek gegeven voor wit- en bruingoed apparaten voor het GC-scenario, het GC-scenario met alleen een verhoogde REB en GC-EBN in de zichtjaren 1995, 2010 en 2020.

Tabel 3.4 *Besparing wit- en bruingoed apparatuur ten opzichte van de referentie techniek*

Scenario	apparaat	1995	2010	2020	Vershil 1995 - 2010
GC	wasmachine	34%	42%	43%	8%
	wasdroger	7%	24%	25%	17%
	vaatwasser	25%	51%	53%	26%
	koelkast	22%	45%	48%	23%
	vriezer	24%	53%	54%	28%
	audio/video	14%	38%	39%	24%
GC-scenario met verhoogde heffing (2,5 maal REB)	wasmachine	34%	43%	44%	9%
	wasdroger	7%	25%	28%	19%
	vaatwasser	25%	52%	54%	27%
	koelkast	22%	49%	51%	26%
	vriezer	24%	55%	57%	31%
	audio/video	14%	38%	39%	24%
GC-EBN	wasmachine	34%	43%	44%	9%
	wasdroger	7%	25%	28%	19%
	vaatwasser	25%	52%	54%	27%
	koelkast	22%	59%	61%	37%
	vriezer	24%	56%	57%	31%
	audio/video	14%	38%	39%	24%

In het GC-scenario wordt de doelstelling van 25% besparing ten opzichte van 1995 niet gehaald door de wasmachine, de wasdroger en audio/video-apparatuur. Het effect van de verhoging van de REB is slechts gering. Een verklaring voor de beperkte toename van de besparing op het verbruik van de wasmachine is het relatief hoge besparingspercentage in het basisjaar. Voor alle apparaten geldt dat de besparing per jaar in de periode 1995 - 2010 veel groter is dan in de periode 2010 - 2020. Om te voldoen aan het criterium '25% zuiniger' is subsidie gezet op de meerinvesteringen van zuiniger koel en vriesapparaat. Het gehanteerde subsidie percentage op de meerinvesteringen<sup>10</sup> is 60% op efficiënte koelapparatuur en 30% op efficiënte vriesapparatuur vanaf 2001. Hoewel het specifiek verbruik van wit- en bruingoed sterk daalt, neemt het totale energieverbruik door deze apparaten (alle huishoudens) niet af als gevolg van de optredende structureffecten zoals stijging in penetratie en gebruiksiteit.

### 3.1.4 Kosten van de maatregelen voor de huishoudsector

In Tabel 3.5 zijn de beparingskosten en CO<sub>2</sub>-reductie weergegeven voor de sector huishoudens voor de jaren 2010 en 2020. Om een consistente aanpak te garanderen, en toerekeningsproblemen te voorkomen is gekozen om hier alleen cijfers uit één model (SAVE-Huishoudens) te presenteren. Allereerst is de totale meerinvestering voor de maatregelen aangegeven. Daarna volgt de totale subsidie over de hele periode. Hierna volgen de energiebesparingen in beide zichtjaren en de CO<sub>2</sub> reductie.

Het traject van GC-actualisatie naar GC-EBN wordt gekenmerkt door een maatregelen die elkaar overlappen en in elkaar grijpen. Het kwantitatieve effect van een beleidsmaatregel hangt af of deze als eerste genomen wordt, of dat reeds andere maatregelen uit het EBN-pakket er aan vooraf gegaan zijn. Bij het aangeven van het effect van een maat-

<sup>10</sup> De hoogte van het subsidiepercentage heeft betrekking op de *meerinvesteringen*, het subsidiepercentage op de totale investeringen is beduidend lager.

gel is dus de gehanteerde volgorde van belang. Hierbij moet wel worden opgemerkt dat de overlap niet altijd zodanig groot is, dat de conclusies door de plaatsing in het traject beïnvloed worden. Een maatregel die erg veel overlapt met de andere drie is de verhoging van de energieheffing. Deze is dan ook op een andere manier in de tabel opgenomen<sup>11</sup>. In appendix A zijn nog detailcijfers over de reductiekosten per ton CO<sub>2</sub> opgenomen.

Tabel 3.5 *Kosten van de maatregelen voor de huishoudsector (incl. BTW)*

	Totale investering [mln gld]	Totale subsidie in mln gld	Besparing gas [PJ/j]	Besparing elektriciteit [PJ/j]	CO <sub>2</sub> reductie [Mton/j]
Huishoudens 2010	1995-2010	1995-2010			
• EPN-huishoudens	6.000	200	17	-1,8	0,8
• EPK-huishoudens	13.000	1.200	61	1,6	3,6
• Elektrische apparaten	700	150	0	7,2	0,7
Totaal EBN	19.700	1.550	78	7,0	5,1
wv heffingen	1.900	150	2	4,4	0,5
GC-act. + REB verhoging	3.100	100	12	4,1	1,1
Huishoudens 2020	1995-2020	1995-2020			
• EPN-huishoudens	15.000	400	43	-4,3	2,0
• EPK-huishoudens	23.700	1.400	65	0,6	3,7
• Elektrische apparaten	1.400	300	0	13,2	1,3
Totaal EBN	40.100	2.100	107	9,5	6,9
wv heffingen	3.500	300	3	8,1	1,0
GC-act. + REB verhoging	5.900	250	18	6,6	1,7

Wordt gekeken naar de EPK dan blijkt dat de investeringskosten tussen 2010 en 2020 verder toe te nemen terwijl de besparing nauwelijks hoger komt. De oorzaak van de toenemende investering ligt in het feit dat na een aantal jaren een 'herkeuring' plaatsvindt, waarbij de woning vergeleken wordt met de dan geldende stand der techniek. Indien geen herkeuring plaats zou vinden neemt het besparingseffect ten opzichte van de autonome trend in het GC-scenario in de loop van de tijd af. Ook blijkt de EPN, wat investering versus CO<sub>2</sub>-reductie betreft, t.o.v. de EPK relatief duur te zijn. Om in 2010 neutraal uit te komen zou de energieprijzen voor eindverbruikers ongeveer twee maal zo hoog moeten zijn. Het besparingseffect van de EPN valt hoger uit dan op het eerste gezicht op grond van de aanscherping verwacht mag worden. Dit wordt niet alleen door de EPL veroorzaakt maar ook doordat in GC veel grotere en vrijstaande woningen gebouwd worden, die meer energie verbruiken dan de referentiewoning, en waar dus ook meer bespaard kan worden. Bij een aanscherping van de EPN en ook bij het doorzetten van een EPK na 2010 zou terdege in de gaten gehouden moeten worden in hoeverre de stand der techniek en ook de kosteneffectiviteit hiervan gevorderd is.

<sup>11</sup> percentage op de totale investeringen is beduidend lager. Voor de tabel is eerst het effect van het totale pakket berekend. Hierna is het totale effect verdeeld over drie subsectoren namelijk: nieuwbouw (EPN), bestaande bouw (EPK) en elektrische apparaten (subsidies). Het effect van de verhoging van de REB is zowel bepaald door deze uit het EBN pakket weg te laten, als door deze aan GC-actualisatie toe te voegen. De overlap tussen de verhoging van de REB en de andere drie is erg groot. Dit wordt duidelijk als gekeken wordt naar het effect als op GC-actualisatie alleen de verhoging van de REB wordt toegepast. Dit levert een besparing van 12 PJ gas op. Als deze verhoging uit het EBN pakket wordt weggelaten daalt de gasbesparing slechts met 2 PJ. Ofwel indien de EPN of de EPK wordt weggelaten wordt een bepaalde besparing gedekt door de verhoging van REB. Indien de verhoging van de REB wordt weggelaten wordt deze besparing gedekt door EPN en EPK. Een effect wat natuurlijk ook van te voren te verwachten was.



### *Heffingen en subsidies*

In Tabel 3.6 zijn een aantal aanvullende gegevens opgenomen. Het betreft hier o.a. de door de sector betaalde heffing in zowel GC-actualisatie als GC-EBN. De toename is niet lineair met de verhoging van de heffing wegens het optreden van besparingen. Niet verwerkt hierin is de vrijstelling die huishoudens kunnen verkrijgen via de aankoop van groene stroom. Daaronder is aangeven welke overheidssubsidies (incl. fiscale vrijstellingen etc.) verondersteld zijn. Dit zijn subsidies op warmtepompen en zonnecollectoren waarvoor verondersteld is dat deze via financiële constructies ten laste van de EIA en/of VAMIL gebracht kunnen worden en de subsidies op energiezuinige wit- en bruingoedaparatuur. Niet zichtbaar zijn de overheidskosten die gemaakt worden als de EPK in de jaren 2001 t/m 2004 financieel ondersteund wordt<sup>12</sup>. Als er in deze periode fiscale vrijstellingen zijn voor EPK-investeringen liggen de kosten, in de vorm van verminderde inkomsten van de overheid, aanzienlijk hoger.

Tabel 3.6 *Betaalde heffingen en subsidies [mln gld/jaar]*

	2010	2020
Betaalde heffing		
GC-actualisatie	1650	2100
GC-EBN	3400	4300
Toename	1750	2200
Betaalde subsidie		
GC-actualisatie	5	25
GC-EBN	80	80
Toename	75	55

### 3.1.5 Discussie en conclusies

Het totale aardgasverbruik neemt als gevolg van het zuiniger worden van nieuwbouwwoningen en de bestaande bouw ten opzichte van GC af met 80 PJ in 2010 en 110 PJ in 2020. Een gedeelte van de daling in het aardgasverbruik wordt tot stand gebracht door de substitutie van gasgestookte ketels door elektrische warmtepompen (EWP). Mede hierdoor daalt het totale elektriciteitsverbruik minder. Een groot aantal nieuwbouwwoningen (EPC = 0,6) zijn uitgevoerd als een 'all-electric' woning die is voorzien van een EWP en een zonneboilercombi. Doordat deze woningen geen aansluiting meer hebben op het aardgasnet neem het aandeel van huishoudens die elektrisch koken verder toe. Het behalen van de EPC-waarde van 0,6 in 2008 is niet eenvoudig en vereist een grote inspanning, mede doordat in de huidige EPN-rekenmethodiek de EWP met een rendement van slechts 100% wordt gewaardeerd. Doordat de EPL wél berekend wordt op basis van het daadwerkelijke rendement van de EWP wordt de EPL-waarde gehaald zonder dat er aanvullende maatregelen ten opzichte van de EPC genomen worden.

<sup>12</sup> Uitgaande van een meerinvestering in de periode 2001-2004 van 5 mld en een 'fiscaal subsidiepercentage' van 15% komt dit uit op 800 mln (200 mln/j). In Tabel 3.5 zijn de cijfers inclusief de 'subsidie' van 800 mln opgegeven. Net als andere kostencijfers bevat dit cijfer ook de nodige onzekerheden. Dit kan nog hoger uitvallen indien rekening gehouden wordt met de 3 mld aan meerinvesteringen die voor deze periode al in het GC-scenario zit (de zogenaamde 'free-riders'); dan komt het uit op 1.200 mln (300 mln/j). Daarnaast is het de vraag of de subsidie alleen gegeven wordt over de meerinvesteringen (extra kosten van een HR-ketel ten opzichte van een gewone CV-ketel) of over de totale investeringen (gehele investering in de CV-ketel). Natuurlijk is het mogelijk om selectiever met de subsidie om te springen, en alleen die onderdelen fiscale kortingen te geven die echt (nog) onrendabel zijn.

Een andere vraag is of de in GC ingezette besparing via renovatie, de autonome trend, overeenkomt met de huidige ontwikkelingen. Het instellen van een regeling zoals de EPK kan er in ieder geval voor zorgen dat het renovatie-effect toch gehaald zal worden. Het gaat hierbij om het zeker stellen dat een bepaalde besparing ook in andere omstandigheden gehaald wordt.

Bij elektrische apparatuur compenseren de inkomsten ten gevolge van de verhoging van de REB de extra uitgaven aan subsidies op energiezuinige apparatuur ruimschoots. De besparingen op de wit- en bruingoed apparatuur zijn absoluut niet voldoende om de sterke groei van het aantal huishoudelijke apparaten te niet te doen. Het totale elektriciteitsverbruik stijgt in het GC-basis scenario van 71 PJ<sub>e</sub> in 1995 tot 117 PJ<sub>e</sub> in 2010 en 170 PJ<sub>e</sub> in 2020. Hierbij is een post 'nieuwe/onbekende apparaten' opgenomen die met een verbruik van 23 PJ<sub>e</sub> in 2010 en 52 PJ<sub>e</sub> in 2020<sup>13</sup>. De besparing op deze nieuwe/onbekende apparaten is gelijk verondersteld aan de gemiddelde besparing op een aantal representatief geachte elektrische apparaten waaronder koel- en vriesapparatuur, audio/video en wasmachines, wasdrogers en vaatwassers, echter exclusief verlichting en warmteproducerende opties.

### *Vergelijking met besparingen in de Derde Energienota*

De besparingen op ondervuring zijn in GC en GC-EBN vergelijkbaar met de scenario's uit de Derde Energienota. Bij elektriciteit komen de nieuwe scenario's echter niet zo ver. Voor een deel is dit het gevolg van substitutie van warmte door elektriciteit (via elektrische warmtepompen). Daarnaast is in Voorspoedig veel Europees beleid richting zuiniger apparatuur verondersteld. In GC-EBN is daar niet van uit gegaan. Wordt naar de groei van het energieverbruik gekeken in Tabel 3.8 dan blijkt duidelijk dat de autonome trend in GC mede door de hoge economische groei tot een aanzienlijk hoger energiegebruik leidt dan in de Derde Energienota is aangenomen. Dit verschil zit voor een belangrijk gedeelte in de veranderende inzichten die het CPB eind 1996 over de ontwikkeling van de elektriciteitsvraag ontwikkeld heeft (veel hogere groei). Ondanks de besparingen blijft hierdoor het verbruikssaldo in 2020 in GC-EBN bijna 100 PJ hoger dan in 'Voorspoedig'.

Tabel 3.7 *Besparingen bij huishoudens 1995-2020 [%/jaar]*

	Trend	Voorspoedig	GC	GC-EBN
Ondervuring	-1,3	-1,8	-1,1	-2,0
Elektriciteit	-1,8	-2,7	-1,2	-1,6

Tabel 3.8 *Decompositie huishoudelijk verbruik in 2020 [PJ]*

	Trend	Voorspoedig	GC	GC-EBN
Primair fossiel verbruik 2020 na volume en structureffect <sup>1</sup>	887	887	1.083	1.083
Besparingen eindverbruik in enge zin <sup>2</sup>	-325	-422	-267	-395
Besparingen op fossiel door inzet elektrische warmtepompen	0		-2	-8
Besparingen door rendementsverbetering en WKK	-99	-76	-78	-64

<sup>13</sup> Dit omdat de elektriciteitsvraag die het CPB berekend niet volledig met in het SAVE-model aanwezige apparatuur kan worden ingevuld.

- <sup>1</sup> Dit is wat het verbruik zou zijn geweest vóór besparingen, zonder WKK, zonder rendementsverbetering van centrales, zonder import van elektriciteit en zonder toepassing van duurzame energie.
- <sup>2</sup> Besparingen zonder de andere twee oorzaken.

Tabel 3.8 geeft, nu in absolute eenheden, een andere opsplitsing van de besparingen. Het grote effect van 'besparingen door rendementsverbeteringen en WKK' in de 'Schetsen' is het gevolg van de veronderstelde sterke groei van stadsverwarming (1 miljoen woningen in 2020). In GC is het veronderstelde aantal woningen ruim de helft. Dat er toch een vergelijkbare besparing uit komt, wordt veroorzaakt door de grotere energievraag. De afname van deze post in GC-EBN ten opzichte van GC komt doordat de energievraag van de sector door de hogere besparingen op het eindverbruik in enge zin daalt, en er daardoor een kleiner energie volume over is voor de besparingen door rendementsverbeteringen en WKK.

## 3.2 Utiliteitssector

### 3.2.1 De energieprestatie van de utiliteit

Tot de utiliteitssector wordt hier de sector overheid en sector diensten gerekend. Het gaat daarmee dus niet alleen om kantoren maar ook bijvoorbeeld om winkels en verzorgingshuizen. Voor berekeningen aan de energievraag van deze sector wordt bij ECN het model SAVE-Utiliteit gebruikt [7].

Bij gebouwen van bedrijven en organisaties kan extra bespaard worden op het energieverbruik ten behoeve van het conditioneren van ontvangstruimten (winkels), werk-ruimten of verzorgingsruimten (bij ziekenhuizen). Hierbij moet gedacht worden aan investeringen in nog betere isolatie, zuiniger installaties, zuiniger verlichting en het gebruik van duurzame bronnen of natuurlijk daglicht. Net als voor de woningbouw is er ook voor de utiliteitsbouw een Energie Prestatie Norm (EPN). De EPN in de utiliteitssector is een norm voor het primair energieverbruik voor de functies ruimteverwarming, ventilatie, verlichting, pompen, ruimteteoeling, bevochtiging en warm tapwater. Ten opzichte van woningen is deze EPN breder. Er valt ook verlichting en ruimteteoeling onder<sup>14</sup>. De zogenaamde stekker-apparatuur valt in beide gevallen niet onder de EPN.

De energieprestatie (EP) waarde wordt bepaald door:

$$EP = \Sigma \text{Energieverbruik primair (functies) in MJ} / (330 \times \text{gebruiksoppervlak in m}^2).$$

Het getal 330 is een getal (in MJ/m<sup>2</sup>) dat is afgestemd op het energieverbruik van woningen. Voor verschillende typen utiliteitsgebouwen (kantoor, winkel, school, of ziekenhuis) gelden verschillende EP-eisen vanwege verschillen in verblijfstijden of hoger energieverbruik voor bepaalde functies (verlichting, koeling).

### 3.2.2 Het doorrekenen van een EPN aanscherping

Het ministerie van Economische Zaken heeft voor de besparingsnota voorgesteld de EPN voor Utiliteitsgebouwen ten opzichte van 1995 aan te scherpen met 15% in 2000,

<sup>14</sup> Bij woningen wordt voor verlichting, afhankelijk van het vloeroppervlak een vaste waarde, opgevoerd; bij utiliteit wordt gerekend met de werkelijk aanwezige verlichting.

30% in 2004 en 45% in 2008. Tevens is een Energie Prestatie Keuring (EPK) voorgesteld waardoor bestaande bouw in 2010 30% zuiniger zou moeten zijn dan in 1995. Ook is een verhoging van de REB aangegeven met een factor 2,5. In GC-actualisatie zit als bestaand beleid een subsidie op maatregelen/installaties die voorkomen in de EIA lijst van 1997 van 15% van de investering (dit is in het geval van HR-ketel ongeveer 45% van de meerinvestering). Ook is in GC vanwege het Bouwbesluit al de verplichting opgenomen om bij nieuwbouw dubbelglas toe te passen.

In het kader van de ECN werkzaamheden voor de besparingsnota is SAVE-Utiliteit aangepast om als modeluitkomst ook de EP-waarden per subsector voor ieder zichtjaar te berekenen. Zowel voor nieuwbouw, als voor bestaande bouw. In het SAVE-model worden in de bestaande bouw dezelfde besparingsmaatregelen toegepast als in de nieuwbouw alleen tegen 50% hogere meerinvesteringen. Het SAVE-model bevat, als energie-vraagmodel (nog) geen WKK-opties. Het was daarom niet mogelijk om WKK integraal mee te nemen bij het bepalen van de kosten voor de sector om aan de besparingsverplichtingen te voldoen. Het SAVE-model werkt met de zichtjaren 2000, 2005 en 2010, en berekent gemiddelden voor de daaraan voorafgaande 5-jaarsperiodes. Voor aanscherping van EP-eisen is daarom steeds de gemiddelde EP in 1991-1995 vergeleken met de EP in 1996-2000, 2001-2005 en 2006-2010.

Tabel 3.9 *Verplichte maatregelen door regulering in EBN-beleid (model simulatie)*

	Bestaand vanaf:	Nieuw vanaf:
Isolatie dak, vloer en muur R=3	2001	2001
Low E-argon dubbel glas	2001	2001
Warmteterugwinning		2006
Geavanceerde isolatie ramen/gebouwschil		2006
HR-ketel	2006	
Warmtepomp		2006
Beperking leidinglengtes en isolatie van leidingen	2001	2001
Reductie warm tapwaterverbruik	2001	2001
Efficiëntere warm tapwaterapparatuur	2006	
Nog efficiëntere warm tapwaterapparatuur		2006
Efficiëntere lampen	2001	2001
Nieuwe verlichtingstechnologie		2006
Efficiëntere koeling	2001	2001
Nog efficiëntere koeling		2006
Variabel lucht volume systeem		2006
Ontwerp ventilatoren en luchtkanalen		2006
Speed control ventilatie		2006

In het SAVE model is voor het GC-EBN eerst een verhoging van de REB ingezet. Door bepaalde maatregelen in het model verplicht te stellen kan hierna het voorgestelde aanscherpingstraject van de EPN worden gesimuleerd. Een overzicht van deze maatregelen bij nieuwbouw en bij vervanging/renovatie in de bestaande bouw staat in Tabel 3.9. Het model werkt dus via het verplicht stellen van bepaalde maatregelen (waarbij op kosteneffectiviteit gelet wordt) en het controleren van de uitkomsten op de door het ministerie gewenste EP. Aangenomen is dat in de periode 1995-2000 geen nieuw beleid kan worden ingezet en dus pas vanaf de periode 2001-2005 regulering van kracht kan zijn.

In 2001 zijn besparingsmaatregelen zowel in de bestaande bouw (bij vervanging c.q. renovatie) als in de nieuwbouw verplicht gesteld, die een eerste stap in besparing beteke-

nen, met technieken die reeds nu beschikbaar zijn, maar wel voor alle functies die in de EPN meetellen. De voorgestelde aanscherping van de EP-eisen voor de bestaande bouw worden daarmee gehaald. Om aanscherping van de EP in de nieuwbouw te bereiken moet in 2006 een stap verder worden gedaan in het toepassen van energiebesparingsmaatregelen. Het blijkt dus moeilijker de EPN-aanscherping in de nieuwbouw te halen dan de energieprestatie van de bestaande bouw te verbeteren met een EPK. Dat is logisch, want de doelstelling van -30% in de bestaande bouw geldt ten opzichte van de bestaande bouw in 1995 met een 'slechte' energieprestatie. Terwijl de doelstelling voor nieuwbouw geldt ten opzichte van de al redelijk (energie) efficiënte nieuwbouw uit 1995. De aanscherping van de EP in nieuwbouw en bestaande bouw die in de scenario's ten opzichte van 1995 worden behaald is weergegeven in Tabel 3.10.

Tabel 3.10 *Ontwikkeling energieprestatie Utiliteitsgebouwen*

EP t.o.v. 1995	GC-actualisatie	GC-EBN
nieuw 2000	-13%	-14%
nieuw 2005	-19%	-28%
nieuw 2010	-21%	-38%
bestaand 2010	-14%	-32%

In Tabel 3.11 is als voorbeeld een overzicht gegeven van de diverse maatregelen zoals ze in de zakelijke dienstverlening zijn ingezet. Hierbij is zowel de penetratie in GC-actualisatie als in GC-EBN aangegeven. Uit dit overzicht blijkt o.a. dat de aanscherpingen leiden tot een verdubbeling van de penetratie van isolatiemaatregelen, dat er extra aandacht komt voor efficiënte warm tapwaterapparatuur en dat meer efficiënte verlichting gebruikt wordt.

Tabel 3.11 *Overzicht penetratie bij zakelijke dienstverlening (GC-scenario)*

Maatregel	1995	2010	2010	2020	2020
		act	EBN	act	EBN
dakisolatie	30%	38%	71%	44%	89%
spouwmuurisolatie	30%	44%	18%	51%	8%
zware muurisolatie	25%	18%	64%	17%	86%
vloerisolatie	30%	26%	67%	27%	87%
geavanceerde. isolatie gebouwschil (na 2000)	0%	8%	29%	14%	65%
dubbel glas	30%	47%	11%	45%	0%
low E-argon dubbel glas +geavanceerde ramen	0%	27%	65%	41%	100%
energiemanagement	10%	26%	26%	33%	28%
reductie ventilatiegraad	10%	66%	66%	77%	77%
speed control ventilatie	10%	31%	52%	28%	74%
ontwerp ventilatoren en luchtkanalen	10%	66%	66%	77%	77%
variabel lucht volume systeem	10%	59%	60%	57%	54%
warmteterugwinning	10%	20%	44%	23%	72%
kortere leidinglengtes & isolatie van leidingen	10%	59%	85%	62%	100%
speed control pompen	10%	26%	29%	27%	29%
efficiëntere warm tapwaterapparatuur	0%	46%	55%	72%	100%
efficiëntere koeling	10%	63%	58%	68%	56%
koude opslag (na 2000)	0%	12%	14%	17%	22%
nieuwe koeltechnologie (na 2000)	0%	12%	15%	15%	22%
good housekeeping verlichting	10%	66%	49%	77%	26%
CFL lampen	10%	25%	65%	25%	64%
TL lampen met reflectie	10%	31%	70%	28%	84%
verlichtingscontrole	10%	22%	19%	19%	13%
high frequency power supply	0%	16%	5%	19%	3%
nieuwe verlichtingstechnologie ( na 2000)	0%	18%	26%	31%	69%
efficiëntere computers	10%	70%	77%	68%	76%
efficiëntere overige apparatuur werknemers	10%	96%	96%	100%	100%
efficiëntere gebouwapparatuur	10%	82%	82%	100%	100%

Het effect van het beleidspakket is voor de utiliteit aangegeven in Tabel 3.12. Hierbij is, om de besparingen duidelijker te laten zien, terug gerekend naar een situatie zonder warmtepompen. Het overzicht laat duidelijk zien dat de besparing vooral op de warmtevraag plaatsvindt. De besparing op de elektriciteitsvraag, middels EPN en EPK, is met 3 tot 4% relatief beperkt. De helft hiervan wordt zelfs door de verhoging van de REB veroorzaakt (zie Tabel 3.14). Mogelijk dat andere instrumenten meer elektriciteitsbesparing kunnen bewerkstelligen; waarbij echter wel opgemerkt moet worden dat er niet veel bekend is (in o.a. de Icarus database) over opties om bij bijvoorbeeld 'stekker-apparatuur' in deze sector elektriciteit te besparen. Indien het effect van warmtepompen wel meegenomen wordt, zoals in appendix A en in Tabel 3.14 het geval is, lijkt er meer bespaard te worden op warmte en minder op elektriciteit.

Tabel 3.12 *Effect beleidspakket in utiliteit in PJ (excl. Warmtepompen)*

Utiliteit	2010	2010	2020	2020
	warmte	elektriciteit	warmte	elektriciteit
Energievraag GC-actualisatie	246	106	307	144
Daling energievraag in EBN	52	4	119	4
verschil in %	21%	4%	39%	3%

In Tabel 3.13 is aangegeven wat de meerkosten zijn. Hierbij zijn ook de kosten voor energiebesparing in GC-actualisatie aangegeven. De investeringen in energiebesparing lopen op van 1 mld/jaar in GC-actualisatie naar ruim 3 mld/jaar in GC-EBN. Hoewel de investeringen slechts voor een klein deel door subsidies gecompenseerd worden, gaat het toch om een aanzienlijk beslag van het beschikbare fiscale budget.

Tabel 3.13 *Investeringskosten en subsidiebeslag in utiliteit [mln gld/jaar]*

	2000	2005	2010	2015	2020
GC-actualisatie: meerinvesteringen	490	920	1.090	1.090	1.170
Terug via EIA (subsidiebeslag)	50	70	65	75	80
GC-EBN: meerinvesteringen	570	1.950	3.330	3.210	3.460
Terug via EIA (subsidiebeslag)	60	240	210	200	200
Effect EBN-pakket: meerinvesteringen	+80	+1.030	+2.240	+2.120	+2.290
Terug via EIA (subsidiebeslag)	+10	+170	+145	+125	+120

### 3.2.3 Kosten van de maatregelen voor de utiliteitssector

In Tabel 3.14 zijn de kosten weergegeven voor de sector utiliteit. Het betreft zowel cijfers voor 2010 als voor 2020. Om een consistente aanpak te garanderen is gekozen om alleen cijfers uit één model (SAVE-Utiliteit) te gebruiken. Allereerst is de totale meerinvestering voor de maatregelen aangegeven. Daarna volgt de totale subsidie over de hele periode. Hierna volgen de energiebesparingen in beide zichtjaren en de CO<sub>2</sub> reductie.

Tabel 3.14 *Kosten van de maatregelen voor de utiliteit*

	Totale investering [mln gld]	Totale subsidie [mln gld]	Besparing gas [PJ]	Besparing elektriciteit [PJ]	CO <sub>2</sub> reductie [Mton]
Utiliteit 2010	1995-2010	1995-2010			
• EPN-utiliteit	11.100	900	36	-0,2	2,0
• EPK-utiliteit	5.600	700	23	2,6	1,5
Totaal EBN	16.700	1.550	58	2,4	3,5
wv heffingen	400	100	1	1,9	0,3
GC-act. + REB verhoging	900	150	10	0,5	0,6
Variant EBN (minder EPN)	12.200	1.550	48	1,8	2,9
Utiliteit 2020	1995-2020	1995-2020			
• EPN-utiliteit	27.200	1.550	93	-1,2	5,1
• EPK-utiliteit	11.600	1.250	47	0,0	2,6
Totaal EBN	38.800	2.800	139	-1,1	7,7
wv heffingen	200	50	-5	4,1	0,1
GC-act. + REB verhoging	1.400	200	14	0,7	0,8
Variant EBN (minder EPN)	24.800	2.750	109	-2,6	5,8

Het traject van GC-actualisatie naar GC-EBN wordt gekenmerkt door een maatregelen die elkaar overlappen en in elkaar grijpen. Het kwantitatieve effect van een beleidsmaatregel hangt af of deze als eerste genomen wordt, of dat reeds andere maatregelen uit het EBN-pakket er aan vooraf gegaan zijn. Bij het aangeven van het effect van een maatregel is dus de gehanteerde plaatsing van belang. Hierbij moet wel worden opgemerkt dat

de overlap niet altijd zodanig groot is, dat de conclusies door de plaatsing in het traject beïnvloed worden.

Allereerst is het effect van het totale EBN pakket berekend. Gezien het beperkte effect van de energieheffing bij regulering is hierna zo goed mogelijk geprobeerd het EBN-effect over de EPN en de EPK te verdelen. Het beeld van de EPN en EPK is hierdoor iets gunstiger (maximaal 10%), omdat de energieheffing hier nog wat effect veroorzaakt. Hierna is een berekening uitgevoerd waarbij de verhoging van de energieheffing is weggelaten. Dit leverde een beperkte besparing op bij vooral elektriciteit. Om te kijken of de energieheffing zonder EPK en EPN veel effect heeft is een berekening uitgevoerd waarbij GC-actualisatie voorzien is van een verhoogde energieheffing. Dit leverde in 2010 een besparing van 10 PJ bij warmte en 0,5 PJ bij elektriciteit op.

Uit de berekeningen blijkt dat zowel EPK als EBN redelijk hoge maatschappelijke kosten met zich mee brengen. Er is daarom nog een extra berekening uitgevoerd waarbij de aanscherping van de EPN na 2005 achterwege is gelaten (variant EBN met minder EPN in Tabel 3.14). Zoals te verwachten was, wordt hierdoor de balans tussen investeringen en energiebesparing wat gunstiger. Dit blijkt o.a. uit appendix A waar cijfers over kosten-effectiviteit zijn vermeld.

Zoals al gemeld zijn de eisen voor bestaande bouw minder 'hard' dan voor nieuwbouw. Uit oogpunt van invoeringsproblematiek zit hier echter wel een zekere logica in. Nieuwe installaties laten zich namelijk makkelijker/goedkoper aanpassen dan bestaande; ook is de weerstand tegen strengere eisen wat minder groot (mits ook de bestaande bouw wat doet).

In Tabel 3.15 zijn een aantal aanvullende gegevens opgenomen. Het betreft hier o.a. de door de sector betaalde heffing in zowel GC-actualisatie als GC-EBN. De toename is niet lineair met de verhoging van de heffing wegens het optreden van besparingen.

Tabel 3.15 *Betaalde heffingen en subsidies*

mIn gld/j	2010	2020
Betaalde heffing		
GC-actualisatie	1.500	2.400
GC-EBN	3.300	4.900
Toename	1.800	2.500
Betaalde subsidie		
GC-actualisatie	65	80
GC-EBN	210	200
Toename	145	120

### *Vergelijking met besparingen in de Derde Energienota*

In Tabel 3.16 is aangegeven wat het effect van het EBN pakket is op de energieontwikkeling van de sector. Het blijkt dat er vooral verschillen bestaan bij besparing door ondervuring. In GC ligt het besparingstempo hier lager dan in de 'Schetsen', in GC-EBN veel hoger.

Tabel 3.16 *Besparingen in de utiliteitssector 1995-2020 [%/jaar]*

	Trend	Voorspoedig	GC	GC-EBN
Ondervuring	-1,0	-1,3	-0,7	-2,8
Elektriciteit	-0,8	-0,8	-0,7	-1,0



In Tabel 3.17 is de ontwikkeling over verschillende oorzaken verdeeld. Het totale verbruik na volume en structuur effecten blijkt substantieel hoger te zijn dan in de 'Schetsen'. In GC-EBN blijkt dat de hogere besparing het effect van een grotere volumegroei niet teniet kan doen. Er resulteert een verbruik van 517 PJ versus 446 PJ in Voorspoedig.

Tabel 3.17 *Decompositie verbruik utiliteitssector in 2020 [PJ]*

	Trend	Voorspoedig	GC	GC-EBN
Primair fossiel verbruik 2020 na volume en structureffect <sup>1</sup>	725	697	905	905
Besparingen eindverbruik in enge zin	-170	-184	-146	-308
Besparingen op fossiel door inzet elektrische warmtepompen	0		-2	-22
Besparingen door rend. verb. en WKK	-62	-67	-78	-58

<sup>1</sup> Dit is wat het verbruik zou zijn geweest vóór besparingen, zonder WKK, zonder rendementsverbetering van centrales, zonder import van elektriciteit en zonder toepassing van duurzame energie.

## 4. INDUSTRIE EN LANDBOUW

In dit hoofdstuk wordt allereerst aangegeven aan de hand van het GC scenario hoe de modellen van het ECN en het CPB op elkaar aansluiten. Hierna volgt in 4.2 een overzicht van het EBN pakket voor de productiebedrijven. Per onderdeel van het pakket volgt dan een beschouwing over de te verwachten effecten, en in hoeverre deze effecten al in het GC-basisscenario aanwezig zijn. Ook het zogenaamde IMES-pakket wordt in 4.3.8 in deze beschouwing betrokken. Na een aantal varianten in 4.4 volgen dan de kostencijfers en de energiebesparing gevolgd door een energetische vergelijking met de scenario's uit de 'Schetsen' in 4.5.1.

### 4.1 Basisvariant GC

Een inventarisatie van de verschillen tussen de basisscenario's is een noodzakelijke eerste stap om de verschillende beleidsnota's te kunnen vergelijken. In Tabel 4.1 is een overzicht van de verschillende effecten gemaakt. De eerste drie kolommen betreffen de basisscenario's. De eerste kolom het (gemiddelde van) Voorspoedig uit de 'schetsen'. De tweede kolom het GC-scenario; volgens het CPB, de derde kolom hetzelfde scenario maar nu vertaald naar SAVE-Productiebedrijven. In de vierde kolom staat het scenario GC-EBN; het bijbehorende maatregelenpakket wordt in paragraaf 4.2 besproken. De volgende toelichting kan daarbij gegeven worden:

#### *Verschillen tussen Voorspoedig en de GC-berekening van ECN*

Voor de industrie zijn de verschillen in structureffecten tussen Voorspoedig en GC onder andere gelegen in de enigszins sterkere dematerialisatie in GC. Daartegenover staan een hogere groei en minder gunstige optellende structureffecten. Nieuwe elektriciteits-toepassingen zijn in de industrie in Voorspoedig niet expliciet gemodelleerd, hetgeen wordt gecompenseerd door een lagere besparing. De oorzaak van verschil is deels ook gelegen in het andere basisjaar (1990 i.p.v. 1995). Per saldo is het effect op het totaal verbruik in GC circa 0,5% per jaar ongunstiger dan in Voorspoedig. De hoger ingezette economische groei voor landbouw in Voorspoedig betreft niet de glastuinbouw maar de overige landbouwsectoren. Het saldo van volume en optellende structureffecten is redelijk in overeenstemming. De besparing is in GC hoger door de hogere (en stijgende) marginale energietarieven die in de glastuinbouw aanzienlijke gedragseffecten veroorzaken. Dit is tevens de reden dat assimilatiebelasting als belangrijke nieuwe elektriciteitstoepassing in GC minder sterk groeit dan in Voorspoedig.

#### *Verschillen tussen de GC-berekening van ECN en CPB*

De volumegroei (productiewaarde) van de industriële sectoren zoals opgegeven door CPB is opgenomen in SAVE, CPB aggregiert dit op een iets afwijkende wijze dan het ECN voor de totale industrie tot 4,1% per jaar. In GC is het structureffect brandstof (energetisch en non-energetisch) bij het CPB iets hoger door deze afwijkende aggregatie. Dematerialisatie is momenteel in de ECN-berekening vrijwel in overeenstemming gebracht met de CPB-uitgangspunten dienaangaande. Het totale structureffect elektriciteit wijkt af van het CPB-cijfer omdat hier door ECN ook dematerialisatie op toegepast is, aangezien het elektriciteitsverbruik in SAVE ook samenhangt met de fysieke productie. Ook het effect van het wegvallen van de primaire aluminiumindustrie zit hier in. Per saldo zijn er in het

basisscenario weinig verschillen meer tussen het GC-scenario van het CPB en de simulatie hiervan door ECN met SAVE-productie-bedrijven. De modellering van intensievere teelt (meer opbrengst en meer energie-inzet per ha kas) in de glastuinbouw wijkt in het CPB-model af van SAVE. Een hogere opbrengst per ha kas komt bij het CPB in de post besparing. Ook andere specifieke glastuinbouwontwikkelingen zijn minder expliciet in het CPB-model opgenomen.

Tabel 4.1 *Vergelijking basisscenario's finaal energieverbruik industrie, mutaties*

Samenvattende resultaten [%/jaar]	1990-2020	1995-2020	1995-2020	1995-2020
	Voorspoedig DEN	GC-CPB basis	GC-ECN basis	GC-ECN-EBN
<i>Industrie</i>				
volume productie	3,3%	4,1%	3,6%	3,6%
structuur warmte energ.	-0,8%	-1,1%	-0,6%	-0,6%
(add. Dematerialisatie)	-0,7%	-1,0%	-0,9%	-1,1%
structuur elektr.	-0,6%	-1,0%	-0,4%	-0,4%
(add. Dematerialisatie)	-0,5%		-0,9%	-0,9%
(add. effect non-ferro)		-0,3%		
structuur non-energ.	-1,4%	-1,1%	-0,5%	-0,5%
(add. Dematerialisatie)	-1,1%	-1,0%	-1,0%	-1,1%
structuur brandstof totaal	-1,9%	-2,0%	-1,5%	-1,6%
nieuwe toepass. elektr.		0,9%	1,0%	0,9%
structuur elektriciteit totaal	-1,1%	-0,5%	-0,4%	-0,4%
besparing warmte	-0,6%		-1,0%	-1,3%
besparing elektr.	-0,5%	-1,1%	-0,9%	-0,9%
besparing non-energ.	0,0%		0,0%	0,0%
besparing brandstof	-0,3%	-0,7%	-0,6%	-0,7%
totaal warmte	1,2%		1,1%	0,5%
totaal elektr.	1,6%	2,6%	2,3%	2,2%
totaal non-energ.	0,6%		2,0%	2,0%
totaal brandstof	0,9%	1,4%	1,5%	1,2%
WKK dec., besp. Primair	pm	pm	pm	pm
<i>Landbouw</i>				
volume productie	2,4%	1,6%	1,7%	1,7%
structuur warmte	0,6%	1,3%	1,4%	1,4%
(add. Intensiteitsfactor autonoom)	-1,3%		-1,7%	-1,7%
(add. Dematerialisatie)		-0,3%		
structuur elektr.	0,0%	0,0%	0,3%	0,3%
(add. Intensiteitsfactor)	-0,6%		-1,9%	-1,9%
nieuwe toepass. elektr.	2,2%	1,5%	1,8%	1,8%
besparing warmte	-0,6%	-1,6%	-1,1%	-1,5%
besparing elektr.	-0,2%	-1,9%	-0,6%	-0,6%
totaal warmte	1,1%	1,0%	0,1%	-0,2%
totaal elektr.	3,8%	1,2%	1,4%	1,3%
WKK dec., besp. Primair	pm	pm	pm	pm

## 4.2 EBN-pakket

In de laatste kolom van Tabel 4.1 zijn de resultaten weergegeven van het pakket maatregelen uit de Energiebesparingsnota, het EBN-pakket.

### *Effecten van het EBN-pakket bij ECN-GC voor de industrie*

De ingezette extra maatregelen leiden totaal tot een extra besparing op fossiele brandstof van 0,3% jaarlijks. Op het elektriciteitsverbruik heeft het pakket per saldo geen effect. De belangrijkste extra maatregelen zijn:

- De verhoging van de Energie-investeringsaftrek.
- De opname van materiaalefficiency in MJA's.
- Het financieel stimuleren van projecten m.b.t. de ontwikkeling van doorbraaktechnologie.
- Regulering van gebouwmaatregelen in de industrie.

Belangrijke fysieke effecten tengevolge van het genoemde beleid zijn o.a.:

- Extra warmteterugwinning in de bouwmaterialenindustrie.
- Extra besparing op ruimteverwarming in de verwerkende industrie.
- Extra warmtebesparende maatregelen in de voedingsmiddelenindustrie.
- Enkele industriële restwarmtebenuttingsprojecten.
- Meer specialisatie en materiaaloptimalisatie in de bouwmaterialen en basismetaalindustrie.
- Uitbreiding plantaardig grondstofgebruik in de chemie en kunststoffenindustrie

### *Effecten van het EBN-pakket bij ECN-GC voor de landbouw*

Door het EBN-pakket wordt per saldo 0,6% per jaar bespaard op warmte en 0,1% op elektriciteit. De belangrijkste maatregelen voor de glastuinbouw zijn:

- De verhoging van de Energie-investeringsaftrek.
- Financiële ondersteuning van de ontwikkeling van energiezuiniger teeltwijzen.

Belangrijke fysieke effecten tengevolge van het genoemde beleid zijn o.a.:

- Meer etmaalopslag van warmte in de glastuinbouw
- Efficiëntere warmwatervoorziening in de veeteelt

In appendix C is een prognose van Novem opgenomen voor het industrieel verbruik in 2010 en een vergelijking met de EBN-resultaten voor dat jaar. In de volgende paragrafen wordt nader ingegaan op de beleidsmaatregelen.

## 4.3 Maatregelen industrie en landbouw

### 4.3.1 Algemene maatregelen

In deze categorie beleid vallen maatregelen die ook in andere sectoren worden toegepast.

- Verhoging van de REB heffing met ongeveer een factor 1,5 in de A-schijf voor gas en in het hoogste tarief van elektriciteit<sup>15</sup>. Deze verhoging wordt geacht alleen effect te hebben in de sectoren overige land- en tuinbouw, overige industrie en bouw, en voor elektriciteit tevens in de glastuinbouw en overige metaal. Het effect in 2010 bedraagt 2 PJ primair voor de landbouw en ook 2 PJ voor de industrie.
- Verhoging van de Energie-investeringsaftrek. In het basisscenario wordt uitgegaan van handhaving van de huidige EIA met een effectieve steunfactor van 14% op het investeringsbedrag. Voor het basisscenario wordt verondersteld dat in principe alle energiebesparende (meer)investeringen in aanmerking komen. Voor het EBN-pakket is uitgegaan van een forse fiscale impuls, namelijk een verdubbeling van de marginale steunfactor tot 28%. Het additionele effect van deze maatregel bedraagt 11,5 PJ primair in 2010. Het steunbedrag in het basisscenario is berekend op 70 mln per jaar. Het extra beslag door de fiscale impuls bedraagt 80 mln. Uit de berekening blijkt dat een belangrijk deel van de investeringen uit het basisscenario ook van deze fiscale impuls profiteert (free-riding).

### 4.3.2 MJA's algemeen

#### *Veronderstellingen basisvariant*

In de basisvariant wordt uitgegaan van voortzetting van de Meerjarenaafspraken met de industrie na 2000. Op basis van het evaluatie-onderzoek dat recent beschikbaar is gekomen is slechts een globale inschatting van het effect van dit beleid te geven. Voor wat betreft voortzetting na 2000 worden slechts aanbevelingen gedaan maar geen prognoses gemaakt. Binnen de industrie wordt een zekere uitputting van de normale besparingsmogelijkheden gesignaleerd, die bij gelijke rendementseisen zal kunnen leiden tot een bescheidener doelstelling betreffende efficiencyverbetering. In dat verband wordt wel de behoefte aan 'doorbraaktechnologie' geuit, die nieuwe besparingsmogelijkheden kan ontsluiten. Dit onderwerp wordt apart behandeld bij de paragraaf doorbraaktechnologie. In het basisscenario blijven de volgende elementen uit de lopende MJA's ook na 2000 gehandhaafd:

- *Realistische doelstelling.* Doelstellingen voor de lopende MJA's zijn mede gemaakt op basis van bedrijfsonderzoek binnen de sector, waarbij besparingsmogelijkheden zijn geïnventariseerd. Een aantal sectoren met internationale oriëntatie gaat specifiek letten op vergelijking van de energie-efficiency met buitenlandse concurrenten. Deze benchmarking leidt niet tot wezenlijke verschillen met de huidige praktijk, aangezien: (1) De betreffende sectoren zich ook nu permanent internationaal oriënteren op energie-efficiënte procesvernieuwingen (2). De nationale sectoren zullen naar verwachting als relatief efficiënt uit een internationale vergelijking naar voren komen, zodat hieruit weinig extra en mogelijk zelfs minder inspanningen uit zullen voortvloeien.

<sup>15</sup> In de loop van het project is er enige onduidelijkheid geweest over de exact door te rekenen verhoging van de REB. Ondermeer was er sprake van een factor 1,5 voor gas en een factor 1,2 voor elektriciteit. Uiteindelijk is voor beide een factor 1,4 gehanteerd.

- *Hoge beschikbaarheid van technologie.* Kosteneffectieve en uitontwikkelde besparingstechnologie wordt vrij breed geïmplementeerd, voorlichting en proefprojecten zorgen voor bekendheid, relevante bedrijfsonderzoeken worden gesubsidieerd. Via het in stand houden van de betreffende Novem-activiteiten op het huidige niveau kan in de toekomst steeds nieuwe technologie toegevoegd en geïmplementeerd worden.
- *Overheidsdruk leidt tot besparingsactiviteit.* Door MJA's en/of energieparagrafen in de milieuvergunning worden bedrijven verplicht energiebesparende activiteiten te ondernemen. De druk om deze activiteiten te ondernemen blijft gehandhaafd. Sancties voor bedrijven die niet deelnemen of achterblijvende resultaten boeken worden steeds belangrijker naarmate de MJA-periode vordert. Dit wordt beschouwd als een logisch uitvloeisel van het huidige beleid.
- *Ruimte voor bedrijfseconomische afweging.* Binnen het kader van de milieuwetgeving/voorgezette MJA blijft de vrijheid bestaan om onrendabele besparingsprojecten niet uit te voeren, en met belangrijke investeringen te wachten tot vervangingsinvesteringen plaatsvinden. Het is slechts beperkt mogelijk via MJA's bedrijven te dwingen te investeren in besparingsprojecten die zij niet rendabel achten. In de berekening van het basisscenario wordt reeds uitgegaan van een rendementseis van gemiddeld 15% voor de meeste energiebesparende toepassingen. Zie hiervoor ook bij de gevoeligheidsanalyse (4.4.5).

### *Veronderstellingen EBN-pakket*

Gezien bovenstaande overwegingen leiden benchmarking, effectuering van vergunningen en het verplicht stellen van het 15% rendementscriterium niet tot extra besparing in het EBN-pakket. Er zijn nog wel mogelijkheden de reikwijdte van MJA's uit te breiden op de volgende manieren:

- Door het betrekken van bepaalde vormen van non-energetisch energiegebruik, met name het gebruik waar op bespaard kan worden, zoals elektriciteitsverbruik en aardgasverbruik voor ammoniakproductie. Dit verbruik heeft reeds de aandacht van de betrokken bedrijven, maar dat komt niet tot uitdrukking in de MJA-resultaten.
- Door het betrekken van indirect energieverbruik via het grondstofverbruik van verwerkende bedrijfstakken. Voorbeelden zijn staal- en aluminiumverbruik in de metaalverwerkende industrie; plastics in de kunststofverwerkende industrie; kunstmest in de landbouw.
- Door het generaliseren van de energie-efficiency van bedrijven, zodat energieverbruik beter gerelateerd wordt aan functionele of economische waarde. Daardoor zal de aandacht van de bedrijven minder gefixeerd worden op een specifieke procesroute.
- Het stimuleren van ontwikkeling van ingrijpende technologische verbeteringen (doorbraaktechnologie). Zie de betreffende paragraaf.
- Het stimuleren van Industriële samenwerkingsprojecten, met name op het gebied van restwarmtelevering. Zie de betreffende paragraaf.
- Het verbeteren van externe logistiek, zodat transport efficiënter plaatsvindt. Dit leidt niet tot effecten op het industrieel verbruik.

De eerstgenoemde drie punten kunnen beschouwd worden als beperkingen of zelf als systeemfouten van de huidige monitoring, indien men nationale energiebesparing nastreeft. Het effect van opname van het eerste en derde punt in MJA's na 2000 kan moeilijk separaat bepaald worden. Er is flankerend beleid nodig met betrekking tot recycling en het stimuleren van alternatieve procesroutes of grondstoffen. Dit wordt ten dele ingezet bij het onderwerp doorbraaktechnologie. Het tweede aspect, materiaal-efficiency in verwerkende sectoren is ten dele inpasbaar in de huidige MJA-systematiek. Voor opties betreffende besparing op energie-intensieve materialen is een schatting gemaakt, die

nader onderbouwd is in appendix E betreffende materiaal-efficiency. De additionele besparing in 2010 is geschat 18 PJ en in 2020 op 35 PJ primair. Deze besparing is ca 90 PJ in 2020 indien ook buitenlandse materialenproductie wordt meegeteld. Indien voorts ook in het buitenland materiaal-efficiencybeleid van de grond zou komen kan het effect op het Nederlands energieverbruik een veelvoud bedragen. De beoogde verbetering van materiaalefficiency is kostenneutraal, de uitgespaarde materiaalkosten dienen extra kosten voor ontwerp en procesbeheersing te dekken.

### 4.3.3 Glastuinbouw

#### *Veronderstellingen basisvariant*

De lopende MJA in de glastuinbouw heeft een specifiek karakter, vanwege de volgende kenmerken:

- Er is geen duidelijke comitting van individuele bedrijven aan de convenant.
- De sector heeft een sterke organisatiegraad en specifieke stimuleringsinstrumenten.
- Het basisjaar van de MJA is 1980, sterke prijseffecten speelden nog een rol, de doelstelling is evenwel zeer hoog: in 2000 50% besparing; in het kader van het nieuwe convenant 65% besparing.
- Productiviteitsgroei (opbrengstvergroting per ha kas) is een zeer belangrijke component in de besparing geweest, in tegenstelling tot de meer technische optiek van het energieverbruik per hectare.
- De toerekening van warmte van derden is relatief gunstig, investeringen in gasmotoren door nutsbedrijven worden vertaald in besparingen door tuinders tot ca 70%.

Door het Landbouw Economisch instituut is samen met ECN een quick scan uitgevoerd naar de CO<sub>2</sub>-emissie in de landbouw, en specifiek de glastuinbouw in 2010 (LEI-DLO december 1997). Deze verkenning was grotendeels gebaseerd op het doortrekken van bestaande trends. Uit de analyse blijkt de zware betekenis van warmtelevering van derden. Tevens is de productiviteitsgroei per hectare belangrijk voor het halen van de doelstelling betreffende besparing. Het *finale* energieverbruik per oppervlakte-eenheid wordt verondersteld licht te stijgen, mede ten behoeve van de steeds intensievere teelt en de beperkte besparingsmogelijkheden op finaal verbruik. De in het kader van de convenant voorziene daling van het *primaire* verbruik per hectare van 1,5-2% per jaar moet daarom volledig komen uit warmtelevering door derden. Omgerekend houdt dit voor 2010 in, dat meer dan 70 PJ finaal warmteverbruik (inclusief CO<sub>2</sub> bemesting) wordt geleverd door derden (46% van het finaal thermisch verbruik, een verzevenvoudiging t.o.v. 1995). Mede gezien de beperkte dekkingsgraad voor warmte van derden (70%) binnen afzonderlijke tuinbouwbedrijven en rekening houdend met een toenemend aantal zelfopwekkers, lijkt dit aandeel onrealistisch hoog. In 2010 zou dan op circa 65% van het areaal warmtelevering van derden moeten plaatsvinden. Dit vereist een grootscheepse herstructurering van meer dan 50% van het areaal, waarbij warmtelevering verplicht gesteld wordt. Het in de ECN-berekening gehanteerde aandeel restwarmte/WKK bedraagt 16% in 2010, dit betreft warmte van derden en zelfopwekkers tezamen. Dit houdt in dat de doelstelling in de convenant in het basis scenario niet gehaald wordt. De gelden voor herstructurering via RSG (Regeling Structuurverbetering Glastuinbouw) en het OEI-project worden ingezet om de in het basisscenario berekende groei te bereiken. Het betreft hier een bedrijfseconomisch noodzakelijke inhaalslag.

Uit genoemde quick scan zijn een aantal verschillen gebleken tussen de trendmatige inschattingen van LEI-DLO en de basisscenario's van ECN. Dit betreft onder meer:

- De fysieke productie per ha kas en de daarmee samenhangende energie-intensiteitsontwikkeling per ha, die beide door ECN hoger worden ingeschat.
- De ontwikkeling van het areaal assimilatiebelichting. Deze wordt relatief hoog ingeschat door ECN. Dit leidt tot een verdubbeling tot verdrievoudiging van het finaal elektriciteitsverbruik, waarbij beperkt warmte wordt teruggewonnen. Deze ontwikkeling wordt ingegeven door de toenemende intensivering, gekoppeld aan de verschuiving van groenten naar sierteelt. De energievoorziening in deze bedrijven vindt plaats met eigen WKK-installaties (zelfopwekkers).
- De invloed van energieprijzen op toepassing van energiezuiniger teeltmethoden. Door ECN wordt een relatief hoge gevoeligheid gehanteerd.

Deze verschillen leiden mogelijk tot de conclusie dat de prognoses van het LEI betreffende de productie per ha niet passen in het vernieuwende kader van het GC en EC-scenario. Ook het SAVE-model zal mogelijk aangepast moeten worden. Echter, ook bij een veel gematigder intensivering van de glastuinbouw zal de doelstelling van 1,5 tot 2% besparing per oppervlakte-eenheid via warmte van derden moeilijk gehaald kunnen worden. In het basisscenario wordt ook geen extra inspanning bij het finaal verbruik voorzien om hieraan tegemoet te komen.

#### *Veronderstellingen EBN-pakket*

Ten aanzien van de landbouw is in het EBN-pakket een extra R&D-inspanning voorzien van 5 mln per jaar. Deze inspanning is gericht op het ontwikkelen en implementeren van energiezuiniger teeltmethoden in de glastuinbouw. Het effect hiervan is berekend op 3 PJ primair in 2010 en 13 PJ in 2020. Voorts zijn ook de algemene maatregelen als de REB-verhoging en de Energie-investeringsaftrek van toepassing op de sector. De REB is evenwel niet van toepassing op het gasverbruik in de glastuinbouw. Voor de overige land- en tuinbouw is tevens een extra impuls voorzien in het kader van het beleid voor het midden en kleinbedrijf (zie ook onder de betreffende paragraaf).



#### 4.3.4 Doorbraaktechnologie

##### *Veronderstellingen basisvariant*

In de berekeningen zijn belangrijke 'doorbraaktechnologieën', voorzover bekend, reeds verwerkt, grotendeels op basis van ICARUS-gegevens. De aanhalingstekens hebben betrekking op het feit dat invoering van een belangrijke besparingsmogelijkheid vaak een geleidelijk proces is en lang niet altijd is terug te voeren tot het beschikbaar komen van een nieuwe geavanceerde technologie. Zo is WKK achteraf gezien een technologische doorbraak geweest. In het ADL-onderzoek [EZ, 1997] betreffende doorbraaktechnologie worden ook onderwerpen als procesintegratie, katalysatoren en recycling als zodanig beschouwd. Dit betreft namelijk een groot aantal toepassingen waarvoor reeds een inschatting is gemaakt in de basisvariant, en die ook bij afwezigheid van extra beleid min of meer autonoom ingevoerd zullen worden. In de ECN beleidsanalyse wordt de classificatie 'doorbraaktechnologie' echter voorbehouden aan specifieke besparingsopties die nog een belangrijk ontwikkelingstraject moeten doormaken. De beperking ligt aan de technologische kant, niet aan de verwachte rentabiliteit indien de techniek eenmaal 'geslaagd' is.

##### *Veronderstellingen EBN-pakket*

Het beleid richt zich derhalve niet op investeringssteun, maar op stimulering van gerichte technologie-ontwikkeling. Daartoe wordt gedurende 12 jaar 40 mln per jaar uitgetrokken. In het model wordt dit tot uiting gebracht door de invoeringsperiode van een geselecteerd aantal technieken met 25% te verkorten. Als selectiecriteria geldt dat de technologie door andere oorzaken dan rentabiliteitscriteria onvoldoende penetreert. Deze optie is vergelijkbaar met het via R&D stimuleren van energie-extensievere teeltmethoden in de glastuinbouw. Het effect is berekend op 3 PJ primair in 2010 en 9 PJ in 2020.

Industriële technologie betreft o.a.:

- verbeterde nafta-kraakprocessen en geavanceerde productscheiding bij krakers,
- tussentijdse productscheiding bij methanolproductie,
- geavanceerder ammoniakproces,
- nieuw type cokesproductie,
- cyclone converter furnace ijzerproductie,
- dungieten staal,
- impulsdrogen papier,
- continu proces siliciumcarbide,
- snelvuuroven fijnkeramiek,
- verbeterde Hall-Heroult cellen aluminiumproductie,
- efficiënter membraanproces chloor.

#### 4.3.5 Midden- en kleinbedrijf

##### *Veronderstellingen basisvariant*

De categorie midden- en kleinbedrijf betreft in deze optiek niet zozeer kleine bedrijven, maar bedrijfstukken waar energie een onbelangrijke kostenfactor is en waar geen MJA is afgesloten. Op deze bedrijven is ten dele de Energie-investeringsaftrek en de REB van toepassing.

##### *Veronderstellingen EBN-pakket*

In het EBN pakket is opgenomen dat, eenvoudiger dan in MJA-sectoren, generieke technologie gestimuleerd wordt via extra algemeen steunbeleid of is voor te schrijven via vergunningen. In de analyse zijn twee categorieën onderscheiden:

1. Klimatisering van gebouwen: hier wordt verondersteld dat via bouwvergunningen ook strengere eisen gesteld gaan worden aan het energieverlies van allerlei nieuwe verblijfsgebouwen in de industriële sector (vergelijk EPN voor utiliteitsbouw). Daarnaast wordt ook beleid ingezet voor relevante bestaande gebouwen, bijvoorbeeld via de milieuvergunning. Het betreft grotendeels maatregelen met lange terugverdientijden die volgens de gangbare industriële rendementseisen niet toegepast zouden worden. Het effect is berekend op 1 PJ primair in 2010 en 6 PJ in 2020. Dit beleid wordt niet van toepassing geacht op de glastuinbouw, waar specifiek sectorbeleid geldt. Deze optie is voor de overige land- en tuinbouw niet nader gemodelleerd zodat het besparingsresultaat nog iets te laag uitvalt.
2. Overige maatregelen, meer gericht op procesinstallaties. Hiervoor wordt een extra stimulering bovenop de EIA gezet van 10% waarvoor jaarlijks ongeveer 6 mln vereist is. In de analyse is deze maatregel voorzien voor bedrijven in de sectoren overige industrie en overige metaal, alsmede in de bouw en landbouw. Het effect is 0,3 PJ primair in 2010.

Naast de steunverlening is voor deze sector voorlichting en individuele advisering belangrijk. Dit kan gezien de omvang en diversiteit van de sector evenwel slechts beperkt plaatsvinden en wordt in de berekening niet expliciet verwerkt.

#### 4.3.6 Warmte-krachtkoppeling

In deze paragraaf, en in paragraaf 4.3.7, wordt verkend in hoeverre industriële WKK en restwarmtebenutting, zoals o.a. aangegeven wordt in 'Energy 2010' voor Rijnmond, tot aanvullende besparing kan leiden. In Tabel 4.2 is de warmte- en stoomvraag in het betreffende gebied opgenomen bij het Global Shift scenario (een scenario met een lage economische groei uit de vorige Lange Termijn verkenning) dat een matige besparing (TVT < 3 jaar). Voor Rijnmond ligt het accent op de sectoren raffinage en chemie, die daar verantwoordelijk zijn voor meer dan 95% van de industriële stoom- en warmtevraag en meer dan 90% van de elektriciteitsvraag. De voornaamste besparingsmogelijkheid is de grootschalige toepassing van WKK. Daarnaast wordt ook restwarmtebenutting aangegeven.

De geprognoseerde ontwikkeling van het WKK-vermogen in Rijnmond neemt exponentieel toe van 387 MWe in 1990 tot 550 in 1996; 900 in 2000. In het ROM-Rijnmondconvenant hebben Rijksoverheid en industrie getekend voor 1400 MWe in 2005. De studie 'Energy 2010' prognosticeert in lijn daarmee 1800 MWe in 2010. Uit de onderliggende verkenning van de Universiteit Utrecht blijkt hoe deze prognose is opgebouwd. Van de stoomvraag in 1990 van 65 PJ is 30 PJ nog te dekken met voornamelijk gasturbines, van de warmtevraag van 110 PJ voor fornuizen kan 65 PJ met speciale gasturbines gedekt worden. Dit betreft de ondervuring voor de ruwe aardoliedestillatie met het nog hete uitlaatgas van de gasturbines (en eventueel bijstook), in plaats van alleen met branders. Een dergelijke ombouw van raffinaderijen is kostbaar, en kan volgens Energy 2010 eigenlijk alleen bij nieuwbouw.

Tabel 4.2 *Schatting effect Energy 2010 in het Rijnmondgebied*

1990	1990	1990-2010	2010	add. WKK
totale vraag	potentieel WKK	groefactor	penetratie	vermogen

	[PJ]	[PJ]			[Mwe]
stoomvraag	65	30	1,5	50%	430
warmtevraag	110	65	1,4	30%	900

Het additioneel vermogen leidt tot meer dan 1700 MWe in 2010. Indien WKK met een hogere kracht/warmteverhouding toegepast wordt, zoals STEG's, is 1800 MWe haalbaar. Een belangrijke factor is de verwachte groei van de stoom- en warmtevraag. Deze is afhankelijk van de economische groei, van de besparingen op het eindverbruik en bij raffinerijen tevens van de kwaliteit van inputs en outputs.

#### *Veronderstellingen basisvariant*

De in het NEV-rekensysteem ingezette WKK-capaciteit voor 2010 betreft niet alleen Rijnmond maar het totale Nationale potentieel. Aangezien 88% van de raffinagecapaciteit in Rijnmond staat kan hier een vergelijking gemaakt worden. In het GC-basisscenario blijkt dat er voor de raffinaderijen nog een iets hogere inzet plaatsvindt dan in het Havenscenario van Energy 2010, zowel voor de stoomvraag als de warmtevraag. Ook in de chemie wordt in het GC-scenario in 2010 reeds een groter deel gedekt door gasturbines en STEG's dan in het Havenscenario is voorzien. Derhalve geeft het beleid ten aanzien van WKK geen aanleiding tot bijstelling van de basisscenario's.

### 4.3.7 Restwarmtelevering

#### *Veronderstellingen basisvariant*

Het stimuleren van de ontwikkeling van de zogenoemde 'duurzame bedrijfsterreinen', en meer specifiek warmtelevering zou tot additionele energiebesparing kunnen leiden. De term 'duurzame bedrijfsterreinen' heeft betrekking op het sluiten van allerlei afval/grondstof/energie/emissiestromen op bedrijfsterreinen, dat wil zeggen in een geografisch beperkt gebied. Voor restwarmtelevering over de terreingrenzen heen zijn er twee basisvormen:

1. Een gerichte stroom van bedrijf A naar bedrijf B. Voordeel is het profijt van specifieke omstandigheden betreffende temperatuurniveaus en gelijktijdigheid. Nadeel is de inflexibiliteit in levering en afname.
2. Een gestandaardiseerde toevoer en afname van energie aan een infrastructuur. Voordeel is de grotere flexibiliteit in levering en afname. Nadeel zijn de grotere verliezen via de infrastructuur.

Organisatorisch zal men heel snel moeten terugvallen op een van beide vormen, 1 is gebaseerd op een contract tussen slechts enkele partijen. 2 is gebaseerd op een organisatie die de infrastructuur beheert en garant staat voor levering en afname onder uniforme condities aan zo veel mogelijk deelnemers.

In de analyse wordt als volgt omgegaan met industriële restwarmtelevering. Zoals gezegd betreft het additionele optimalisatie van energiestromen *over bedrijfsgrenzen heen*. De optimalisatie *binnen de bedrijfsgrenzen* is reeds in SAVE opgenomen op basis van inschattingen uit ICARUS. De onder 1 en 2 beschreven situaties hebben als resultaat 'besparing bij de betrokken bedrijven', in de CBS-systematiek leidt (waargenomen) levering van bruikbare restwarmte tot besparing bij de leverancier. Deze kan de geleverde energie namelijk salderen met de afname uit het reguliere net. Bij de afnemer vindt een 'fuel switch' plaats maar blijft het verbruik in principe gelijk. In berekeningen wordt deze beschouwingwijze gevolgd. De besparing wordt dus toegerekend aan de leverancier. Reeds in een aantal gevallen vindt restwarmte en restgassenlevering plaats volgens me-

thode 1 die derhalve kosteneffectief wordt geacht. Methode 2 wordt momenteel niet toegepast voor warmte, er is geen grootschalig warmtenet. Daarnaast wordt er natuurlijk een belangrijke hoeveelheid restwarmte reeds intern gebruikt.

### Veronderstellingen EBN-pakket

Additionele besparing door restwarmtelevering over de bedrijfsgrens wordt geacht gemiddeld een hogere investering te vereisen dan de nu toegepaste voorbeelden. Het betreft hier dus de tranche die om redenen van (gemiddelde) investeringskosten nog niet is aangesproken, derhalve zijn de kosten per GJ voor deze opties hoger ingezet dan de reeds beschikbare interne procesintegratie-opties.

In enkele bedrijvensegmenten met grote hoeveelheden laagwaardige restwarmte wordt een grove schatting van concurrerende opties gemaakt. Het betreft de in Tabel 4.3 opgenomen segmenten met als geschat extra potentieel beschikbare laagwaardige warmte (Rijnmondstudie, betrouwbaar: 1000Mwth $\geq$ 30 PJ; het betreft temperatuurniveaus beneden ca 120 graden; voor wat betreft de chemie geldt voor heel Nederland een factor 2 à 3; staal is nog een additionele grote restwarmtebron).

Tabel 4.3 *Geschat potentieel additionele restwarmte*

Segment	PJ thermisch [potentieel]	PJ thermisch [aangenomen]
organische chemie	12	3
anorganische chemie/overige chemie	4	1
kunstmestindustrie	4	
staalindustrie	4	1
raffinage (niet in SAVE-Productiebedrijven)	16	5

Tabel 4.4 *Verdeling van opties over realisatiemethoden*

Type optie	Warmte besparing (primaair)	Elektriciteits besparing (primaair)	Inv kosten [gld/GJ lev] (primaair)	Potentieel [PJ] (primaair)
(PM) eigen gebruik	90%	-2%	10	10
(A) directe levering derden	80%	-6%	30	5
(B) idem tweede tranche	40%	-6%	60	5
(C) idem derde tranche	40%	-10%	120	10
(D) levering via warmtepomp	100-200%	-50%	100	5
(E) organic rankine cycle	0%	40%	70	2,5

De marginale investering voor restwarmtebenutting is ongeveer 20,-/GJ (terug-verdientijd 4 jaar bij 5,-/GJ warmteprijs) (zie ook Tabel 4.4). Bij een beschikbaar budget van voor 20 mln per jaar zou een eerste tranche snel 5 PJ besparing kunnen opleveren, maar daarna kan per jaar 0,5 PJ extra bespaard worden uit de tweede tranche. Daarbij wordt reeds een steunpercentage van meer dan 50% gehanteerd. Bij een gemiddelde levensduur van 10 jaar (van de combinatie leverancier/afnemer) is circa 10 PJ besparing mogelijk. Daarvan is naar schatting circa de helft besparing bij raffinaderijen. De aldus geschatte resultaten voor additionele warmtebesparing (PJ thermisch) in 2020 zijn, nog geen rekening houdend met groei en besparing, ook weergegeven in Tabel 4.3. Een en ander wordt in appendix D nader onderbouwd.

#### 4.3.8 Het IMES-pakket

Door de werkgroep consumptie en verbruik in het kader van IMES is gekeken naar maatregelen aan de vraagzijde. Dit is vrij summier opgezet, vooral voor de industrie (zie ook paragraaf 8.3 voor het overzicht en de andere sectoren). Er wordt een vergelijking gemaakt met de maatregelen zoals voorzien in de IMES-studie consumptie en verbruik, en het GC-basisscenario. In appendix F is een nadere interpretatie van het IMES-pakket opgenomen.

##### *Resumé en kwantificering*

Voor wat betreft de nieuwe elektriciteitstoepassingen kan gesteld worden dat ingevolge het IMES-pakket een verdere switch kan plaatsvinden naar elektriciteitstoepassing voor verwarming. Geschat wordt dat ca 25% van de IMES-schatting ( $0,25 \times 12,5 = 3$  PJ primair) extra zou kunnen plaatsvinden ten opzichte van het GC-basisscenario. Hierbij geldt als overweging:

- Elektriciteitsbedrijven voeren intensieve promotie-activiteiten uit in specifieke sectoren voor een grotere afzet van hun product.
- Daarbij worden ze geholpen door een steeds gunstiger prijsverhouding tussen elektriciteit en warmte.
- In het GC-scenario wordt relatief veel aan nieuwe technologie ontwikkeld, hetgeen samengaat met een relatief sterke elektrificatie.

Betreffende het MPI geldt, dat dit moeilijk los te zien is van de besparing zoals die binnen het MJA-beleid gestalte krijgt. Na 2000 is met name in kleinere bedrijven een mogelijkheid aanwezig om met intensieve advisering het te realiseren besparingspotentieel te vergroten ten opzichte van GC-basis. Dit extra potentieel wordt geschat op 25% van 15 PJ over 1997-2010, dus 4 PJ primair.

Betreffende de advisering door de distributiebedrijven gelden dezelfde overwegingen als bij het MPI. Geschat wordt dat maximaal 50% van de IMES-besparing in niet-MJA-sectoren, ca 2-3 PJ, als extra aangemerkt kan worden ten opzichte van GC-basis. Daarbij geldt dat:

- Nog meer het accent ligt op kleine verbruikers.
- Er een zeer aanzienlijke intensivering van de activiteiten plaatsvindt, zodat ook de MAP-doelstellingen weer in beeld komen.
- Er voldoende middelen voor financiering van energiebesparende maatregelen beschikbaar komen.

### *Veronderstellingen EBN-pakket*

In de berekeningen is de bovenstaande kwantificering te zien als een nog aan te boren besparingspotentieel. Het is echter nog niet als extra beleid in de berekeningen meegenomen. Het is nog onduidelijk in hoeverre op de relevante terreinen daadwerkelijk meer gaat gebeuren dan in de huidige situatie, mede in het licht van verdere liberalisatie van de energiemarkten.

## 4.4 Gevoeligheidsanalyse productiebedrijven

In deze paragraaf worden een aantal effecten van de EBN-berekeningen nader geanalyseerd.

### 4.4.1 Een lage prijzen scenario

Verondersteld is dat in een dergelijk scenario de energieprijzen constant blijven op het niveau van 1995. De gasprijs komt in 2020 daardoor ca 25% lager te liggen, de elektriciteitsprijs ca 15% (afhankelijk van tariefgroepen). In het lage prijzen scenario is het effect van het pakket 3 PJ minder groot voor de industrie, 2020 en gelijk voor de industrie in 2010. Voor de landbouw is het effect in 2020 in het lage prijzenscenario 12 PJ lager, echter in 2010 3 PJ hoger (komt door het verloop van de gasprijzen in het GC scenario). Op de langere termijn, bij structureel belangrijk lagere prijzen is het pakket dus minder effectief. Dat komt waarschijnlijk mede omdat het pakket qua effectiviteit natuurlijk enigszins afgestemd is op het gewone GC-scenario.

### 4.4.2 Verhoging van de WBM-heffing

Verhoging van de WBM-heffing, bijvoorbeeld een verdrievoudiging tot 6,5 ct/m<sup>3</sup> voor de B en C schijf en het tuinderstarief levert vooral effecten op in de prijsgevoelige tuinbouwsector. Op het primaire verbruik in 2010 is het effect 6 PJ voor de industrie en 20 PJ voor de landbouw. Uitbreiding van de WBM-verhoging naar de D en E schijf inclusief de kunstmestindustrie, een verdrievoudiging tot 4,2 ct/m<sup>3</sup>, levert additioneel slechts 2 PJ meer besparing op in 2010. Dit laatste betreft de chemie, staal, papier, zuivel, zetmeel, suiker, MVO, dus grotendeels de sectoren die benchmarking overwegen.

### 4.4.3 Helemaal geen heffingsverdubbeling in het pakket

Het effect van heffingen in de A-schijf en het elektrisch kleinverbruik is reeds aangegeven bij de algemene maatregelen. Weglating van heffingen uit het pakket heeft een vergelijkbaar effect van 4 PJ primair in 2010.

### 4.4.4 Minder dematerialisatie

Dematerialisatie is een bonte verzameling van verschijnselen die leidt tot een minder sterke groei van de fysieke productie dan van de economische waarde. De door CPB en ECN ingezette dematerialisatie zit in de aanbodsfeer, deze is afgeleid door de belangrijkste fysieke ontwikkelingen (chemie, staal, aluminium, recycling) af te zetten tegen de economische prognoses. De hoge dematerialisatie zoals opgevoerd in de eerdere bere-

keningen is aanzienlijk bijgesteld en strookt nu met de huidige CPB inschatting. Dit maakt de aannahme echter niet zekerder. In de NEV [4] is reeds ingegaan op een mogelijke ontwikkeling naar meer Nederlandse bulkproductie in plaats van hoogwaardige specials. Uit de MJA-monitoring komt nog een veel somberder beeld, hieruit is 'materialisatie' af te leiden. Hier is door de keuze van de fysieke grootte waarschijnlijk sprake van een zekere trade-off tussen besparing en dematerialisatie. Wat het dematerialisatieperspectief ruw kan verstoren is een situatie waarin de nationale en internationale chemie en basismetale Nederland uitkiezen als ideale basis voor nieuwe productie-capaciteit. Ook de mate waarin de bestaande energie-intensieve capaciteit wordt uitgebouwd bepaalt grotendeels het dematerialisatie-effect, het is gevoelig voor locatiekeuzes. In de berekende dematerialisatie voor 2010 van ca 200 PJ vóór besparing kan gemakkelijk enkele tientallen PJ spreiding optreden door de bovengenoemde locatiekeuzes. Beleid betreffende dematerialisatie is in feite volumebeleid bij energie-intensieve processen. Dit kan aan de aanbodkant (industriepolitiek, vestigingsbeleid, nu autonoom verondersteld) maar ook aan de vraagkant (materiaalefficiency).

#### 4.4.5 Aanpassing rendementscriterium

Verkennde berekeningen laten zien dat verdubbeling van de rendementseis, bijvoorbeeld van 15% naar 30%, kan leiden tot een circa 35 PJ hoger energieverbruik in 2010. Een verhoging tot 22,5% leidt tot een 14 PJ hoger verbruik. Dit veronderstelt voor hoger gestelde rendementscriteria circa 2 PJ per procentpunt. Indien daadwerkelijk via beleid bedrijven worden aangezet hun rendementscriterium te verlagen, kan deze vuistregel gehanteerd worden.

### 4.5 Kostencijfers productiebedrijven

In de onderstaande overzichten zijn de kosten aangegeven zoals geldend per peiljaar. De kapitaalkosten zijn verrekend via een annuïteit over 20 jaar tegen 15% voor de kosten uit eindverbruikersoptiek en 5% voor de kosten uit nationale optiek. Uitgespaarde energiekosten zijn verrekend tegen tarieven inclusief heffing, in de nationale optiek als referentie de 7,-/GJ voor gas en 25,-/GJ voor elektriciteit. Voorts zijn soms aanzienlijke bedragen aan overige kosten en opbrengsten verrekend, alsmede steun hierbij. In de eindverbruikersoptiek is overheidssteun verrekend, in de nationale optiek niet. Ook niet-steun maatregelen, zoals verhoging van de heffing kunnen extra aanspraak op steun genereren. De uitvoeringskosten van het betreffende beleid zijn globaal 5 mln voor de landbouw en 16 mln voor de industrie. Deze kosten hebben een 'p.m.' karakter, het zijn grove schattingen. De opbrengsten en kosten van heffingen zijn niet direct uit de modelresultaten af te leiden en zouden separaat uitgerekend moeten worden.

Tabel 4.5 Overzicht kosten in mln gld en resultaten EBN-pakket

	2010		2020	
	eindverbr.	nationaal	eindverbr.	nationaal
<i>Landbouw</i>				
investeringen, cumulatief	-335	36	-561	84
steun m.b.t. investeringen, cum.	371	-	645	-
kapitaalkosten peiljaar	-53	3	-90	7
energiekosten	-125	-68	-235	-133
overige kosten minus opbrengsten	128	123	235	230
steun m.b.t. overige kosten	5	-	5	-
totale kosten peiljaar	-55	64	-94	109
apparaatskosten overheid, peiljaar	-	5	-	5
<i>besparing warmte PJ</i>	6,8		15,8	
<i>besparing elektriciteit PJ</i>	0,8		0,9	
<i>besparing primair PJ</i>	8,8		18,0	
<i>CO<sub>2</sub>-reductie, Mton</i>	0,5		1,0	
<i>Industrie</i>				
investeringen, cumulatief	-77	884	299	1.896
steun m.b.t. investeringen, cum.	961	-	1.597	-
kapitaalkosten peiljaar	-12	71	48	152
energiekosten	-304	-299	-579	-503
overige kosten minus opbrengsten	105	65	274	234
steun m.b.t. overige kosten	40	-	40	-
totale kosten peiljaar	-251	-123	-297	-77
apparaatskosten overheid, peiljaar	-	16	-	16
<i>besparing warmte PJ</i>	40,5		69,3	
<i>besparing elektriciteit PJ</i>	0,6		0,7	
<i>besparing primair PJ</i>	42,0		71,1	
<i>CO<sub>2</sub>-reductie, Mton</i>	2,3		4,0	

Uit de overzichten in Tabel 4.5 en Tabel 4.6 blijkt, dat de kosten veelal negatief uitvallen, hetgeen betekent dat het energiebesparingsbeleid per saldo geld oplevert. Dat dit niet leidt tot autonome besparing heeft een aantal oorzaken. Ten eerste worden kapitaalkosten over de totale geschatte levensduur uitgesmeerd hetgeen bij investeringsbeslissingen meestal niet het geval is. Ten tweede treden bij de generieke fiscale impuls sterke 'free-rider' effecten op, die tot uitdrukking komen in opbrengsten bij besparing die ook in het basisscenario plaatsvindt. Ten derde zijn investeringen in doorbraaktechnologieën soms aanzienlijk lager dan in de referentietechnologie, in de basis worden ze immers om andere redenen dan kosteneffectiviteit minder (of later) toegepast. Ten vierde worden in de glastuinbouw ook ontsparende investeringen (in assimilatiebelichting) nagelaten in de beleidsvariant. Hier is enig voorbehoud geboden betreffende de effecten van energiekosten en doorwerking van REB voor bedrijven met assimilatiebelichting.



Tabel 4.6 *Effect, kosten en kosteneffectiviteit van diverse maatregelen in het peiljaar, investeringsbedragen over de gehele periode [mln gld]*

	Verhoging REB met impuls factor 2,2	Fiscale met impuls	Doorbraak- technologie/ R&D impuls	Materiaal- efficiency convenant	Industriële in restwarmte	Verscherpte bouw- voorschriften	Beleed kleine verbruikers	Totaal pakket
<i>Landbouw 2010</i>								
Effect PJ primair	2	4	3	-	-	-	0	9
CO <sub>2</sub> -reductie Mton	0,1	0,2	0,2	-	-	-	0,0	0,5
<i>eindverbruikersoptiek</i>								
Investerings mln	-140	-174	-1	-	-	-	-20	-335
Kosten mln peiljaar	-1	-50	0	-	-	-	-5	-55
Kosteneffectiviteit mln/PJ prim.	0	-13	0	-	-	-	-34	-6
<i>nationale optiek</i>								
Investerings mln	-132	148	-1	-	-	-	22	36
Kosten mln peiljaar	48	1	14	-	-	-	1	64
Kosteneffectiviteit mln/PJ prim.	22	0	5	-	-	-	7	7
<i>Landbouw 2020</i>								
Effect PJ primair	3	2	13	-	-	-	0	18
CO <sub>2</sub> -reductie Mton	0,1	0,1	0,7	-	-	-	0,0	1,0
<i>eindverbruikersoptiek</i>								
Investerings mln	-158	-352	-8	-	-	-	-42	-561
Kosten mln peiljaar	-1	-75	-10	-	-	-	-8	-94
Kosteneffectiviteit mln/PJ prim.	0	-36	-1	-	-	-	-58	-5
<i>nationale optiek</i>								
Investerings mln	-144	204	-10	-	-	-	35	84
Kosten mln peiljaar	52	6	49	-	-	-	2	109
Kosteneffectiviteit mln/PJ prim.	21	3	4	-	-	-	12	6
<i>Industrie 2010</i>								
Effect PJ primair	2	8	3	18	10	1	0	42
CO <sub>2</sub> -reductie Mton	0,1	0,4	0,2	1,0	0,6	0,1	0,0	2,3
<i>eindverbruikersoptiek</i>								
Investerings mln	20	-292	-152	0	200	160	-13	-77
Kosten mln peiljaar	-20	-112	-95	-2	-38	19	-3	-251
Kosteneffectiviteit mln/PJ prim.	-11	-14	-29	0	-4	20	-26	-6
<i>nationale optiek</i>								
Investerings mln	23	402	-165	0	450	160	14	884
Kosten mln peiljaar	-16	-31	-46	-2	-34	6	0	-123
Kosteneffectiviteit mln/PJ prim.	-9	-4	-14	0	-3	7	1	-3
<i>Industrie 2020</i>								
Effect PJ primair	2	8	9	35	10	7	0	71
CO <sub>2</sub> -reductie Mton	0,1	0,4	0,5	2,0	0,6	0,4	0,0	4,0
<i>eindverbruikersoptiek</i>								
Investerings mln	35	-739	-384	0	200	1224	-37	299
Kosten mln peiljaar	-21	-191	-172	-1	-48	143	-7	-297
Kosteneffectiviteit mln/PJ prim.	-10	-24	-19	0	-5	22	-45	-4
<i>nationale optiek</i>								
Investerings mln	41	574	-411	0	450	1224	17	1896
Kosten mln peiljaar	-17	-17	-97	34	-34	52	0	-77
Kosteneffectiviteit mln/PJ prim.	-8	-2	-10	1	-3	8	1	-1

Tabel 4.7 Specificatie gemiddelde overheidsuitgaven tot 2010

Sector en type steun	[mln gld/jaar]
<i>Landbouw</i>	
fiscale steun, basisscenario	22
extra fiscale steun	26
extra steun voor R&D	5
extra steun MKB	3
extra apparaatskosten geschat	5
<i>Industrie</i>	
fiscale steun, basisscenario	48
extra fiscale steun	56
extra steun MKB	2
Apparaatskosten materialen in convenant	4
extra steun doorbraaktechnologie	39
extra steun restwarmteprojecten	20
Apparaatskosten div. steunregelingen	10
Apparaatskosten EPN industriegebouwen	2

Bij doorbraaktechnologie/R&D-beleid is steun van toepassing op de overige kosten, omdat er niet altijd (meer)investeringen mee uitgelokt worden. Waar dit wel het geval is wordt tevens aanspraak op fiscale stimulering gemaakt. Het beleid betreffende materiaalefficiency in convenanten wordt voornamelijk geacht kostenneutraal te zijn, zowel voor de eindverbruiker als nationaal. Volume-effecten in de materiaalproducerende sectoren worden geacht gecompenseerd te worden door extra R&D- en andere activiteiten. De omvang van deze overige kosten wordt gelijk gesteld aan de uitgespaarde energiekosten bij de materiaalproducent. De totale verschuivingen in kosten en opbrengsten door materiaalefficiency kunnen evenwel veel omvangrijker zijn. Bij doorbraaktechnologie/R&D-beleid, alsmede bij projecten betreffende restwarmte aan derden wordt geen 'free-rider' effect verondersteld. Steunverlening compenseert daar juist de extra kosten die bedrijven maken. Dit houdt in dat de steunverlening op deze terreinen heel gericht en projectgebonden wordt toegekend. In werkelijkheid zullen deze projecten sterk in rentabiliteit kunnen variëren. Er heeft voor 2020 geen vereffening plaatsgevonden van de geplande 12,5 jaar naar de totale rekenperiode van 22,5 jaar, aangezien na 2010 een vergelijkbare ondersteuning denkbaar is die vooral pas na 2020 haar vruchten afwerpt. Het beleid betreffende verscherpte bouwvoorschriften wordt geacht los te staan van financieringssteun voor gebouwmaatregelen.

Samenvattend kan gesteld worden dat met name in de industrie veel besparingsbeleid per saldo opbrengsten genereert, met name voor de eindverbruikers.

#### 4.5.1 Vergelijking met besparingen in de Derde Energienota

Evenals voor de andere sectoren wordt er ook hier een vergelijking met de 'Schetsen'.

##### *Industrie*

Wat het meest opvalt in Tabel 4.8 is dat de dematerialisatie bij ondervuring in GC aanzienlijk hoger is dan in de Schetsen. Dit is in dit hoofdstuk al eerder vermeld. Verder zijn de besparingen op elektriciteit in GC hoger, wat het gevolg is van nieuwe elektriciteits-toepassingen, die in de 'Schetsen' niet expliciet gemodelleerd waren. Tabel 4.9 geeft aan dat het verbruik in GC, mede door de hogere economische groei, aanzienlijk hoger is dan

in de 'Schetsen'. De hogere besparingen moeten dan ook wel afgezet worden tegen een hogere volumegroei.

Tabel 4.8 *Besparingen in de industrie 1995-2020 [%/jaar]*

	Trend	Voorspoedig	GC	GC-EBN
Ondervuring	-1,1%	-1,3%	-1,7%	-1,9%
waarvan dematerialisatie	-0,4%	-0,4%	-1,0%	-1,0%
waarvan Europees beleid	0,0%	-0,2%	0,0%	0,0%
Elektriciteit	-0,9%	-0,9%	-1,3%	-1,3%
waarvan dematerialisatie	-0,4%	-0,4%	-0,2%	-0,2%
Niet-energetisch verbruik	-0,5%	-1,0%	-1,7%	-1,9%
waarvan dematerialisatie	-0,4%	-0,4%	-1,0%	-1,0%
waarvan Europees beleid	0,0%	-0,5%	0,0%	0,0%

Tabel 4.9 *Decompositie industrieel verbruik in 2020 [PJ]*

	Trend	Voorspoedig	GC	GC-EBN
Primair fossiel verbruik	2.082	2.037	2.672	2.672
2020 na volume en structuureffect				
Dematerialisatie	-239	-234	-454	-454
Europees beleid	0	-100	0	0
Besparingen op eindverbruik in enge zin	-225	-225	-411	-478
Besparingen door rend. verb. en WKK	-133	-155	-209	-201

<sup>1</sup> Dit is wat het verbruik zou zijn geweest vóór besparingen, zonder WKK, zonder rendementsverbetering van centrales, zonder import van elektriciteit en zonder toepassing van duurzame energie.

### Landbouw

De veel hogere besparingen in GC (zie Tabel 3.10) zijn het gevolg van de hogere energieprijzen. Die veroorzaken, in tegenstelling tot in de industrie, aanzienlijke gedragseffecten. Daardoor groeit ook de assimilatiebelichting in GC minder hard. Bovendien zit de assimilatiebelichting in de 'Schetsen' in het besparingscijfer en in GC in het structureffect (?). Wat verder opvalt in Tabel 4.11 is de veel hoger groei van de landbouwsector in GC. Hier staan wel substantiële besparingen tegenover.

Tabel 4.10 *Besparingen in de landbouw 1995-2020 [%/jaar]*

	Trend	Voorspoedig	GC	GC-EBN
Ondervuring	-0,3%	-0,8%	-1,9%	-2,2%
waarvan dematerialisatie	0,0%	0,0%	-0,3%	-0,3%
Elektriciteit	3,3%	3,3%	-1,9%	-1,9%

Tabel 4.11 *Decompositie verbruik landbouw in 2020 [PJ]*

	Trend	Voorspoedig	GC	GC-EBN
Primair fossiel verbruik 2020 na volume- en structureffect	288	288	444	444
Dematerialisatie	0	0	-23	-23
Besparingen op eindverbruik in enge zin	37	0	-143	-160
Besparingen door rend. verb. en WKK	-22	-24	-35	-33

<sup>†</sup> Dit is wat het verbruik zou zijn geweest vóór besparingen, zonder WKK, zonder rendementsverbetering van centrales, zonder import van elektriciteit en zonder toepassing van duurzame energie.



## 5. TRANSPORT EN BOUWBEDRIJVEN

### *Transport*

Voor de transportsector is in deze studie geen nieuw beleid voorzien. De Energiebesparingsnota verwijst hiervoor onder andere naar het Derde Structuur Schema Verkeer en Vervoer. Eerder is ten behoeve van de Derde Energienota door het ECN wel onderzoek gedaan naar mogelijkheden om hier extra energie te besparen. Met name is hier gekeken naar maatregelen om voertuigen nog zuiniger te maken dan in 'Trend' al voorzien is. Mede door Europese afspraken zou hierdoor het besparingstempo met 0,4%/jaar (verschil tussen Voorspoedig en Trend) van de sector verhoogd kunnen worden (zie Tabel 5.1).

Tabel 5.1 *Besparingen in de transportsector 1995-2020 [%/jaar]*

	Trend	Voorspoedig	GC	GC-EBN
Brandstof	-0,8%	-1,2%	-0,6%	-0,6%

Tabel 5.2 *Decompositie verbruik in de transportsector in 2020 [PJ]*

	Trend	Voorspoedig	GC	GC-EBN
Primair fossiel verbruik 2020 na volume en structureffect	603	562	746	746
Besparingen op eindverbruik in enge zin	-132	-171	-106	-106
Besparingen door rend. verb. en WKK	-1	-4	-2	-1

In appendix B is onderzocht in hoeverre op de VINEX-locaties Hoogwaardig Openbaar Vervoer (HOV) of Verkeersprestatie op Locatie (VPL) een extra bijdrage aan energiebesparing zou kunnen leveren. Mede omdat het maar een beperkt percentage van het aantal huishoudens zal betreffen is de te bereiken besparing t.o.v. het totale verbruik beperkt (orde van grootte: 1 PJ).

### *Bouw*

In Tabel 5.3 is het verbruik van de bouwsector opgesplitst naar de diverse bepalende factoren. In GC wordt nu expliciet een stuk dematerialisatie opgevoerd. Dit was in de 'Schetsen' nog niet het geval.

Tabel 5.3 *Decompositie verbruik bij de bouwbedrijven in 2020 [PJ]*

	Trend	Voorspoedig	GC	GC-EBN
Primair fossiel verbruik 2020 na volume en structureffect	75	75	85	85
Dematerialisatie	0	0	-22	-22
Besparingen op eindverbruik	0	0	-6	-6
Besparingen door rend. verb. en WKK	-1	-1	-1	-1



## 6. HET ENERGIEAANBOD

In dit hoofdstuk wordt allereerst ingegaan op de positie van duurzame energie. Bij een verhoging van de REB zal namelijk het effect van de vrijstellingen op groene stroom in belang toenemen. De effecten op de inzet van fossiele energie waar in paragraaf 6.2 op ingegaan wordt, beperken zich vooral tot een daling van het verbruik als gevolg van de besparingen. De daling van het verbruik (zie 6.2.3) heeft ook effect op de emissies van CO<sub>2</sub> en andere stoffen. Tot slot wordt in dit hoofdstuk een vergelijking gemaakt met de 'Schetsen'.

### 6.1 Effecten op hernieuwbare energie

#### 6.1.1 Beleidsmaatregelen

Ten opzichte van het GC basisscenario zijn er in het kader van de Energiebesparingsnota 1998 een tweetal generieke beleidsmaatregelen voorgesteld die ook van substantiële invloed zijn op het potentieel van hernieuwbare energiebronnen en -omzetters:

- Verhoging van de REB tot 2,5 maal het huidige niveau: in plaats van de tot nu toe gebruikelijke 2,95 ct./kWh ontvangt de producent van hernieuwbare stroom dan immers 7,4 ct./kWh extra. Technologieën die net tegen de rentabiliteitsgrens aanzitten, zoals wind op land en energieteelt voor elektriciteitsopwekking, beginnen daardoor interessant te worden.
- Groene Stroom: Sinds 1996 bieden een aantal energiedistributiebedrijven (EDB's) hun klanten de mogelijkheid Groene Stroom (c.q. eco-stroom of natuurstroom) te kopen. De klant betaald dan gemiddeld 7 ct./kWh extra voor de afgenomen stroom, terwijl de EDB's garanderen dat de extra inkomsten uit Groene Stroom volledig gebruikt worden voor investeringen in 'groene' productie-capaciteit.

Een derde belangrijk aspect is de vrijstelling die afnemers van groene stroom kunnen krijgen op de betaling van de REB. Deze vrijstelling is nu reeds van kracht. Het belang van deze vrijstelling kan echter aanzienlijk toenemen als de hoogte van de REB groter wordt.

#### 6.1.2 Het model Duurzame Energie Potentieel

Sinds kort beschikt ECN-BS over het model DE-pot (Duurzame Energie Potentieel) dat specifiek gericht is op het berekenen van het potentieel aan duurzame energie onder verschillende economische omstandigheden en bij inzet van verschillende overheidsmaatregelen. Met behulp van het DE-pot model wordt de rentabiliteit, en vervolgens een geschat potentieel, bepaald aan de hand van investeringskosten, overige vaste en variabele kosten, de in de scenario's meegenomen stimuleringsmaatregelen en de opbrengsten uit de verkoop van de energie (vermeden kosten in het conventionele systeem). Een belangrijke randvoorwaarde hierbij is het technische potentieel, zowel wat omvang betreft als implementatietempo. In het GC-basis scenario worden de volgende stimuleringsmaatregelen meegenomen:

- EIA
- VAMIL



- Groene rente
- REB

In GC-EBN zijn de verhoging van de REB en Groene Stroom als extra stimuleringsmaatregelen meegenomen.

In DE-pot wordt er niet gerekend aan het verbranden van het hernieuwbare deel aan afval in AVI's en aan waterkrachtcentrales. Het gaat daarbij in principe om rendabele opties waar de beperking -onafhankelijk van de aangegeven beleidsmaatregelen- ligt in het technisch realiseerbare potentieel (fysieke beperkingen).

Opgemerkt moet worden dat het model DE-pot ook ontwikkeld is om verschillende duurzame energieopties direct met elkaar te vergelijken. Dit heeft tot gevolg dat er ook opties meegenomen zijn die ook in de sector (SAVE) modellen van huishoudens en utiliteit aanwezig zijn. Omdat deze sectormodellen hier wat gedetailleerder mee omgaan en ook duurzame energie meenemen als onderdeel van bijvoorbeeld regulering via een EPN, zijn in GC-EBN de SAVE-resultaten overgenomen. Alle elektriciteitproducerende opties zijn echter wel uit DE-pot overgenomen.

### 6.1.3 Groene Stroom

Sinds 1996 bieden een aantal EDB's hun klanten de mogelijkheid Groene Stroom te kopen. De klant betaald dan gemiddeld 7 ct./kWh extra voor de afgenomen stroom, terwijl de EDB's garanderen dat de extra inkomsten volledig gebruikt worden voor investeringen in 'groene' productie-capaciteit. Voorts wordt er door een onafhankelijke instantie gecontroleerd of er door de EDB's niet meer Groene Stroom verkocht wordt dan er daadwerkelijk door de EDB's geproduceerd en/of ingekocht wordt.

De afname van groene stroom is enorm gestegen. In 1996 werd er door de huishoudens 23,5 mln kWh en door bedrijven 9 mln kWh aan Groene Stroom afgenomen. Voor 1997 schat EnergieNed dat er door huishoudens en bedrijven veel meer Groene Stroom afgenomen zal zijn: resp. 96 mln kWh en 64 mln. kWh. Toch verwacht EnergieNed dat de belangstelling voor Groene Stroom zeer snel zal stabiliseren: slechts een selecte groep van huishoudens en bedrijven is bereid 7 ct./kWh extra te betalen. Zelfs de door de Tweede Kamer inmiddels goedgekeurde wet om de afnemers van Groene Stroom vrij te stellen van de REB, zal daarop slechts beperkte invloed hebben. De kleinverbruiker betaald dan effectief voor de eerste 800 kWh/jaar 7 ct./kWh extra en daarboven 4,05 ct./kWh extra. In het GC-basisscenario is dan ook geen rekening gehouden met Groene Stroom.

Bij verhoging van de REB met 4,4 ct./kWh komt dit echter in een heel ander perspectief te staan: de meerprijs die de afnemer dan nog dient te betalen voor Groene Stroom vanaf 800 kWh/jaar is vrijwel nihil. Deze lage drempel zal zeer waarschijnlijk resulteren in een hogere marktpenetratie van groene stroom. Groene Stroom is daarom als een tweede orde beleidsmaatregel meegenomen in de berekeningen. Door keuze van een optimale combinatie van prijsstelling en marktaandeel zullen de EDB's trachten hun inkomsten te maximaliseren. Door de prijs voor Groene Stroom gewoon te handhaven zal alle Groene Stroom ook als zodanig verkocht kunnen worden: de afnemer betaald dan immers effectief nauwelijks een hogere prijs dan voor gewone stroom. Anderzijds kunnen door een hogere prijsstelling bij een eventueel kleiner marktaandeel wellicht hogere inkomsten gegenereerd worden. Voor de berekening is aangenomen dat voor de huidige prijs van 7

ct./kWh alle opgewekte Groene Stroom ook als zodanig verkocht zal worden. Daarbij is buiten beschouwing gelaten dat eventueel geïmporteerde stroom uit hernieuwbare bronnen ook als Groene Stroom verkocht kan worden.

### *Besteding van inkomsten uit Groene Stroom door de EDB's*

De inkomsten uit Groene Stroom worden uitsluitend besteed voor groene elektriciteitsproducerende opties, dus niet aan andere technologieën zoals warmtepompen of zonnepanelen. Er ontstaat echter een verdelingsprobleem voor de inkomsten. Energiedistributiebedrijven zullen trachten de (inkoop)kosten voor Groene Stroom te minimaliseren. Dat zou in de uiterste consequentie betekenen dat alle groene stroom inkomsten besteed worden aan de meest rendabele optie: wind op land. Toch is dit, nog afgezien van de beperkingen in implementatiemogelijkheden, niet het enige wat als richtlijn gehanteerd kan worden. Diversificatie en het 'uitproberen' van nieuwe technologieën zijn evenzo mogelijke bestedingsgronden. Het rentabiliteitscriterium speelt mee, maar niet uitsluitend. Bij de berekeningen is er daarom van uitgegaan dat er slechts beperkt gestimuleerd wordt in technologieën die tegen de rentabiliteitsgrens aanzitten (wind op land, energieteelt voor elektriciteitsopwekking), en meer in technologieën die daar iets verder vanaf zitten. De extra stimulans van Groene Stroom is gemodelleerd als 'subsidie' op de kWh-prijs van de elektriciteit die geproduceerd wordt met nieuw te plaatsen vermogen. Zie Tabel 6.1 voor de betreffende aannamen. Deze 'subsidie' is voor alle zichtjaren gelijk: het is modelmatig (nog) niet mogelijk daarin een differentiatie aan te brengen.

Tabel 6.1 *Subsidie op kostprijs vanuit opbrengsten Groene Stroom*

	Stimulans in de vorm van een subsidie op de kostprijs [ct./kWh]
Wind op land	4
Wind op zee	9
Zon-PV (fotovoltaïsch)	15
Energieteelt voor elektriciteitsopwekking	5

#### 6.1.4 De resultaten

De resultaten van de genoemde verdeling van de inkomsten van groene stroom inclusief het effect van de hogere REB die de producenten krijgen zijn weergegeven in Tabel 6.2. Ter vergelijking zijn ook de cijfers van GC-actualisatie opgenomen.

Tabel 6.2 *Potentieel aan duurzame energie*

	Eenheid	2010		2020	
		GC-act	GC-EBN	GC-act	GC-EBN
Wind op land	[MW]	1.300	2.100	2.600	3.200
Wind op zee	[MW]	0	600	500	1.400
Zon-PV (fotovoltaïsch)	[MW]	200	550	500	1.500
Energieteelt voor elektr. opwekking	[MW]	0	650	250	1.250
Aardwarmte	[PJ]	0	0	1	1

Het model laat zien dat windenergie op land als meest rendabele optie groeit naar het potentieel dat maximale realiseerbaar wordt geacht. Dit is zelfs hoger dan sommige publicaties als mogelijkheid aangeven. Een belangrijk aspect hierbij is dat het plaatsen van windenergie financieel aantrekkelijk is. Ook energieteelt (voor een deel vanuit het buiten-

land) groeit zeer sterk. Het potentieel wordt in GC-EBN hierbij bereikt doordat de maximum grenzen van een realistisch implementatietempo bereikt worden.

Dat hier toch ook grote financiële verschuivingen bij in aanmerking genomen zijn is zichtbaar Tabel 6.3. Gezien de vele onzekerheden moeten deze cijfers als indicatief beschouwd worden. Mede door de veel hogere REB en de forse groei in het gebruik van duurzame energie gaat het in 2020 om aanzienlijke bedragen aan REB gelden waarvoor een betalingsvrijstelling of een afdrachtsvrijstelling geldt. Ook wordt een aanzienlijk deel van het EIA budget in 2020 in duurzame energie gestopt. In de berekeningen is niet expliciet rekening gehouden met een plafond aan dit budget en een bepaalde verdeling van het budget over duurzame energie en besparingsmaatregelen in de diverse sectoren.

Tabel 6.3 *Financiële stimulering duurzame energie (indicaties) [mln gld/jaar]*

	2000	2010	2020
Door groene stroom: Inkomsten / uitgaven	350	1000	1700
Door afdracht REB vrijstelling producenten	330	950	1600
Door Energie-investeringsaftrek	110	130	170

In Tabel 6.4 is een overzicht gegeven van de uitgespaarde fossiele brandstof door de inzet van duurzame energie. Hierbij zijn zowel de cijfers uit GC-actualisatie als uit GC-EBN aangegeven. Hierbij is de zogenaamde brede definitie van duurzame energie gehanteerd [18]. In de tabel is duidelijk het effect van de verhoging van de REB op de elektriciteitsproducerende opties (wind, zon-PV en biomassa) zichtbaar. De stijging bij zon thermisch wordt o.a. veroorzaakt door de EPN bij woningen die onder andere gehaald wordt door de inzet van zonneboilers. Ook is er door de strengere EPN en EPK een forse stijging van de inzet van warmtepompen. Dit treedt in de gehele gebouwde omgeving op. De omvang van de inzet bevat echter wel de nodige onzekerheden. Er zijn namelijk verschillende combinaties van besparingsopties om aan de gewenste energieprestatie te voldoen. De warmtepomp komt in enkele combinaties voor, maar niet in alle. Bij een iets andere prijsontwikkeling van de onderdelen van de diverse combinaties, kan de inzet van warmtepompen aanzienlijk verminderen, terwijl de gewenste besparing wel op peil blijft. De besparing wordt dan gerealiseerd via andere wegen dan de inzet van duurzame energie via warmtepompen.

Tabel 6.4 *Hoeveelheid uitgespaarde fossiele energie [PJ]*

	2010	2010	2020	2020
	GC-act	GC-EBN	GC-act	GC-EBN
Wind op land	16	28	36	48
Wind op zee <sup>16</sup>	0	9	7	21
Zon-PV (fotovoltaïsch)	2	4	4	12
Zon thermisch	1	3	5	8
Aardwarmte	0	0	1	1
Koude- en warmteopslag	6	6	12	12
Warmtepompen	6	21	18	60
Waterkracht	2	2	2	2
Afvalverbranding in AVI's	24	23	24	21
Biomassa afval en teelt binnenland	44	51	55	75
Import van biomassa	0	12	10	25
Import van groene stroom	20	19	31	31
<i>Totaal</i>	<i>120</i>	<i>178</i>	<i>205</i>	<i>314</i>
Als index 288 PJ = 100%			71%	109%
% in van TVB	3,3%	5,1%	4,8%	8,0%

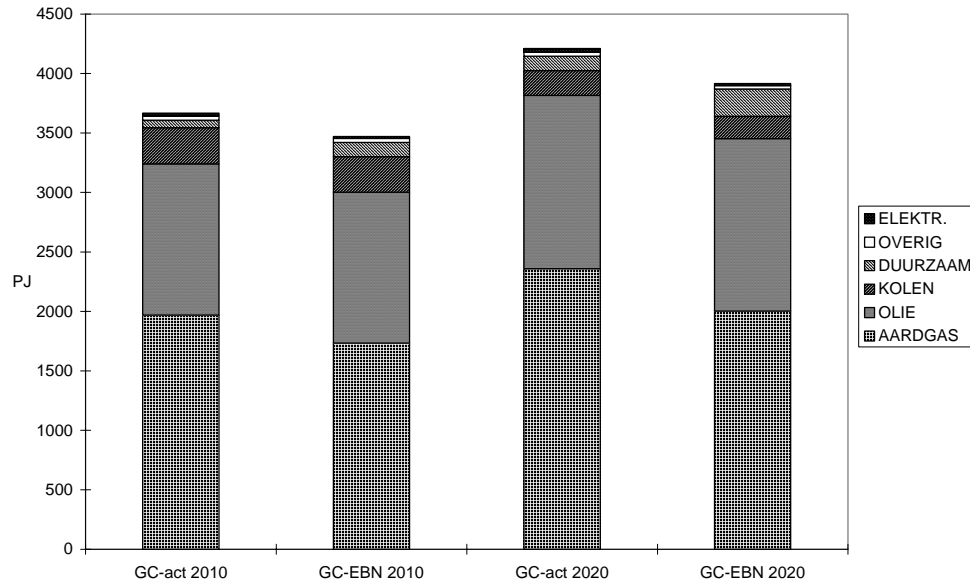
De doelstelling uit de Derde Energienota is het realiseren van 10% duurzame energie in het jaar 2020. Bij de onderliggende scenario's (de 'Schetsen') komt dit neer op een uitgespaarde hoeveelheid fossiele brandstof van 288 PJ. In GC-EBN wordt zelfs meer als deze 288 PJ bereikt. Door het hogere TVB (Totaal Verbruik Binnenland) in GC-EBN komt het percentage echter niet op 10% maar op 8% uit.

## 6.2 Primaire inzet van fossiele energie

### 6.2.1 Brandstofverbruik

De primaire brandstofinzet is zichtbaar in Figuur 6.1. Voor detailcijfers wordt verwezen naar appendix H. Er zijn enkele grootte en kleine verschillen zichtbaar. Allereerst neemt de inzet van aardgas door de EBN-maatregelen aanzienlijk af. De grootste besparingen zitten bij de huishoudens en utiliteit, waar vooral een vermindering van de aardgasinzet veroorzaakt wordt. Ook bij de industrie wordt een belangrijk deel van de besparing omgezet in verminderd aardgasverbruik. In de EBN zijn vrijwel geen concrete besparingen voor de transportsector opgenomen. De kleine daling bij olie wordt dat ook veroorzaakt door minder grondstofgebruik bij de industrie.

<sup>16</sup> Voor de omrekening van vermogen naar productie is hier voor wind op zee dezelfde bedrijfstijd als voor wind op land gebruikt. In de praktijk zal de bedrijfstijd voor wind op zee echter hoger liggen. Voor dezelfde elektriciteitsproductie is dan minder opgesteld vermogen nodig.



Figuur 6.1 *Brandstofinzet GC-actualisatie versus GC-EBN*

Een tweede belangrijk verschil betreft de groei van de inzet van duurzame energie. Hierop is al uitgebreid in paragraaf 6.1 ingegaan. Tenslotte leidt de daling bij de elektriciteitsvraag tot een vermindering van de hoeveel elektriciteit die geïmporteerd wordt.

Wordt gekeken naar de Nederlandse aardgasvoorraad, dan blijkt dat door de besparingen van het EBN pakket de voorraad voor ongeveer 2½ jaar langer toereikend is om in de binnenlandse behoefte te voorzien. Daarnaast is er natuurlijk sprake van een verminderde jaarlijkse aardgasopbrengst. Mede gezien het ontbreken van veel besparingen op het oliegebruik zijn er geen directe effecten te verwachten voor de Nederlandse raffinagesector.

### 6.2.2 Elektriciteitsproductie

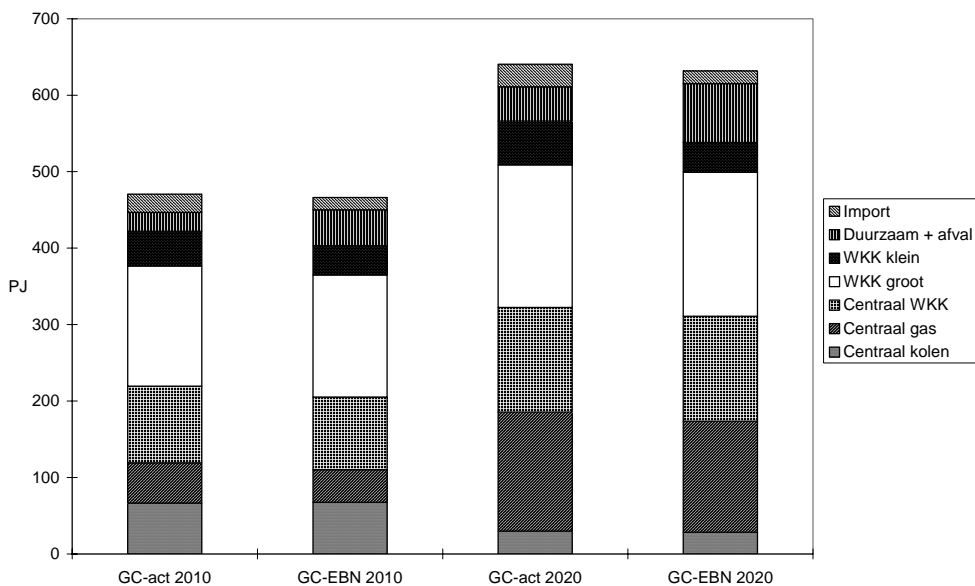
Zoals al vermeld neemt de vraag naar elektriciteit door de besparingsmaatregelen af. DE reductie is met 6 PJ in 2010 en 9 PJ in 2020 beperkt. Dit komt niet alleen doordat de besparingsmaatregelen zich vooral op de warmtevraag richten, maar ook omdat een gedeelte van de besparing bereikt wordt door de inzet van elektrische warmtepompen. De besparing op brandstof zakt hierdoor harder, terwijl de elektriciteitsvraag juist wat minder daalt. Per saldo is de elektriciteitsvraag ruim 1% lager.

Een tweede aspect dat van belang is (zie Tabel 6.5 en Figuur 6.2) is de sterke stijging van de elektriciteitsproductie door middel van duurzame energie. Het effect op het 'Niet duurzame' productievermogen van deze toename is zelfs nog groter dan dat van de energiebesparing.

Tabel 6.5 *Elektriciteitsproductie naar type vermogen [PJ]*

	2010 GC-act	2010 GC-EBN	2020 GC-act	2020 GC-EBN
Centraal kolen	67	68	30	28
Centraal gas	53	43	156	145
Centraal WKK	100	95	137	137
WKK groot	157	160	186	189
WKK klein	45	39	58	39
Duurzaam + afval	25	47	45	77
Import	24	16	30	17
Totaal	470	466	641	632

Een derde punt van aandacht is de gevolgen van de besparing voor de opwekking door middel van WKK. In de gebouwde omgeving is er een relatief forse afname van de warmtevraag. Dit heeft direct gevolgen voor het potentieel aan kleinschalige WKK dat dan ook afneemt. Ten opzichte van de huidige situatie betekent dit dat het minder stijgt. Door de beperkte besparingen bij de productiebedrijven verandert er bij de grootschalige WKK maar weinig. De verschillende ontwikkelingen resulteren in een lagere elektriciteitsvraag voor het centrale vermogen. Dit wordt opgevangen door vermindering van het aantal gasgestookte elektriciteitscentrales en door vermindering van de import van elektriciteit.



Figuur 6.2 *Elektriciteitsproductie naar type vermogen*

### 6.2.3 De emissies van CO<sub>2</sub>

Er wordt hier uitgegaan van de emissies van CO<sub>2</sub> zoals herberekend door het RIVM in het kader van het NMP3 [19] (zie Tabel 6.6). Uit CPB berekeningen blijken CO<sub>2</sub>-emissies in 2010 en 2020 ruim 1 Mton lager uit te komen dan het GC-scenario waar het RIVM nog van uitgaat. De oorzaak van dit verschil is inmiddels ingang gezet beleid. Het EBN pakket doet de CO<sub>2</sub>-emissie in 2010 met 13,5 en in 2020 met 21,5 Mton dalen. Hoewel de daling in 2020 groter is dan die in 2010 wordt een stabilisatie van de emissie ondanks de ingezette maatregelen nog niet bereikt. Indien het EBN pakket toegepast zou worden op een

scenario met een veel lagere economische groei (DE) zou er wel van een significante daling ten opzichte van 1995 sprake zijn. Het DE-basisscenario heeft namelijk al bijna een stabilisatie van de emissie op het 1995 niveau in zich.

Tabel 6.6 *CO<sub>2</sub>-emissies voor diverse jaren [Mton]*

	RIVM	GC-act	GC-EBN
1990	168		
1995	180		
2000	189		
2010	210	209	195
2020	233	232	210

### *Overige emissies*

De CO<sub>2</sub>-emissie daalt in 2020 door het EBN pakket met ruim 9%. De daling van andere emissies is echter veel minder. Zo verandert de emissie van SO<sub>2</sub> nauwelijks (er wordt vooral op het aardgas bespaard dat nagenoeg geen SO<sub>2</sub>-emissie veroorzaakt) en daalt de NO<sub>x</sub>-emissie (in 2020 473 kton) met naar schatting minder dan 9 kton ofwel minder dan 2%. Dit komt onder andere doordat 60% van de NO<sub>x</sub>-emissies uit de transportsector vandaan komt en omdat het merendeel van de brandstofbesparingen plaatsvinden in sectoren waar de relatieve uitstoot (per eenheid brandstof) al laag is.

Tenslotte kan de daling van het aardgasgebruik ook nog tot een daling van de methaanemissies (CH<sub>4</sub>) leiden. Het gaat hierbij zowel om een daling bij de emissies bij winning als bij het verbruik. Aangezien het merendeel van de emissies niet uit de energiesector komt (landbouw en afvalverwijdering) is de daling beperkt tot naar schatting 1% (van de 469 kton in GC 2020). Omgerekend met een Global Warming Potential van 21 is dit ongeveer 0,1 Mton CO<sub>2</sub>-equivalent.

## 6.2.4 Vergelijking met besparingen in de Derde Energienota

In Tabel 6.7 is de jaarlijkse besparing door wijzigingen in het energieaanbod weergegeven. Er vindt zowel rendementsverbetering plaats door de inzet van WKK als door rendementsverbeteringen bij centrales. Bij een vergelijking tussen de 'Schetsen' en het GC-scenario blijkt dat in het GC-scenario de besparing bij centrales groter is. Dit komt o.a. door de grotere stijging van de elektriciteitsvraag waardoor er meer nieuwbouw van centrales plaatsvindt. Nieuwe centrales, die een hoger rendement hebben, nemen een groter aandeel van de elektriciteitsvoorziening voor hun rekening, waardoor vanzelfsprekend ook de besparing hoger uitvalt. Daarnaast zijn er in GC minder kolencentrales, die een relatief laag rendement hebben. Wat hier ook speelt is het verschil in basisjaar, resp. 1990 en 1995. Dit heeft echter geen grote gevolgen aangezien het gemiddelde rendement van het openbare park in de periode 1990-1995 niet heel sterk is gestegen. Als in GC-EBN de elektriciteitsvraag door besparing lager uitvalt, daalt ook de besparing bij centrales weer enigszins.

Tabel 6.7 *Besparingen bij het aanbod 1995-2020 [%/jaar]*

	Trend	Voorspoedig	GC	GC-EBN
Rendementsverbetering centrales	-0,1%	-0,1%	-0,2%	-0,1%
Decentrale WKK	-0,1%	-0,1%	-0,1%	-0,1%
Centrale WKK (m.n. stadsverwarming)	-0,1%	-0,1%	-0,1%	-0,1%
Effect Import	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Totaal	-0,3%	-0,4%	-0,4%	-0,4%

Uitgedrukt in percentages zijn de verschillen tussen de scenario's niet duidelijk zichtbaar: in alle vier berekeningen zijn de effecten van rendementsverbeteringen centrales, decentrale WKK en centrale WKK nagenoeg gelijk 0,1%/jaar. Met name bij WKK is het interessanter om naar de PJ's te kijken. Die zijn in Tabel 6.8 aangegeven. In GC is warmte/kracht aantrekkelijker als gevolg van de Energie-investeringsaftrek. Ook de prijsverhoudingen zijn iets gunstiger.

Tabel 6.8 *Besparingen door efficiëntere centrales en WKK in 2020 [PJ]*

	Trend	Voorspoedig	GC	GC-EBN
Besparing op fossiel door inzet van elektrische warmtepompen	0	0	21	30
Rendementsverbetering centrales	146	124	183	144
Decentrale WKK	88	117	139	132
Centrale WKK (m.n. stadsverwarming)	83	86	81	81
Subtotaal WKK	171	204	220	214
Totaal	318	328	424	388





## 7. TOTALE RESULTATEN

In dit hoofdstuk wordt een het totale beeld van GC-EBN vergeleken met het GC-scenario en de scenario's uit de 'Schetsen'. Allereerst wordt een totaal overzicht gegeven van de finale energievraagontwikkeling. In paragraaf 7.2 wordt hierna in meer detail op de ontwikkelingen ingegaan. Ook wordt hier een onderverdeling over de diverse effecten in PJ gegeven.

### 7.1 Energievraag ontwikkeling

In Tabel 7.1 zijn de totale resultaten voor de gehele energievoorziening aangegeven. Hieruit blijkt duidelijk dat de maatregelen uit het EBN pakket het besparingstempo in het GC-scenario kunnen verhogen van 1,6% naar 2,0% per jaar. Dit loopt zowel via maatregelen in de sfeer van besparing bij het eindverbruik als dematerialisatie. De besparingen bij het energieaanbod nemen niet toe, zelfs iets af (niet zichtbaar). Aangezien de groei van de energievraag iets lager is, neemt ook de relatieve vernieuwing bij het energieaanbod af, waardoor ook het besparingspercentage afneemt.

Tabel 7.1 *Resultaten energievraag ontwikkeling [%/jaar]*

	1985/1995 [3]	CPB/ECN	Dit	ECN-rapport voor	
		1995-2020 [4]	rapport	energienota 1990-2020 [10]	
		GC	GC- EBN	Trend	Voorspoedig
Volume effect (BBP groei)	2,5	3,3	3,3	2,3	2,3
Energie intensiteit te verdelen in:	-0,75	-1,9	-1,9	-1,6	-2,0
Structuureffect	-0,25	-0,3	-0,3	-0,5	-0,7
Besparingseffect	-1	-1,6	-2,0	-1,1	-1,5
- wv eindverbruik	-0,8	-0,9	-1,2	-0,7	-0,9
- wv dematerialisatie	0	-0,3	-0,4	-0,2	-0,3
- wv aanbod	-0,2	-0,4	-0,4	-0,2	-0,3
Energiegebruik	1,75	1,4	1,0	0,7	0,3

Op een specifieke vergelijking tussen GC en de scenario's uit de 'Schetsen' wordt in de volgende paragraaf ingegaan. Het totale energiegebruik stijgt in GC bij een economische groei van 3,3% per jaar nog maar met 1% per jaar. De CO<sub>2</sub>-uitstoot stijgt zelfs minder (0,6%/jaar). De oorzaak hiervan zit in de toenemende inzet van duurzame energie en in brandstofsubstitutie.

### 7.2 Vergelijking met de 'Schetsen'

In deze paragraaf worden de besparingscijfers uit de 'Schetsen' [10] die ECN in het kader van de voorbereiding van de Derde Energienota heeft gemaakt, vergeleken met de besparingscijfers uit het GC-scenario. De vergelijking is gemaakt in procenten per jaar en in PJ's, en op verschillende aggregatieniveaus: voor Nederland als totaal, per sector en per verbruikssoort (ondervuring, niet-energetisch gebruik en elektriciteit). Bij het weergeven van effecten van PJ moet bedacht worden dat de veronderstelde volgorde grote invloed heeft op de toerekening; bijv. als eerst het besparingseffect wordt uitgerekend en dan het structureffect wordt het besparingseffect in PJ's veel groter. Het gaat hier vooral om de vergelijking tussen het GC-scenario en Voorspoedig (i.e. het midden tussen Voorspoedig-Laag en Voorspoedig-Hoog). Deze vergelijking vormt de achtergrond waartegen de nieuwe berekeningen gezet kunnen worden: GC is het uitgangspunt voor de nieuwe berekeningen, Voorspoedig is het 'wenkend perspectief' waar naar toe gewerkt wordt.

### *Vergelijking op landelijk niveau*

Op het meest geaggregeerde niveau ziet de vergelijking eruit zoals weergegeven in Tabel 7.2. Het gaat hierbij om dezelfde cijfers als Tabel 7.1, maar nu op een andere manier gerangschikt.

Tabel 7.2 *Vergelijking decompositie TVB 1995-2020 [%/jaar]*

	Trend	Voorspoedig	GC	GC-EBN
Volume-effect	2,3	2,3	3,3	3,3
Structureffect	-0,5	-0,5	-0,3	-0,3
Besparingseffect	-1,1	-1,5	-1,6	-2,0
- ww eindverbruik	-0,7	-0,9	-0,9	-1,2
- ww dematerialisatie, recycling en materiaalsubstitutie	-0,2	-0,3	-0,3	-0,4
- ww aanbod	-0,2	-0,3	-0,4	-0,4
Totaal	0,7	0,3	1,4	1,0

De groei van het Nederlandse verbruikssaldo (ook wel Totaal Verbruik Binnenland genoemd) wordt hier opgesplitst in een aantal effecten. Het opvallendste verschil in Tabel 7.2 is het feit dat de besparingen in GC net zo hoog zijn als in Voorspoedig, terwijl in dat laatste scenario meer beleid is verwerkt (zij het vaak impliciet). Daarvoor zijn op dit geaggregeerde niveau al een aantal verklaringen te geven:

- De hogere economische groei leidt tot een snellere verjonging van de kapitaalgoederenvoorraad en dus tot meer energiebesparing.
- In GC zijn de energieprijzen hoger, wat ook leidt tot meer besparingen.
- In GC is de Energie-investeringsaftrek (nieuw beleid) verwerkt.

Tabel 7.3 *Decompositie van het verbruik in PJ's in 2020 [PJ]*

	Trend	Voorspoedig	GC	GC-EBN
Primair fossiel verbruik 2020 na volume en structureffect <sup>1</sup>	4.659	4.546	5.934	5.934
Dematerialisatie	-239	-234	-499	-499
Europees beleid	0	-100	0	0
Besparingen op eindverbruik in enge zin	-814	-1.001	-1.078	-1.452
Besparingen door rend. verb. en WKK	-297	-300	-424	-388

<sup>1</sup> Dit is wat het verbruik zou zijn geweest vóór besparingen, zonder WKK, zonder rendementsverbetering van centrales, zonder import van elektriciteit en zonder toepassing van duurzame energie.

De hogere economische groei en het kleinere structureffect leiden ertoe dat de vraag voor besparingen in GC veel hoger is dan in de 'Schetsen'. Om dit soort effecten ook in PJ's uit te drukken is de volgende aanpak gevolgd. Voor het basisjaar is voor de eindverbruikssectoren berekend wat hun energievraag (ondervuring, elektriciteit en niet-energetisch gebruik) zou zijn als er geen warmte/kracht en duurzame energie zou zijn geweest. Op dat berekende verbruik worden vervolgens de volume-, structuur- en besparingseffecten 'losgelaten'. Daarbij wordt ook steeds de vraag naar elektriciteit omgerekend naar primair verbruik, waarbij is aangenomen dat er geen elektriciteit wordt geïmporteerd. Deze laatste stap wordt gezet om de effecten op de verschillende soorten verbruik te kunnen optellen.

Omdat in deze benadering wordt uitgegaan van de eindverbruikssectoren, wordt het verbruik van de raffinaderijen, olie- en gaswinning en cokesfabrieken buiten beschouwing gelaten. De 'bottom line' van de aldus berekende PJ-tabel (zie Tabel 7.3) komt daarom niet uit op het totale Nederlandse verbruikssaldo. Daarnaast ontbreken ook effecten van duurzame energie en elektriciteitsimport.

Het effect van duurzame energie op het verbruikssaldo is overigens erg gering. Dit komt omdat de toepassing van biomassa (met name in AVI's) geschiedt met een relatief laag rendement. Aangezien de energie-inhoud van de biomassa wordt meegeteld in het verbruikssaldo, betekent toepassing van biomassa juist een verhoging van het verbruikssaldo. Dat doet de eventuele 'winst' in het TVB behaald met de toepassing van stromingsbronnen (waarvan de input niet wordt meegeteld) voor een groot deel teniet. De effecten van rendementsverbetering van centrales is naar rato van de afname verdeeld over de sectoren. Zie daarvoor de cijfers in de diverse hoofdstukken met sectorresultaten.



## 8. VARIANTEN EN GEVOELIGHEIDSANALYSE

In dit hoofdstuk worden een aantal varianten gepresenteerd. Allereerst is in 8.1 een kort overzicht gegeven van een CPB-berekening met energieheffingen. Deze heffingen wijken iets af van de heffingen in het EBN-pakket waar ECN aan gerekend heeft. Daarna volgt in 8.2 een gevoeligheidsanalyse van het effect van het EBN-pakket bij lagere energieprijzen. Het effect wordt voor productiebedrijven, huishoudens, utiliteit en duurzame energie afzonderlijk beschreven. Tenslotte wordt in 8.3 een vergelijking gemaakt tussen de autonome ontwikkeling in het GC-scenario, het EBN-pakket en de besparingsopties in het Integraal Milieuplan van de Energie Sector (IMES).

### 8.1 Resultaten CPB

#### 8.1.1 CPB-berekening (generieke maatregelen t.o.v. actualisatie)

Het CPB heeft in een variant het effecten van een verdubbeling van de REB en de WBM berekend. De resultaten hiervan staan in onderstaande tabel. Van de effecten op ondervering bij industrie en diensten zit ruwweg 1/3 bij de utiliteit. Bij elektriciteit is dit meer dan 50%.

Tabel 8.1 *Effecten generieke maatregelen volgens CPB (daling in PJ)*

	2000	2010	2020
Ondervuring Industrie en diensten	1,4	20,2	27,7
Huishoudens: koken/warm water	1,3	5,2	5,5
Huishoudens: verwarming	5,2	19,5	17,8
Elektriciteit Industrie en diensten	0,4	5,2	7,9
Elektriciteit huishoudens	0,2	6,2	9,4
TVB effect (schatting)	10 (-0,3%)	70 (-1,9%)	90 (-2,1%)
TVB-GC was	3.260	3.697	4.235
Effect actualisatie (zie ook 2.2.1)	-4 (-0,1%)	-23 (-0,6%)	-26 (-0,6%)
Nieuwe TVB incl. generiek	3246	3604	4119

Voor de periode 1995-2010 neemt de efficiency verbetering met 0,13%/jaar toe. Tot 2025 is dit minder: 0,08%/jaar. Ofwel de bekeken maatregelen veranderen de 1,6% efficiency verbetering per jaar in 1,7%/jaar. De daling in CO<sub>2</sub>-uitstoot is ongeveer 4 tot 5 Mton; vergelijkbaar met variant 1 van de v/d Vaart berekeningen.

Zoals bekend is in de Besparingsnota gekozen voor een andere verdeling van de generieke instrumenten. Geen verhoging van de WBM en een iets grotere verhoging van de REB. De besparing door generieke instrumenten zal ten opzichte van de hier genoemde cijfers bij de industrie vrijwel geheel, en bij de utiliteit substantieel verminderen. Bij de huishoudens zal de besparing toenemen.

## 8.2 Gevoeligheidsanalyse met lagere prijzen

### 8.2.1 Keuze van de prijzen

In de varianten is al gekeken naar het effect naar hogere of lagere overheidsheffingen op de effect van het EBN-besparingspakket. Om de gevoeligheid van het EBN pakket te testen is met de diverse SAVE-modellen ook een berekening gedaan aan het GC-scenario met andere prijzen. Gezien de stijgende prijzen in het GC-scenario lag het voor de hand om hierbij te kiezen voor het constant houden van de prijzen voor brandstoffen en elektriciteit op het niveau van 1995. Daarbij is alleen naar de eerste orde effecten gekeken, en heeft er geen terugkoppeling plaatsgevonden naar de economische groei.

Uiteindelijk bleek de keuze voor stabilisatie op 1995 niveau niet de meest optimale geweest te zijn. In het GC-scenario blijken de elektriciteits- en gasprijzen in 2000 namelijk eerst nog wat te dalen t.o.v. 1995. Dit betekent dat de variant eigenlijk pas na 2000 verschil op begint te leveren. In 2005 liggen de prijzen 5 tot 10% hoger dan in 1995. In 2010 is dit opgelopen tot 10 tot 20%.

In tegenstelling tot de varianten zijn nu twee berekeningen uitgevoerd: een berekening aan het GC-basisscenario met lagere prijzen (en dus een hogere energievraag) en een berekening met dezelfde prijzen maar dan in GC met het EBN-pakket. Dit levert voldoende informatie op over de robuustheid van het pakket ten aanzien van energieprijzen. Wel moet opgemerkt worden dat de CPB-modellen over het algemeen een grotere prijselasticiteit hebben. Dit betekent dat eenzelfde berekening uitgevoerd door het CPB waarschijnlijk op een hogere niveau voor de energievraag uit zou komen. Voor zover het CPB het absolute verschil tussen beide berekeningen zou kunnen kwantificeren (ofwel het effect van het EBN-pakket zou bepalen bij lagere energieprijzen), is er geen reden om aan te nemen dat dit substantieel van de ECN berekening af zou wijken.

### 8.2.2 Productiebedrijven en lagere prijzen

In Tabel 8.2 is aangegeven wat het effect is op de finale vraag indien de prijzen constant gehouden worden. Allereerst is het verbruiksmutatie t.o.v. GC gegeven bij de lagere prijzen. Hoewel in 2000 het verbruik zelfs iets lager ligt (zie paragraaf over energieprijzen) is in 2010 het verbruik, zoals te verwachten was bij lagere energieprijzen, hoger. Dit effect neemt in de tijd toe. In 2020 is het verbruik bijna 30 PJ primair hoger.

Tabel 8.2 *Effect lage prijzen op finale vraag productiebedrijven [% van de betreffende energievraag]*

	2010	2020
Meerverbruik GC met lage prijzen		
Warmte	0,1%	1,6%
Elektriciteit	0,6%	0,6%
Meerverbruik GC-EBN met lage prijzen		
Warmte	-0,1%	2,4%
Elektriciteit	0,6%	0,6%

Daarnaast is aangegeven wat er met het verbruik gebeurt als GC-EBN bij lage prijzen wordt doorgerekend. Het verbruik valt dan in 2020 ongeveer 40 PJ (primair) hoger uit. Worden beide berekeningen vergeleken dan blijkt de effectiviteit van het EBN pakket in 2010 niet veel te veranderen (komt mede door het gekozen lage prijsscenario). In 2020 blijkt het EBN-pakket bij lage prijzen bij de productiebedrijven ongeveer 10% minder te

besparen. De voornaamste oorzaak hiervan is, is dat in het EBN-pakket voor productie-bedrijven de rentabiliteit een belangrijke rol speelt. Bij lagere brandstofprijzen, vermindert de rentabiliteit, en zo ook het aantal genomen besparingsmaatregelen.

### 8.2.3 Huishoudens en lagere prijzen

In Tabel 8.3 is aangegeven wat het effect van lagere prijzen op de sector huishoudens is. In het GC-scenario ligt het primair energieverbruik in 2020 ongeveer 15 PJ hoger (4 PJ in 2010). De warmtevraag stijgt terwijl de elektriciteitsvraag daalt. Dit is vooral het gevolg van verminderde substitutie van aardgas naar elektriciteit (bijvoorbeeld door elektrische warmtepompen). In GC-EBN met lage prijzen is dit verschil in 2020 afgenomen tot 5 PJ. Per saldo komt het er op neer dat het EBN-pakket voor huishoudens in het beeld met lagere prijzen in 2020 ongeveer 8% meer bespaard is (3% in 2010). Oorzaak hiervan is het de keuze voor regelgeving in het EBN-pakket. Maatregelen die bij lagere prijzen niet vanzelf meer gebeuren worden hierdoor alsnog verplicht gesteld.

Tabel 8.3 *Effect lage prijzen op finale vraag huishoudens [% van de betreffende energievraag]*

	2010	2020
Meerverbruik GC met lage prijzen		
Aardgas en warmte	1,3%	5,8%
Elektriciteit	-0,9%	-2,4%
Meerverbruik GC-EBN met lage prijzen		
Aardgas en warmte	1,0%	3,9%
Elektriciteit	-0,9%	-1,8%

### 8.2.4 Utiliteit en lagere prijzen

Bij de utiliteit leiden de lagere prijzen in 2020 tot een hoger verbruik van ongeveer 11 PJ primair t.o.v. het GC-scenario. Ook na toepassing van het EBN-pakket is dit geval (3 PJ primair). Het verschil is echter wel kleiner geworden. Ofwel het EBN-pakket bespaard bij deze lagere prijzen ongeveer 8 PJ (6%) meer. De oorzaak hiervan is het accent op regelgeving. Maatregelen die door de lagere prijzen achterwegen blijven kunnen door het regelgeving in EBN-pakket alsnog toegepast worden.

Tabel 8.4 *Effect lage prijzen op finale vraag utiliteit [% van de betreffende energievraag]*

	2010	2020
Meerverbruik GC met lage prijzen		
Warmte	1,0%	3,2%
Elektriciteit	0,5%	0,2%
Meerverbruik GC-EBN met lage prijzen		
Warmte	0,5%	0,5%
Elektriciteit	0,4%	0,6%

### 8.2.5 Duurzame energie

Indien de energieprijzen niet stijgen zoals dit voorzien is in het GC-scenario heeft dit een negatief effect op het gebruik van duurzame energie. De rentabiliteit van de diverse opties zal hierdoor afnemen. Binnen de hier gehanteerde methodiek gaat het in 2020 om



bijvoorbeeld 10% minder windenergie en om 30% minder Zon-PV. Het effect van de vrijstellingen rond de REB in het kader van de EBN is echter zo substantieel dat de effecten op duurzaam wel meevallen. Bijna de gehele terugloop door de lagere prijzen wordt hierdoor gecompenseerd. Uiteindelijk is hierdoor het productie met windenergie 1% en met zon-PV slechts 4% lager in GC-EBN met lage prijzen dan in GC-EBN. Hierbij moet natuurlijk aangetekend worden dat het potentieel in GC-EBN mede bepaald wordt door fysieke restricties (bouwsnelheid aantal locaties etc.) die veel minder afhankelijk zijn van de energieprijzen.

### 8.2.6 Conclusies variant met lagere prijzen

In deze variant is gekeken naar de effecten van lager energieprijzen op de energievraag. Hierbij is als randvoorwaarde verondersteld dat de lagere prijzen geen invloed hebben op de economische ontwikkeling. De lagere prijzen leiden tot een hoger energieverbruik. Wordt bij de nieuwe situatie het EBN-pakket aan maatregelen geïntroduceerd dan blijkt uit de berekeningen dat het besparingseffect hiervan voor de sectoren waar regelgeving het belangrijkste instrument is toeneemt. In sectoren waar implementatie afhankelijk is gesteld van rentabiliteit neemt de effectiviteit juist af. Per saldo is er sprake van een toenemend besparingseffect, dat een gedeelte van de stijging van de energievraag vermindert.

De lagere energieprijzen hebben daarnaast een negatief effect op het potentieel aan duurzame energie. De stimuleringsmaatregelen van de EBN zijn zodanig robuust dat ook bij lagere energieprijzen vrijwel hetzelfde potentieel bereikt wordt.

## 8.3 De besparingsnota en IMES

### 8.3.1 Vergelijking uitgangspunten IMES en EBN

#### *Inleiding*

In 1996 zijn in het kader van het IMES (Integraal Milieuplan van de Energie Sector) een aantal energiebesparingsopties (en opties om de verzuring terug te dringen) gedefinieerd waaraan de IMES-participanten (Gasunie, Sep en EnergieNed) een bijdrage zouden kunnen leveren. Het doel wat de IMES-partners daarbij voor ogen hebben is: 'Het op kosteneffectieve wijze verbeteren van de energieprestaties door hetzij minder, hetzij beter, hetzij anders brandstof/energie te verbruik dan wel op te wekken'. Van de diverse opties is een 'theoretisch potentieel' bepaald en een 'voorgenomen potentieel'. Dit laatste is wat de sector haalbaar acht, en waarover zij met de overheid in discussie wil gaan. Bij de selectie van het IMES-pakket vormt kosteneffectiviteit een belangrijk uitgangspunt. De overheid staat positief tegenover het IMES-initiatief dat door de sector zelf is opgezet.

In februari 1998 zijn door ECN de resultaten gepresenteerd van een vergelijking van het IMES-pakket met berekeningen zoals ECN deze uitgevoerd heeft aan het GC-scenario en aan het EBN-pakket met besparingsmaatregelen. In deze paragraaf zal op de resultaten van deze vergelijking worden ingegaan.

#### *IMES-speelveld*

Een belangrijk aspect van IMES is, dat het betrekking heeft op het verbruik waarbij de deelnemers betrokken zijn. Het gaat hier vooral om aardgas- en warmtelevering en de productie van elektriciteit. Olieverbruik door transport, raffinaderijen en als industriële grondstof valt buiten het IMES speelveld. Het IMES-speelveld is ongeveer 57% van het totale Nederlandse verbruik en 60% van de CO<sub>2</sub>-uitstoot. Het verschil in percentage wordt o.a. veroorzaakt door verschillen in gebruikte brandstoffen en in de berekening van de CO<sub>2</sub>-uitstoot door grondstofverbruik. Binnen het GC-scenario blijven deze aandelen vrijwel constant.

In de scenario's blijkt het grondstofgebruik van energiedragers minder hard te groeien dan de vraag naar brandstoffen. Daarnaast zijn er ook minder besparingsmogelijkheden op de grondstofvraag. Dit betekent dat zowel de groei van het verbruik als de energiebesparing relatief sterk in het IMES-speelveld plaats zal vinden; ofwel in de IMES-sectoren vindt in GC de grootste groei plaats, maar ook de meeste besparing. Wordt naar het EBN-pakket gekeken dan is dit effect nog sterker. Van de 13,5 Mton CO<sub>2</sub> die het EBN-pakket reduceert, zit 12,5 Mton in het IMES-speelveld en slechts 1 Mton daarbuiten. De komt omdat het EBN-pakket zich vooral richt op utiliteit en huishoudens (IMES-sectoren) en vrijwel niet op de transportsector (olieverbruik). Het EBN-pakket heeft slechts beperkt effect op de grondstofvraag en de industriese sector, waartoe ook de raffinaderijen gerekend worden. Verwacht mag dan ook worden dat de IMES opties een grote overlap met het EBN-pakket te zien zullen geven.

#### *Scenario's*

Het GC-scenario, één van de drie nieuwe CPB-scenario's, is een scenario met een grote marktwerking, een sterke technologische ontwikkeling, stijgende olieprijs (tot 28\$/vat in 2020) en een hoge economische groei van 3,3%/jaar. Het overheidsbeleid in het basis-scenario's (GC-act) is het bestaande beleid medio 1996 incl. enkele meer recente bijstel-

lingen op het gebied van Energie-investeringsaftrek en vrijstelling REB; Er is geen voortzetting van de MAP na 2000 verondersteld. In GC-act is de besparing bijna 1,7%/jaar.

IMES hanteert lagere (constante) energieprijzen, technologie anno 1996, een economische groei van naar schatting 2%/jaar en een groei van de energievraag excl. besparing van 1,7%/jaar. Het besparingspercentage ligt rond de 0,3%/jaar. Kerncijfers van de scenario's staan in Tabel 8.5.

Tabel 8.5 *Kerncijfers IMES-scenario versus GC*

	IMES	GC
Basisjaar datamateriaal	1993	1994/1995
Beschouwde periode	1997-2010	1995-2020
Economische groei	ongeveer 2%/jaar	3,3%/jaar
Technologie	stand 1996	ontwikkeling
Energieprijzen	constant	licht stijgend
Beschouwde deel energievoorziening	IMES-speelveld (57% van het totaal)	gehele Nederlandse energievoorziening
Groei energievraag excl. besparing	1,7%/jaar	3% per jaar
Besparingseffect	-0,3%/jaar	-1,7%/jaar
Groei energiegebruik	1,4%/jaar	1,4%/jaar
Effect besparing pakket	IMES-opties: -1%/jaar	EBN-pakket: -0,4%/j
Resulterende groei energievraag	0,4%/jaar	1,0%/jaar

### *In GC veel autonome besparing*

Het eerste dat opvalt is dat IMES een scenario hanteert met een veel lagere economische groei. Stel dat het CPB ook met de lagere economische groei van IMES een berekening uitgevoerd had. Deze zou dan afgaande op ook de andere twee CPB-scenario's naar schatting een autonome besparing opgeleverd hebben van 1,2%/j en een groei van het energiegebruik van 0,6%/jaar. Dit laatste is dan wel bij wat stijgende energieprijzen en wat technologische ontwikkeling. Hoewel dit beeld dan nog steeds iets gunstiger is dan de IMES-uitgangspunten, komt IMES voor het IMES-speelveld slechts tot een autonome besparing van 0,3% per jaar. Hier zal een vergelijking gemaakt worden op basis van het GC-scenario. Hierin vindt autonoom meer besparing plaats dan in scenario's met een lagere economische groei. Wordt echter gekozen voor scenario's met een lagere economische groei, dan vallen de 'autonome' besparingen evengoed hoger uit dan in IMES het geval is. De keuze van het GC-scenario als vergelijkingsbasis heeft echter wel een extra negatief effect op het deel van IMES wat binnen het scenario niet 'autonoom' gerealiseerd wordt.

Mogelijk dat er ook sprake is van een verschil van opvatting rond het begrip van autonoom. In GC vindt de besparing autonoom plaats mede dankzij een (positieve) inspanning van alle marktpartijen. In IMES wordt een autonome besparing bepaald als de energiesector 'niets' doet, de prijzen niet stijgen en er geen technologische ontwikkeling plaatsvindt.

### 8.3.2 Resultaten vergelijking IMES en GC-EBN

In Tabel 8.6 staat een door ECN gemaakt overzicht van de opbouw van de CO<sub>2</sub>-reductie in IMES. Een belangrijk deel van de reductie komt voor uit besparing bij het energieaanbod (o.a. door WKK en efficiencyverbetering bij de centrale elektriciteitsopwekking) en de energievraag (o.a. door isolatie, HR-ketels en opties bij de industrie). Daarnaast vindt er

reductie plaats door de het vervangen van fossiele brandstoffen door duurzame energie (o.a. wind en biomassa). Daarnaast wordt CO<sub>2</sub> gereduceerd door het vervangen van kolen door gas (de rendementsverbetering hierdoor zit al bij energieaanbod) en door effectgerichte maatregelen zoals bosaanplant (vooral in het buitenland). Effectgerichte maatregelen zijn in het GC-scenario en de EBN niet meegenomen.

Tabel 8.6 *Opbouw CO<sub>2</sub>-reductie in IMES*

	[PJ]	[Mton CO <sub>2</sub> ]
Besparing bij energieaanbod	110	8
Besparing op energievraag	140	8
Fossiele brandstof besparing door duurzaam	30	2
Subsidie van kolen door gas		4
Bosaanplant		4
Totaal	280	26

Uit de IMES-lijst zijn 59 opties geselecteerd die betrekking hebben op het energiegebruik (een aantal IMES opties richten zich ook op verzuring, waar hier verder niet op ingegaan wordt). Van deze 59 opties, (24 aanbod; 35 vraag) blijken er 15 niet door ECN meegenomen te worden (6 aanbod, 9 vraag). Het gaat hierbij om 12% van de CO<sub>2</sub>-reductie van het totale IMES-pakket (4% als gekeken wordt exclusief bosaanleg). Ofwel in de ECN berekeningen ontbreken alleen enkele kleinere IMES-opties en bosaanplant.

Van de diverse opties die wel bij ECN in de beschouwingen zijn meegenomen is een zorgvuldige vergelijking tussen IMES, GC en GC-EBN gemaakt. Het ging hierbij vooral om potentieel, maar ook is naar kosten gekeken. Uit deze vergelijking bleek dat 75% van het IMES-potentieel bij de huishoudens al in het GC-scenario zit. Bij de utiliteit is dit minder (50%). Ook werd hier geconstateerd dat kostencijfers, voor zover na te gaan viel, uiteenliepen. Bij industrie bleken ook de meeste opties al direct in GC te penetreren. Alleen 'good housekeeping' leverde hier enige aanvullende besparing op. Ook kan hier de vraag gesteld worden hoe de IMES-partijen hier een katalyserende rol vorm gaan geven. De invulling van de elektriciteitsvoorziening is (zonder nieuwe kolencentrales, met veel WKK en met extra biomassa en wind) in het GC-scenario zodanig dat ook hier de IMES-opties als voor een groot deel ingevuld zijn.

Het resultaat van de vergelijking staat in Tabel 8.7. Van alle IMES-opties (excl. Bosaanleg) blijkt 80% al in het GC-basisscenario door autonome oorzaken plaats te vinden. De opties uit de EBN, die o.a. meer besparing bij huishoudens en industrie veroorzaken en tot een grotere inzet van duurzame energie leiden, verhogen dit percentage tot 90%. In de resterende 10% zitten ook de opties die bij ECN niet aanwezig waren.

Tabel 8.7 *Het IMES pakket en de overlap met GC en GC-EBN in 2010 [Mton CO<sub>2</sub>]*

	Effect in IMES	Nog over in GC	Nog over in GC-EBN
Opties energievraag	8,5	2,5	0,5
Opties energieaanbod	13,5	2	1,5
Bosaanleg	4	4	4
Totaal	26	8,5	6

Hierbij moet natuurlijk wel opgemerkt wordt dat de IMES-deelnemers een belangrijke partij zijn bij de realisatie van de 'autonome' besparing. Ook bij de besparingen zoals deze elders in dit rapport voor de EBN uitgerekend worden kan de sector een belangrijke bemiddelende en initiërende rol spelen. Ten aanzien van de overlap tussen de door IMES geïnventariseerde opties en het GC-scenario speelt natuurlijk de keuze van GC als ver-

gelijkingsbasis een negatieve rol. Ofwel de rol van de IMES-deelnemers neemt toe onder andere omstandigheden, zoals lagere prijzen en minder economische groei.

## APPENDIX A DETAILCIJFERS KOSTEN-EFFECTIVITEIT

In deze appendix zijn de diverse cijfers omtrent de kosteneffectiviteit in een aantal tabellen weergegeven.

### *Uitgangspunten*

- Levensduur: Voor huishoudens is voor de apparaten een gemiddelde levensduur van 15 jaar gehanteerd en voor de rest van de investeringen 25 jaar. Voor utiliteit is voor alle investeringen een gemiddelde levensduur van 25 jaar gehanteerd. Bij de land- en tuinbouw is dit 20 jaar en bij de industrie is dit 10 jaar.
- Rentepercentage: Als rentepercentage voor de maatschappelijke benadering is overal 5% gehanteerd. Voor de eindverbruikersbenadering is dit voor de huishoudens en de utiliteit 8% en voor de industrie en land- en tuinbouw 15%.

Het is hierbij van belang te vermelden dat andere publikaties (zoals bijvoorbeeld het zogenaamde optiedocument [20]) zowel voor de levensduur (waarover afgeschreven wordt) als voor het rentepercentage andere cijfers kunnen hanteren. Deze aannamen hebben een behoorlijke invloed op de uiteindelijk gevonden kosteneffectiviteit.

In Tabel A.1 staan de gehanteerde energieprijzen. Voor elektriciteit zijn in 2010 en 2020 dezelfde prijzen gehanteerd. De kosteneffectiviteit is hier dus berekend met de prijzen het GC-scenario met daarboven nog de verhoogde REB heffing. De kosteneffectiviteit komt hierdoor gunstiger uit dan indien met de huidige prijzen gerekend wordt (zoals in de besparingsnota [2] is gedaan).

Tabel A.1 *Gehanteerde energieprijzen*

	Energieprijzen eindverbruikers					Maatschappelijke kosten benadering	
	1995	2010	waarvan REB	2020	waarvan REB	2010	2020
<b>Gasprijs in gld/GJ</b>							
Huishoudens	15,8	25,4	8,5	28,4	8,5	7	8
Utiliteit	12,6	19,1	4,8	21,1	4,8	7	8
Land en tuinbouw	7,6	8,5	0	9,6	0	7	8
Industrie	6,3	7,2	0	8,3	0	7	8
<b>Elektr. prijs in gld/GJ</b>							
Huishoudens	55	85,1	23,3	85,1	23,3	25	25
Utiliteit	45	63,2	16	63,2	16	25	25
Land en tuinbouw	50	71	18	71	18	25	25
Industrie	33	37	0	37	0	25	25

### *Inhoud tabellen*

Allereerst volgen tabellen voor de diverse sectoren (huishoudens, utiliteit, land- en tuinbouw en industrie). Daarna volgt een tabel met het totaal van de 4 sectoren en met het effect van alleen een verhoging van de REB op GC-actualisatie. Elke tabel bevat de investeringskosten, de subsidies (inclusief fiscale stimulering), de besparing op aardgas en elektriciteit en een direct hieruit berekende CO<sub>2</sub>-reductie. Met de bovenstaande uitgangspunten zijn drie kosteneffectiviteitscijfers berekend, voor de eindverbruik met en

zonder rekening te houden met subsidies en een maatschappelijke kosten benadering. Daarnaast zijn ter vergelijking voor 2010 ook cijfers met de rentepercentage's en de afschrijvingstermijnen van het optiedocument (eindverbruikers-benadering zonder subsidies) opgenomen.

Bij industrie en land- en tuinbouw is de zaak wat ingewikkelder, omdat er ook nog sprake is van uitgespaarde investeringen (zijn investeringen waarvan wordt afgezien) verhoogde jaarlijkse kosten (bijvoorbeeld in de vorm van gedeerde inkomsten) en subsidiegeld (voor doorbraaktechnieken) op de jaarlijkse kosten (zie onder andere Tabel 4.5 en de tekst ter plaatse). Tenslotte moet opgemerkt worden dat de sectoren hier homogeen behandeld worden. Binnen een sector bestaan echter verschillen in energie en grondstofprijzen. Indien hier rekening mee wordt gehouden (zie bijvoorbeeld Tabel 4.6) ontstaat een iets ander kostenbeeld.

Tenslotte moet opgemerkt worden dat de kosteneffectiviteit zeer sterk afhankelijk is van de gekozen uitgangspunten en bijvoorbeeld de gehanteerde investeringskosten en brandstofprijzen. De kosteneffectiviteit wordt namelijk bepaald door eerst het verschil te bepalen uit de lasten (onder andere investeringskosten) en baten (uitgespaarde energiekosten) en dit daarna te delen door de CO<sub>2</sub>-reductie. Een iets lagere investering en iets hogere energieprijzen leidt dan direct tot een forse verschuiving in kosteneffectiviteit. Een verschuiving van 10% in beide posten kan een verandering van 20 tot 100 gld/ton CO<sub>2</sub> opleveren.

Tabel A.2 *Kosteneffectiviteit huishoudens*

	Totale	Totale	Besparing	Besparing	CO <sub>2</sub>	Specifieke reductie kosten <sup>17</sup>			Optiedocument <sup>18</sup>
	investering	subsidie	gas	elektriciteit	reductie	eindverbruiker excl. subsidie	eindverbruiker incl. subsidie	maatschappelijk	eindverbruiker excl. subsidie
	[mln gld]	[mln gld]	[PJ]	[PJ]	[Mton]	[gld/ton CO <sub>2</sub> ]	[gld/ton CO <sub>2</sub> ]	[gld/ton CO <sub>2</sub> ]	[gld/ton CO <sub>2</sub> ]
Huishoudens 2010	1995-2010	1995-2010							
EPN-huishoudens	6.000	219	17,0	-1,8	0,77	367	341	373	431
EPK-huishoudens	13.000	1.204	61,4	1,6	3,60	-133	-164	88	-103
Elektrische apparaten	660	138	0,0	7,2	0,72	-744	-766	-175	-744
Totaal EBN	19.660	1.560	78,4	7,0	5,09	-143	-173	94	-113
wv heffingen	1.892	161	1,7	4,4	0,54	-449	-477	-14	-420
GC-act. + REB verhoging	3.081	122	12,1	4,1	1,08	-336	-347	0	-313
Huishoudens 2020	1995-2020	1995-2020							
EPN-huishoudens	15.000	405	42,5	-4,3	1,95	289	270	345	
EPK-huishoudens	23.705	1.422	64,5	0,6	3,67	92	56	245	
Elektrische apparaten	1.359	272	0,0	13,2	1,32	-760	-778	-186	
Totaal EBN	40.064	2.098	107,0	9,5	6,94	-14	-42	191	
wv heffingen	3.466	295	3,0	8,1	0,98	-460	-488	-18	
GC-act. + REB verhoging	5.930	228	18,3	6,6	1,69	-312	-325	28	

<sup>17</sup> Kosten bij eindverbruikers is incl. BTW.

<sup>18</sup> Het Optiedocument rekent bij huishoudens voor investeringen (excl. de elektrische apparaten) met een afschrijvingstermijn van 20, in plaats van 25 jaar. De kosten vallen hierdoor iets hoger uit. Ook heeft het Optiedocument warmtepompen apart opgenomen (deze zijn in deze tabel verwerkt bij 'elektrische apparaten').



Tabel A.3 *Kosteneffectiviteit utiliteit*

	Totale	Totale	Besparing	Besparing	CO <sub>2</sub>	Specifieke reductie kosten			Optiedocument <sup>19</sup>
	investering	subsidie	gas	elektriciteit	reductie	eindverbruiker excl. subsidie	eindverbruiker incl. subsidie	maatschappelijk	eindverbruiker excl. subsidie
	[mln gld]	[mln gld]	[PJ]	[PJ]	[Mton]	[gld/ton CO <sub>2</sub> ]	[gld/ton CO <sub>2</sub> ]	[gld/ton CO <sub>2</sub> ]	[gld/ton CO <sub>2</sub> ]
Utiliteit 2010	1995-2010	1995-2010							
EPN-utiliteit	11.074	889	35,8	-0,2	2,0	184	142	272	553
EPK-utiliteit	5.656	680	22,6	2,6	1,5	-42	-84	117	203
Totaal EBN	16.724	1.569	58,3	2,4	3,5	86	44	205	401
wv heffingen	414	68	1,2	1,9	0,3	-404	-430	-102	-297
GC-act. + REB verhoging	921	138	9,8	0,5	0,6	-222	-243	-26	-120
Variant EBN	12.184	1.561	47,7	1,8	2,9	41	-11	170	323
Utiliteit 2020	1995-2020	1995-2020							
EPN-utiliteit	27.214	1.557	92,7	-1,2	5,1	131	103	240	
EPK-utiliteit	11.579	1.247	46,6	0,0	2,6	38	-7	171	
Totaal EBN	38.793	2.804	139,3	-1,1	7,7	99	65	217	
wv heffingen	192	47	-5,2	4,1	0,1	-1.130	-1.168	-406	
GC-act. + REB verhoging	1.417	203	13,7	0,7	0,8	-240	-263	-32	
Variant EBN	24.823	2.734	108,8	-2,6	5,8	33	-11	164	

<sup>19</sup> Het Optiedocument rekent bij utiliteit voor investeringen met een afschrijvingstermijn van 20, in plaats van 25 jaar. Ook wordt voor de eindverbruikers een rentepercentage van 15% in plaats van 8% gehanteerd. De kosten vallen hierdoor aanzienlijk hoger uit. Ook heeft het Optiedocument warmtepompen apart opgenomen (deze zijn in deze tabel verwerkt bij 'EPK').

Tabel A.4 *Kosteneffectiviteit land- en tuinbouw*

	Totale investering	Totale subsidie	Besparing gas	Besparing elektriciteit	CO <sub>2</sub> reductie	Specifieke reductie kosten			Optiedocument <sup>20</sup>
	[mln gld]	[mln gld]	[PJ]	[PJ]	[Mton]	eindverbruiker excl. subsidie [gld/ton CO <sub>2</sub> ]	eindverbruiker incl. subsidie [gld/ton CO <sub>2</sub> ]	maatschappelijk [gld/ton CO <sub>2</sub> ]	eindverbruiker excl. subsidie [gld/ton CO <sub>2</sub> ]
Land en tuinbouw 2010	1995-2010	1995-2010							
GC-act. + REB verhoging	-132	8	0	1	0,1	5	-10	526	88
Fiscale impuls	148	321	4	0	0,2	35	-213	5	-3
Doorbraaktechnieken R&D	-1	0	3	0	0,2	58	26	85	58
Kleine verbruikers	22	42	0	0	0,0	476	-722	190	248
Totaal EBN	37	371	7	1	0,5	42	-98	138	37
Land en tuinbouw 2020	1995-2020	1995-2020							
GC-act. + REB verhoging	-144	14	0	1	0,1	-17	-38	483	
Fiscale impuls	204	556	2	0	0,1	140	-616	30	
Doorbraaktechnieken R&D	-10	-2	13	0	0,7	18	12	48	
Kleine verbruikers	35	77	0	0	0,0	827	-1.370	359	
Totaal EBN	85	645	16	1	1,0	34	-77	95	

<sup>20</sup> Het Optiedocument rekent bij land- en tuinbouw voor eindverbruikers een rentepercentage van 8%, in plaats van 15%. De kosten vallen hierdoor aanzienlijk lager uit, dit komt niet zo naar voren omdat er door de REB-verhoging ook sprake is van niet gedane (uitgespaarde) investeringen. Verder moet worden opgemerkt dat het Optiedocument een verdergaand pakket maatregelen bevat. De CO<sub>2</sub>-reductie komt hierdoor op 1,8 Mton (in tabel, 0,5 Mton) tegen 50 gld/ton (hier 37 gld/ton).

Tabel A.5 *Kosteneffectiviteit industrie*

	Totale	Totale	Besparing	Besparing	CO <sub>2</sub>	Specifieke reductie kosten			Optiedocument <sup>21</sup>
	investering	subsidie	gas	elektriciteit	reductie	eindverbruiker excl. subsidie	eindverbruiker incl. subsidie	maatschappelijk	eindverbruiker ex- cl. subsidie
	[mln gld]	[mln gld]	[PJ]	[PJ]	[Mton]	[gld/ton CO <sub>2</sub> ]	[gld/ton CO <sub>2</sub> ]	[gld/ton CO <sub>2</sub> ]	[gld/ton CO <sub>2</sub> ]
Industrie 2010	1995-2010	1995-2010							
GC-act. + REB verhoging	23	3	0	1	0,1	-268	-276	-189	-280
Fiscale impuls	402	694	7	0	0,4	31	-292	-26	-6
Doorbraaktechnieken R&D	-165	-13	4	0	0,2	-323	-515	-278	-289
Materiaal efficiency convenanten	0	0	18	0	1,0	0	0	0	0
Restwarmte levering	450	250	10	0	0,6	32	-57	-21	0
Bouwvoorschriften	160	0	1	0	0,1	504	504	286	379
Kleine verbruikers	14	27	0	0	0,0	370	-591	199	271
Totaal EBN	884	961	41	1	2,3	-10	-110	-32	-25
Industrie 2020	1995-2020	1995-2020							
GC-act. + REB verhoging	41	6	0	1	0,1	-277	-284	-199	
Fiscale impuls	574	1.313	7	0	0,4	-97	-379	-109	
Doorbraaktechnieken R&D	-411	-27	10	0	0,5	-231	-301	-200	
Materiaal efficiency convenanten	0	0	35	0	2,0	0	0	0	
Restwarmte levering	450	250	10	0	0,6	-148	-148	-143	
Bouwvoorschriften	1.224	0	7	0	0,4	434	434	236	
Kleine verbruikers	17	55	0	0	0,0	-41	-1.038	-73	
Totaal EBN	1.895	1.597	69	1	4,0	-29	-72	-43	

<sup>21</sup> Het Optiedocument rekent bij industrie voor eindverbruikers met een afschrijvingstermijn van 20, in plaats van 10 jaar. De kosten vallen hierdoor lager uit.

Tabel A.6 *Overzicht kosteneffectiviteit EBN pakket*

Kosten eindverbruikers bij huishoudens zijn incl. BTW	Totale	Totale	Besparing	Besparing	CO <sub>2</sub>	Specifieke reductie kosten		
	investering	subsidie	gas	elektriciteit	reductie	eindverbruiker ex- cl. subsidie	eindverbruiker incl. subsidie	maatschappelijk
	[mln gld]	[mln gld]	[PJ]	[PJ]	[Mton]	[gld/ton CO <sub>2</sub> ]	[gld/ton CO <sub>2</sub> ]	[gld/ton CO <sub>2</sub> ]
Totaal EBN 2010	1995-2010	1995-2010						
Land- en tuinbouw	37	371	6,8	0,8	0,5	42	-98	138
Industrie	884	961	40,5	0,5	2,3	-10	-110	-32
Subtot. industrie+landbouw	921	1.332	47,3	1,3	2,8	-2	-109	-5
Utiliteit	16.724	1.569	58,3	2,4	3,5	86	44	205
Huishoudens	19.660	1.560	78,4	7,0	5,1	-143	-173	94
Subtot. gebouwde omgeving	36.384	3.129	136,7	9,4	8,6	-50	-84	139
Totaal EBN	37.305	4.461	184,0	10,7	11,4	-39	-91	104
Totaal EBN 2020	1995-2020	1995-2020						
Land- en tuinbouw	85	645	16	0,9	1,0	34	-77	95
Industrie	1.895	1.597	69	0,8	4,0	-29	-72	-43
Subtot. industrie+landbouw	1.980	2.242	85	1,7	4,9	-17	-72	-15
Utiliteit	38.793	2.804	139	-1,1	7,7	99	65	217
Huishoudens	40.064	2.098	107	9,5	6,9	-14	-42	191
Subtot. gebouwde omgeving	78.857	4.902	246	8,4	14,6	45	14	205
Totaal EBN	80.837	7.144	331	10,1	19,6	29	-8	149

Tabel A.7 *Overzicht kosteneffectiviteit alleen verhoogde REB heffing (REB nieuw = REB × 2,5)*

Kosten eindverbruikers bij huishoudens zijn incl. BTW	Totale	Totale	Besparing	Besparing	CO <sub>2</sub>	Specifieke reductie kosten		
	investering	subsidie	gas	elektriciteit	reductie	eindverbruiker ex- cl. subsidie	eindverbruiker incl. subsidie	maatschappelijk
	[mln gld]	[mln gld]	[PJ]	[PJ]	[Mton]	[gld/ton CO <sub>2</sub> ]	[gld/ton CO <sub>2</sub> ]	[gld/ton CO <sub>2</sub> ]
GC-act. + REB verhoging 2010	1995-2010	1995-2010						
Land en tuinbouw	-132	8	0	0,8	0,1	5	-10	526
Industrie	23	3	0	0,6	0,1	-268	-276	-189
Utiliteit	921	138	10	0,5	0,6	-222	-243	-26
Huishoudens	3.081	122	12	4,1	1,1	-336	-347	0
Totaal REB op GC-act.	3.892	271	22	6,0	1,8	-279	-294	10
GC-act. + REB verhoging 2020	1995-2020	1995-2020						
Land en tuinbouw	-144	14	0	0,9	0,1	-17	-38	483
Industrie	41	6	0	0,7	0,1	-245	-256	-188
Utiliteit	1.411	203	14	0,7	0,8	-240	-263	-32
Huishoudens	5.930	228	18	6,6	1,7	-312	-325	28
Totaal REB op GC-act.	7.238	452	33	8,9	2,7	-276	-292	20

## APPENDIX B INVOERING VPL OP VINEX-LOCATIES

### *Inleiding*

De Verkeersprestatie op locatie (VPL) is één van de maatregelen voor extra energiebesparing die in het kader van de Energiebesparingsnota is genoemd.

De VPL zou, net zoals de EPN, een kwantitatieve (ontwerp)richtlijn kunnen zijn waarmee de ruimtelijke structuur van een woonwijk kan worden beoordeeld op het (te verwachten) energiegebruik in het verkeer. De VPL is daarmee een mogelijkheid om op lokaal niveau sturing uit te oefenen op het energiegebruik op bijvoorbeeld een VINEX-locatie.

De VPL kan vertaald worden naar [21]:

- Kwaliteit van het fietspadennet, kwaliteit van het voetpadennet.
- Snelheid fiets t.o.v. de auto.
- Zonering en menging van functies.
- Verkeersveiligheid, sociale veiligheid.
- Stallingsmogelijkheden.
- Gerichtheid op openbaar vervoer.
- Afstand woning tot parkeerplaatsen.
- Ruimtelijke kwaliteit.

Centraal staat een afname van autokilometers, maar uitgangspunt is dat er geen mobiliteitsreductie optreedt.

Het beleid van VINEX-locaties richt zich ook op het aanbieden van Hoogwaardig Openbaar Vervoer (HOV). HOV is openbaar vervoer met een hoge frequentie, een regelmatige dienstregeling en een gedeeltelijk eigen infrastructuur. Vanuit het oogpunt van energiebesparing is het niet verstandig om het openbaar vervoer te stimuleren voor kleine afstanden (0-5 km) die normaal gesproken fietsend of lopend worden afgelegd. Het HOV zal zich moeten richten op de wat langere vervoersafstanden. Verder heeft het weinig effect om één HOV-lijn aan te leggen zonder dat het omliggende openbaar vervoer aan hoge eisen voldoet. Dit betekent dat HOV voornamelijk regionale kwestie is, en geen lokale. Bij de berekeningen is uitgegaan van het GC-scenario.

### *VervoersPrestatie op Locatie (VPL)*

In [21] wordt de te verwachten energiebesparing bij substitutie van autogebruik naar fietsgebruik direct vertaald naar de haalbare energiebesparing bij invoering van de VPL.

Uit een onderzoek uitgevoerd door het ITS [21] is gebleken dat automobilisten in stedelijk verkeer 47% van de korte autoritten vervangbaar achten door de fiets. Tabel B.1 geeft voor 1995 het gemiddeld aantal afgelegde kilometers per persoon per dag weer.

Tabel B.1 *Gemiddeld aantal afgelegde km in 1995 [22] [km p.p. p. dag]*

	Autobestuurder	Autopassagier
totaal	15,65	9,41
0-5 km	0,92	0,54
47% vervangbaar	0,43	0,25
percentage van totaal	3%	3%

Wanneer 47% van de korte autoritten vervangen zouden worden door de fiets, betekent dit dat 3% van de afgelegde kilometers met de auto nu door de fiets zouden worden afgelegd. Omdat deze korte ritten relatief onzuinige ritten zijn, valt de energiebesparing hoger uit (4%).

Aangenomen wordt dat alleen op grote VINEX-locaties (meer dan 2000 woningen) de ruimtelijke structuur dusdanig kan worden ontworpen dat deze energiebesparing gehaald zou kunnen worden. Tabel B.2 bevat het percentage woningen dat op grote VINEX-locaties gebouwd gaat worden voor de jaren 2010 en 2020.

Tabel B.2 *Aantal woningen op VINEX-locaties [ $\times 1000$ ]*

	1995	2010	2020
totale woningbestand	6.476	7.574	8.257
nieuwbouw		1.398	2.380
waarvan op VINEX-locaties		1.208	2.056
percentage van totale woningbestand		16%	25%
op grote VINEX-locaties (50%)		604	1.028
percentage van totale woningbestand		8%	12%

Bij de vertaling naar de daadwerkelijke mogelijke energiebesparing is aangenomen dat het percentage woningen op VINEX-locaties hetzelfde is als het percentage auto's van de VINEX-locatie bewoners van het totaal aantal auto's in Nederland. Voor 2010 geldt nu dan het volgende: Van het totaal aantal woningen in 2010 staat 8% op grote VINEX-locaties. De bewoners bezitten 8% van het totaal aantal auto's in Nederland, en nemen 8% van de automobilititeit, en het verbruik, voor hun rekening. De potentiële besparing voor 2010 komt neer op 8% van 4%, dit is 0,3%. Tabel B.3 geeft het energieverbruik van personenauto's en de potentiële besparingen voor 2010 en 2020 voor alleen de VINEX-locaties.

Tabel B.3 *Energiegebruik en besparingen op VINEX-locaties [PJ]*

	1995	2010	2020
Energiegebruik alle personenauto's [23]	239	242	258
Percentage besparing door VPL op VINEX-locaties		0,3%	0,5%
Absolute besparing [PJ]		0,8	1,2

Het besparingseffect valt lager uit omdat niet alle vervangbare autokilometers vervangen zullen worden door fietskilometers. Tevens is het de vraag of met het aanpassen van de ruimtelijke structuur de gehele besparing gehaald kan worden. De VPL kan natuurlijk ook toegepast worden op niet-VINEX-locaties. Wanneer de zelfde berekening wordt gedaan maar dan voor alle grote nieuwbouw-locaties dan wordt de besparing 0,4% voor 2010 en 0,6% voor 2020.

Ook bij bestaande wijken kan de VPL toegepast worden. De mogelijkheden van ruimtelijke structurering zijn natuurlijk veel beperkter; het gaat echter wel om een veel groter aantal auto's.

### *Hoogwaardig Openbaar Vervoer (HOV)*

Als er voldoende vraag naar OV is of gegenereerd wordt, kan hoogwaardig openbaar vervoer worden aangeboden met een hoge frequentie, regelmatige dienstregeling en gedeeltelijk eigen infrastructuur.

In [24] wordt HOV als volgt gedefinieerd, HOV:

- Vormt een vanzelfsprekend onderdeel van het maatschappelijk leven.
- Het imago is goed.
- Het is frequent beschikbaar, toegankelijk, snel, betrouwbaar en comfortabel.
- De sociale veiligheid is gegarandeerd.
- Er is eenheid en samenhang tussen de deelsystemen.
- Goede prijs/kwaliteit verhouding.

Bij het introduceren van HOV op VINEX-locaties zijn drie punten van belang:

- Bij het inschatten van de haalbare besparing moet rekening gehouden worden met het woningaanbod. De kenmerken van de toekomstige bewoners zijn afhankelijk van het woningaanbod. De woningen op VINEX-locaties zijn over het algemeen duurdere koopwoningen [25] en de bewoners hebben dan ook gemiddeld een hoog inkomen, en een hoog autobezit. Als gevolg hiervan zal extra inspanning nodig zijn om OV gebruik van de grond te krijgen.
- Ook belangrijk is het tijdig aanbieden van HOV-diensten en tegelijkertijd zal er zorg gedragen moeten worden voor uitbreiding en kwalitatieve verbetering van het gehele stadsgewestelijk OV-systeem. Het aanbieden van HOV is alleen dan zinvol wanneer het aansluitende openbaar vervoer van hoge kwaliteit is. Dit is de reden waarom het invoeren van HOV gezien kan worden als een stadsgewestelijk/regionaal probleem en niet alleen een lokaal probleem.
- Het gebruik van het HOV mag niet ten koste gaan van het fietsverkeer. Het openbaar vervoer zou dus gestimuleerd moeten worden voor de langere afstanden (> 5 km). In [1] wordt vermelding gemaakt van een studie naar de mobiliteitseffecten van potentiële A- en B-locaties in de Noordvleugel van de Randstad. Deze studie, uitgevoerd door Zandvoort Ordening en Advies in samenwerking met DHV, spreekt van een 3% vermindering van het autogebruik in de Noordvleugel bij invoering van sterk verbeterd openbaar vervoer. Dit komt neer op een energiebesparing van 1,5% in deze regio en 0,5% landelijk.

### *Technische maatregelen*

Naast ruimtelijke ordening en het verbeteren van de kwaliteit van het openbaar vervoer kunnen natuurlijk ook technische maatregelen in het openbaar vervoer resulteren in energiebesparingen in het verkeer en vervoer. Hierbij kan gedacht worden aan efficiency verbeteringen van de voertuigen en de brandstof keuze, bijvoorbeeld toepassing van LPG in plaats van diesel. Technische maatregelen met betrekking tot de personenauto worden al meegenomen in het GC-scenario.



### *Conclusies*

Invoering van de VPL op VINEX-locaties kan leiden tot een energiebesparing van 0,8 PJ in 2010, en 1,2 PJ in 2020. Ook bij andere nieuwbouw locaties en bestaande wijken kan de VPL toegepast worden. Echter bij bestaande wijken zijn de mogelijkheden van ruimtelijke structurering natuurlijk wel beperkter.

De VPL richt zich op lokaal niveau terwijl het HOV-concept voornamelijk een stadsge-westelijk/ regionaal karakter heeft. Dit neemt niet weg dat wanneer een VINEX-locatie ontworpen wordt volgens de VPL-richtlijn en er tevens aandacht wordt besteed aan HOV, de energiebesparingen verder kunnen oplopen. De twee concepten zijn dan ook verbonden met elkaar. De maximaal haalbare energiebesparing bij gezamenlijk invoering ligt waarschijnlijk lager dan de som van de besparingen van beide effecten.

## APPENDIX C NOVEM-PROGNOSE VOOR INDUSTRIEEL VERBRUIK IN 2010

Deze appendix betreft de ontwikkeling van het industriële energieverbruik. Er is een vergelijking gemaakt tussen de EBN-berekeningen door ECN-Beleidsstudies en de door Novem uitgevoerde globale controle daarop. Het oorspronkelijke cijfermateriaal (vragen EZ d.d.6-2-1998) geeft aanleiding tot de volgende opmerkingen.

1. Vertrekpunt: het basisjaar. Aanvankelijke verschillen: ECN gebruikt 1990, Novem 1989, ca +90 PJ. ECN gebruikt finaal verbruik conform balansen NEH hoofdstuk 3, Novem gebruikt totaal uit de productiestatistieken (NEH tabel 9.5.2). ECN berekent industrie exclusief Raffinage, Olie- en gaswinning, Novem inclusief -180 PJ. ECN corrigeert nog voor warmtelevering en graaddagen, +20 PJ. Het huidige verschil van het basisjaarverbruik bedraagt nog steeds ca 90 PJ. (opm.6-3:VS in tabel 9.5.2:1990 prim=1173; 1989 prim=1072. VS in tabel 3.1 1990 prim=1121; 1989 prim=1072).
2. Ontwikkeling van het verbruik zonder besparingen van 1990 tot 2000. ECN hanteert sectorale groeivoeten op basis van CPB-gegevens, en verder uitgesplitst naar segmenten. Groeivoet inclusief optellende structureffecten 3%. Novem hanteerde een globaal cijfer van 5%. Verschil ca 250 PJ.
3. Ontwikkeling van de dematerialisatie tussen 1990 en 2000. ECN gaat uit van 0,4%, Novem voert hier nog geen dematerialisatie op. Definitie van de fysieke grootheden (MJA-monitoring) kan tot verschillen leiden.
4. Ontwikkeling van het verbruik inclusief besparing van 1990-2000. ECN gebruikt het SAVE-model waarin reeds de nu optredende besparing zit en in de basisvariant wordt doorgezet. Besparing over 10 jaar 0,8%, met WKK nog 0,5% erbij. Nieuwe elektriciteitstoepassingen leiden echter weer tot ca 0,7% groei van het primair verbruik. Novem gaat uit van de te verwachten MJA-resultaten in 2000 en interpoleert terug naar 1990. Besparing over 1,3% per jaar inclusief WKK.
5. Ontwikkeling van het verbruik zonder besparingen tussen 2000 en 2010. ECN komt op basis van de CPB-Nemo-gegevens op 3,1% per jaar, Novem aanvankelijk op basis van EZ-informatie op 5%.
6. Ontwikkeling van de dematerialisatie tussen 2000 en 2010. ECN koppelt de CPB-dematerialisatiecijfers aan SAVE, dit leidt tot een zekere overdrijving van ca 40 PJ. Het CPB heeft inmiddels dematerialisatie nog eens neerwaarts bijgesteld. Omdat dit ook meer met de ECN-visie strookt (zie NEV) vindt een neerwaartse bijstelling plaats van de veronderstellingen betreffende dematerialisatie van ca 75 PJ. Novem prognosticeert dematerialisatie op 80 PJ en veronderstelt bovendien dat dit niet autonoom plaatsvindt. Gezien de mogelijke definitieverschillen zou een relatief laag dematerialisatiecijfer van Novem consistent kunnen zijn met een relatief hoog besparingscijfer.
7. Ontwikkeling van de besparingen tussen 2000 en 2010. Op finaal verbruik stemmen de prognoses overeen (0,8%/jaar). WKK wordt door ECN veel optimistischer ingeschat dan Novem doet. *Additioneel* op deze cijfers wordt door ECN nog besparing opgevoerd door (1) restwarmtebenutting op duurzame bedrijfsterreinen (2) materiaal-efficiency in MJA's, voornamelijk is dit voorzichtig ingeschat op 23 PJ voor 2010.

In de onderstaande tabel is een overzicht van de verschillen gegeven waarbij de aanvankelijke inconsistenties zoveel mogelijk zijn aangepast.

Tabel C.1 *Vergelijking berekeningen ECN/Novem voor de industrie, GC, excl. olie- en gaswinning en raffinaderijen, inclusief non-energetisch verbruik*

ECN	Novem
-----	-------

	fin.verbruik [PJ primair]	groei [%/jaar]	fin.verbruik [PJ primair]	groei [%/jaar]
Basisjaar 1990	1.150		1.060	
1990>2000 volume en structuur	1.487	2,6%	1.385	2,7%
1990>2000 +dematerialisatie	1.430	2,2%	1.385	2,7%
1990>2000 +besparing fin.	1.322	1,4%	1.269	1,8%
1990>2000 +besparing wkk	1.258	0,9%	1.209	1,4%
1990>2000 +elektrificatie	1.348	1,6%	1.209	1,4%
2000>2010 volume en structuur	1.829	3,1%	1.633	3,1%
2000>2010 +dematerialisatie	1.675	2,2%	1.553	2,6%
2000>2010 +besparing fin	1.549	1,4%	1.443	1,8%
2000>2010 +besparing wkk	1.474	0,9%	1.413	1,6%
2000>2010 +elektrificatie	1.504	1,1%	1.413	1,6%

## ECN:

- WKK-vermogen in 2010: 5343 Mwe; warmtelevering uit WKK: 143 PJ.

## Novem:

- De meeste interessante WKK-mogelijkheden zijn na 2000 al benut.
- Marginale voordeel WKK daalt met toenemende rendement gemiddelde elektriciteitsproductie.
- Nieuwe industriële WKK zal proces-geïntegreerd zijn.

## APPENDIX D ONDERBOUWING RESTWARMTE

In deze appendix wordt nader ingegaan op de onderbouwing van het gebruik van restwarmte zoals dat bij de productiebedrijven is verondersteld. De systeemgrenzen voor restwarmtebeoordeling zijn als volgt:

De restwarmteleverancier tracht levering van bruikbare energie te realiseren met behulp van een investering. Bruikbare energie is bijvoorbeeld elektriciteit of warmte die kan worden ingezet in een stadsverwarmingsnet of ander proces. Bij warmte is de geografische ligging van groot belang, omdat belangrijke transportverliezen kunnen optreden.

Als vergoeding voor warmte wordt zoveel mogelijk aangesloten bij de voor het bedrijf geldende marginale inkoop tarieven voor energie. Bij de beoordeling van een besparingsoptie wordt door het rekenmodel gewerkt met deze tarieven voor de netto besparingen. Is de opbrengst van de geleverde warmte of elektriciteit aanzienlijk lager, dan moet dit worden opgevoerd als extra kosten van de besparingsoptie. De aansluiting op het aanbodmodel is niet automatisch correct indien voor een bedrijf de netto finale vraag bepaald wordt. Er heeft reeds een stuk conversie plaatsgevonden die niet meer vrij is in te vullen. Er wordt gecheckt of de geproduceerde energie toegepast kan worden.

Directe levering van restwarmte is mogelijk aan een stadsverwarmingsnet of ander proces kan de volgende knelpunten opleveren: (1) ongelijktijdigheid (2) temperatuurverschil (3) ongelijke hoeveelheden. Deze 'mismatches' leiden tot hogere verliezen dan wanneer alleen investeringen en transportverliezen in rekening gebracht worden. Alle drie typen verlies leiden in de praktijk tot 'bijstook'. Het houdt in dat er een extra installatie (ketel) nodig blijft die de volledige capaciteit kan dekken. Dit is vaak sowieso nodig vanwege mogelijke uitval van de restwarmtebron. Evenzo dient de leverancier van restwarmte een voorziening te hebben om de warmte weg te koelen ingeval niet wordt afgenomen. De mate van restwarmtegebruik kan worden aangegeven met de dekkingsgraad van de restwarmtebron. Bij de basisvorm 1 met een gerichte stroom van A naar B komt de extra installatie volledig ten laste van dit project. Bij een warmte-infrastructuur (basisvorm 2) kan met een centrale 'backup' gewerkt worden. Dit verlaagt de investeringskosten maar leidt weer tot hogere transportverliezen.

De kostenvergelijking voor basisvorm 1 is gebaseerd op een referentie waarbij ook back-upfaciliteiten en koelvoorzieningen aanwezig zijn. Voor de afnemer is restwarmte daarom pas kostenneutraal indien de warmtekosten gelijk zijn aan de warmtekosten in de stand-alone situatie, en de investeringen voor inpassing voor rekening zijn van de warmteleverancier. Voor de leverancier geldt als afweging dat de opbrengst van de warmtelevering (marginaal gelijk aan de uitgespaarde brandstof of warmte) en de uitgespaarde elektriciteit voor wegkoeling moet opwegen tegen de investering voor warmteonttrekking, transport en inpassing bij de afnemer plus de transportkosten.

De investering voor warmte-onttrekking is sterk situatie-afhankelijk. Waar reeds een koelwatersysteem voorhanden is om de restwarmte af te voeren is slechts het maken van een aansluiting nodig. Waar warmte beschikbaar komt als hete lucht zijn veel omvangrijker voorzieningen nodig. Uitgegaan wordt van nieuwe installaties waar voorzieningen voor restwarmteafvoer een integraal onderdeel vormen van de installatie. De kosten voor onttrekking kunnen dan op nul gesteld worden. Volgens [26] blijkt dat voor de kosten per GJ een vrijwel lineair verband bestaat met leidinglengte, temperatuurverschil tussen

aanvoer/retour en dekkingsgraad. Uitgaande van 10 km afstand, 45% dekking en 20 graden temperatuursverschil is een redelijke aanname voor de exploitatiekosten 6 mln/PJ. Voor de waarde van de bespaarde warmte wordt in [26] 3,3 mln/PJ gehanteerd uitgaande van een aan het net leverende STEG als referentie. Dit betreft echter marginale warmtekosten in bestaande situaties. Voor nieuwe toepassingen is een bedrag van 5,-/GJ realistischer 27. Dit komt neer op 1 mln/PJ exploitatieverlies. De meerinvestering voor een STEG ten opzichte van een ketel wordt gedekt door de opbrengsten van elektriciteitslevering. Bij voldoende beschikbare projecten van gemiddeld deze specificatie zou een budget van 40 mln per jaar leiden tot een besparing van 40 PJ. Het aantal opties met lage temperatuur restwarmtebehoefte op minder dan 10 km afstand is echter beperkt. Bij een dubbele afstand of anderszins dubbele investeringskosten bedraagt het exploitatietekort al gauw het vijfvoudige. Gezien de grote gevoeligheid voor deze aannames en het nog niet beschikbaar zijn van de Rijnmond-inventarisatie is voorzichtigheid geboden.

De Organic Rankine Cycle wordt ook genoemd in de Rijnmondstudie en betreft omzetting van restwarmte naar elektriciteit door een expansieturbine met een geschikt (organisch) medium. Door Stork werd eerder een economisch potentieel van 19-31 Mwe geraamd. Uitgaande van 15% rendement betreft dit bij 30 Mwe en 8000 draaiuren ca 0,9 P<sub>j</sub><sub>e</sub> en 6 PJ restwarmte. De investering wordt geraamd op 5000,- per kWe voor een specifiek ontworpen en ingepaste installatie, 3000,- per kWe voor een meer gestandaardiseerd type. De netto besparing zou ca 1300,- per kWe per jaar bedragen ten opzichte van volledig wegkoelen van de restwarmte. De terugverdientijd wordt bepaald op 7 jaar. Knelpunt is dat er toch een zekere integratie met procesinstallaties moet plaatsvinden, hier is het zaak aan te sluiten op nieuw te bouwen installaties. Niettemin kan gesteld worden dat een ORC toch in principe een soort aanplaktechniek is. Voorlopig is er echter nog geen goedkope standaard ORC-installatie ontwikkeld. In Rijnmond wordt ORC-techniek minder haalbaar beschouwd dan restwarmtelevering.

Voor warmtepompen wordt een grove aanname gemaakt op basis van elektrische aandrijving met een COP van 3 en een temperatuurlift van 80 naar 100 graden. De exploitatie los van investeringen is hier reeds onrendabel. Het betreft niet de in processen geïntegreerde mechanische dampcompressie die reeds voorzien is binnen bedrijven.

## APPENDIX E ENERGIEBESPARING VIA MATERIAALBESPARING

In deze appendix wordt nader ingegaan op de veronderstellingen rond efficiency verbeteringen onderbouwing van het gebruik van restwarmte zoals dat bij de productiebedrijven is verondersteld. Een groot deel van het Nederlandse energiegebruik kan worden toegeschreven aan de productie van materialen. Dit energiegebruik kan worden gereduceerd door de energie-efficiency van de productieprocessen te verhogen. Het is echter ook mogelijk de materiaal-efficiency bij de gebruikers van de materialen te verhogen. Dit effect kan bereikt worden door in dezelfde productdiensten te voorzien met minder materiaal.

### *E.1 Potentieel*

In Tabel E.1 is een overzicht gegeven van de het totale indirecte energiegebruik via materiaalconsumptie in Nederland [28]. Daarbij zijn de volgende aannames gemaakt.

- De GER-waarde betreft de in de keten voorafgaande energiegebruiken conform de IFIAS-definities. Door de hier gemaakte selectie betreft de GER hoofdzakelijk de energie voor één of twee energie-intensieve processen.
- Voedingsmiddelen vormen een zeer heterogene categorie die nadere studie en uitwerking behoeft en zeker niet veronachtzaamd moet worden.
- Rekening is gehouden met recycling op basis van de herkomst van de nu in Nederland geconsumeerde materialen.
- Voorzover energie uit materialen is terug te winnen wordt deze niet bij de GER geteld. Dit betreft kunststoffen, asfalt, papier, hout en overig natuurlijk organisch. Als niet terugwinbaar worden o.a. smeermiddelen, verf, wasmiddelen en ammoniak beschouwd (overig synthetisch organisch)

Het totaal van 286,7 PJ betreft hier energiegebruik dat deels in Nederland en deels in het buitenland plaatsvindt. Volgens een ruwe schatting is deze verhouding 40/60%. Omdat de Nederlandse materialenindustrie echter ook zeer veel materialen produceert voor het buitenland, zullen ontwikkelingen betreffende materiaalefficiency in het buitenland ook grote invloed hebben op het volume van de Nederlandse materialenproductie. Het beleid in het buitenland gaat de reikwijdte van deze analyse echter te boven. *De verdere analyse beperkt zich tot het gebruik van materialen in Nederland.* Voorts dient te worden opgemerkt dat het in de tabel berekende materiaalgebruik is gebaseerd op de materiaalinhoud van gebruikte producten. Bij o.a. metaalproducten en papierproducten kan nog een aanzienlijk productieverlies optreden, zodat het bruto materiaalgebruik en dus het indirecte energiegebruik 10-30% hoger ligt. Per saldo ligt het energiegebruik bij Nederlandse materialenproducenten tengevolge van Nederlands materiaalgebruik in de orde van 130 PJ exclusief recyclebare grondstoffen.

Een analyse per sector van het gebruik van staal, papier en kunststoffen in Nederland in 1990 is weergegeven in respectievelijk Tabel E.2, Tabel E.3 en Tabel E.4.

Tabel E.1 *Per capita materialenconsumptie en energie equivalent (Nederland, eindgebruik 2000 exclusief voedingsmiddelen) [28]*

Materiaal	Consumptie [kton/jaar]	GER <sup>1</sup> [GJ/ton]		verbruiks- aandeel		Energie [PJ]
		primair	recycling	primair	recycling	
Staal	3.062	23	5	60%	40%	48,4
Aluminium	204	175	5	64%	36%	23,2
Koper	83	100	5	50%	50%	4,4
Lood	81	25	4	75%	25%	1,6
Zink	77	25	4	75%	25%	1,5
Overige metalen	100	50	10	75%	25%	4,0
Polyolefinen <sup>2,3</sup>	593	20	4	90%	10%	10,9
Polystyreen <sup>2</sup>	105	35	4	90%	10%	3,3
PVC <sup>2,4</sup>	186	35	4	90%	10%	5,9
Overige kunststoffen <sup>2</sup>	326	40	5	90%	10%	11,9
Elastomeren <sup>2</sup>	162	25	5	95%	5%	3,9
Overig synth. org. <sup>10</sup>	1.250	5	1	95%	5%	6,0
Ammoniak <sup>5</sup>	1.350	30	0	100%	0%	40,5
Overig synth. anorg. <sup>11</sup>	750	15	0	100%	0%	11,3
Papier/karton <sup>2</sup>	2.903	20 <sup>6</sup>	10	60%	40%	46,4
Hout <sup>2,7</sup>	2.582	10	2	90%	10%	23,8
Overig natuurlijk <sup>2</sup>	181	25	5	90%	10%	4,2
Cement	5.800	4	0,3 <sup>8</sup>	85% <sup>9</sup>	15%	20,0
Baksteen	2.572	3	0	100%	0%	7,7
Glas	644	7	6	60%	40%	4,3
Overig keramisch	3.600	1	0	100%	0%	3,6
Totaal						286,7

<sup>1</sup> Gross Energy Requirement, uitgaande van 40% efficiency in de elektriciteitsopwekking.  
<sup>2</sup> exclusief feedstocks.

<sup>3</sup> voornamelijk polyetheen en polypropeen.

<sup>4</sup> PVC = Poly Vinyl Chloride.

<sup>5</sup> Voornamelijk voor stikstof kunstmest.

<sup>6</sup> Exclusief energie uit biomassa.

<sup>7</sup> Bevat alle houtproducten exclusief papier en karton.

<sup>8</sup> Portland cement/hoogovencement.

<sup>9</sup> Hangt samen met het primaire staalgebruik: 0,25 t hoogovenslak per t primair staal, dus jaarlijks 0,200 · 0,2 · 0,25 = 0,1 t hoogovencement per capita (het actuele gebruik in Nederland is hoger i.v.m. de grote Nederlandse primaire staalproductie voor export).

<sup>10</sup> Grondstoffen voor verf, oplosmiddelen, wasmiddelen, smeermiddelen

<sup>11</sup> Chloor, natronloog, soda, fosfor e.d.

Bij deze tabellen kunnen enkele kanttekeningen worden gemaakt. Indien bijvoorbeeld een staalplaat wordt gekocht door een autofabriek, en de auto vervolgens door de Nederlandse consument gekocht wordt, dan is het staal twee keer meegeteld in deze tabel. Het is dus geen maat van de input van staal in de economie als geheel, maar een maat voor de hoeveelheden staal waarop beleid toegepast zou kunnen worden. Een zelfde kanttekening kan worden gemaakt bij papier en kunststoffen. In beginsel is de eindgebruiksbenadering uit Tabel E.2 (de output van de economie) een betere maat voor de relevantie van de totale consumptie.

Tabel E.2 *Staalgebruik, 1990 (excl. ijzererts, zinkerts, ruwijzer en blooms, ferroschroot) [29]*

Sector	Materiaalstroom [Mt staal/jaar]	Energie waarde [PJ/jaar]
Draadtrekkerijen en koudwalserijen	0,62	12,4
Gieterijen en smederijen	0,20	4,0
Tank-, reservoir en leidingbouw	0,08	1,6
Constructiewerkplaatsen	1,02	20,4
Metalen emballage industrie	0,27	5,4
Overige metaal producten industrie	0,98	19,6
Machine industrie	1,03	20,6
Elektrotechnische industrie	0,31	6,2
Auto industrie	0,61	12,2
Scheepsbouw	0,26	5,2
Ov. transp. midd.	0,13	2,6
Burgerlijke en utiliteitsbouw	0,82	16,4
Grond- weg en waterbouwk. werken	0,22	4,4
Installatie. bedrijven	0,49	9,8
Ov. bedrijven	1,96	39,2
Finale bestedingen (cons.+inv.+voorraad)	3,35	67,0
Totaal	12,78	255,6

Tabel E.3 *Papier- en papierproductengebruik, 1990 (excl. papierstof en oud papier) [30]*

Sector	Materiaalstroom [Mt/jaar]	Energie waarde <sup>1</sup> [PJ/jaar]
Voedings- en genotmiddelen	0,62	6,2
Textiel etc.	0,03	0,3
Hout, meubel etc.	0,07	0,7
Papier- en karton	0,11	1,1
Papieren kantoorbenodigdheden industrie	0,05	0,5
Behang en overige papierwaren	0,41	4,1
Golfkarton	0,58	5,8
Kartonnage	0,49	4,9
Dagblad drukkerijen	1,39	13,9
Uitgeverijen	0,70	7,0
Boekbinderijen	0,04	0,4
Chem., kunststof en rubber verw. Industrie	0,36	3,6
Metaalindustrie	0,13	1,3
Ov. industrie + landbouw + delfstoffen	0,05	0,5
Bouw	0,02	0,2
Handel + diensten + nutsbedrijven	1,13	11,3
Overheid + onderwijs	0,17	1,7
Gezinnen + voorraad	0,78	7,8
Totaal	7,13	71,3

<sup>1</sup> Alleen papierproductie meegerekend 10 GJ/t.



Bij kunststoffen is de consumptie verder ingedeeld in direct (producten die volledig uit kunststof bestaan), verpakkingen, en producten die kunststof elementen bevatten (maar vooral uit andere materialen bestaan). Deze laatste categorie is niet meegenomen voor staal en voor papier.

Tabel E.4 *Kunststoffengebruik in Nederland, 1990 [31]*

Sector	Direct [kt/jaar]	Ver- pakking [kt/jaar]	In produc- ten [kt/jaar]	Totaal [kt/jaar]	Energie waarde <sup>1</sup> [PJ/jaar]
Landbouw en visserij	3	6	1	11	0,3
Industrie	53	100	101	254	6,4
Bouw	173	18	31	222	5,6
Handel	85	6	8	99	2,5
Overige diensten	106	35	28	168	4,2
Huishoudens	103	110	72	284	7,1
Investerings	85	30	64	178	4,5
Voorraadveranderingen	31	4	7	42	1,1
Overig finaal	0	1	1	2	0,0
Totaal	638	311	312	1.260	31,7

<sup>1</sup> Exclusief feedstock 40 GJ/t.

In de tabellen is ook een indicatie gegeven van de energiewaarde van de materiaalstromen. Voor staal, papier, en kunststof is gerekend met een energiewaarde van respectievelijk 20, 10 en 25 GJ/t. In deze waarden is geen energiegebruik als grondstof meegeteld. Voor alle drie de materialen is hier uitgegaan van de gemiddelde energie-inhoud van de Nederlandse productie. Energie voor de pulpproductie in Scandinavië is bijvoorbeeld verwaarloosd. Gevolg van deze benadering is dat staal een relatief hoge energiewaarde krijgt, omdat in Nederland vooral staal uit erts wordt geproduceerd. Recycling leidt tot een veel lagere energiewaarde. De tabellen laten een energiewaarde van de materiaalstromen zien voor staal, papier, en kunststoffen van respectievelijk 256, 71, en 32 PJ per jaar. Deze waarden geven aan hoe belangrijk verbetering van de materiaalefficiëntie kan zijn.

De toepassing van materialen in producten is nader gespecificeerd in Tabel E.5. Hierbij is de energieconsumptie uit Tabel E.1 toegerekend aan een achttal productgroepen. Uit de tabel blijkt dat diffuse toepassingen van materialen ('hulpstoffen') verantwoordelijk zijn voor 22% van het energiegebruik via materialen, op de voet gevolgd door kort cyclische consumentenartikelen (verpakkingen, kranten etc.). Van de langcyclische toepassingen zijn de bouw (huizen, kantoren en fabrieken) en de infrastructuur (wegenbouw etc.) het belangrijkste. Materiaalefficiëntiebeleid kan dus op het eerste gezicht het beste aangrijpen bij deze productgroepen.

Tabel E.5 *Energieconsumptie via materialen, verdeeld naar toepassing (eindgebruiksbenadering)*

Productgroep	Energie [PJ]	Fractie
Gebouwen	63,5	22%
Infrastructuur	30,1	10%
Transportmiddelen	16,9	6%
Productiemiddelen	21,4	7%
Inrichting	14,6	5%
Gebruiksartikelen <sup>1</sup>	14,6	5%
Verbruiksartikelen <sup>2</sup>	61,1	21%
Productveredeling <sup>3</sup>	64,5	22%
Totaal	286,7	100%

<sup>1</sup> Duurzame consumptiegoederen, b.v. kleding, apparaten, huish. artikelen.

<sup>2</sup> Eenmalige goederen: kranten, verpakkingen.

<sup>3</sup> Hulpstoffen: kunstmest, wasmiddelen, verf, verzinklagen, smeermiddelen e.d.

## E.2 Routes voor materiaalbesparing

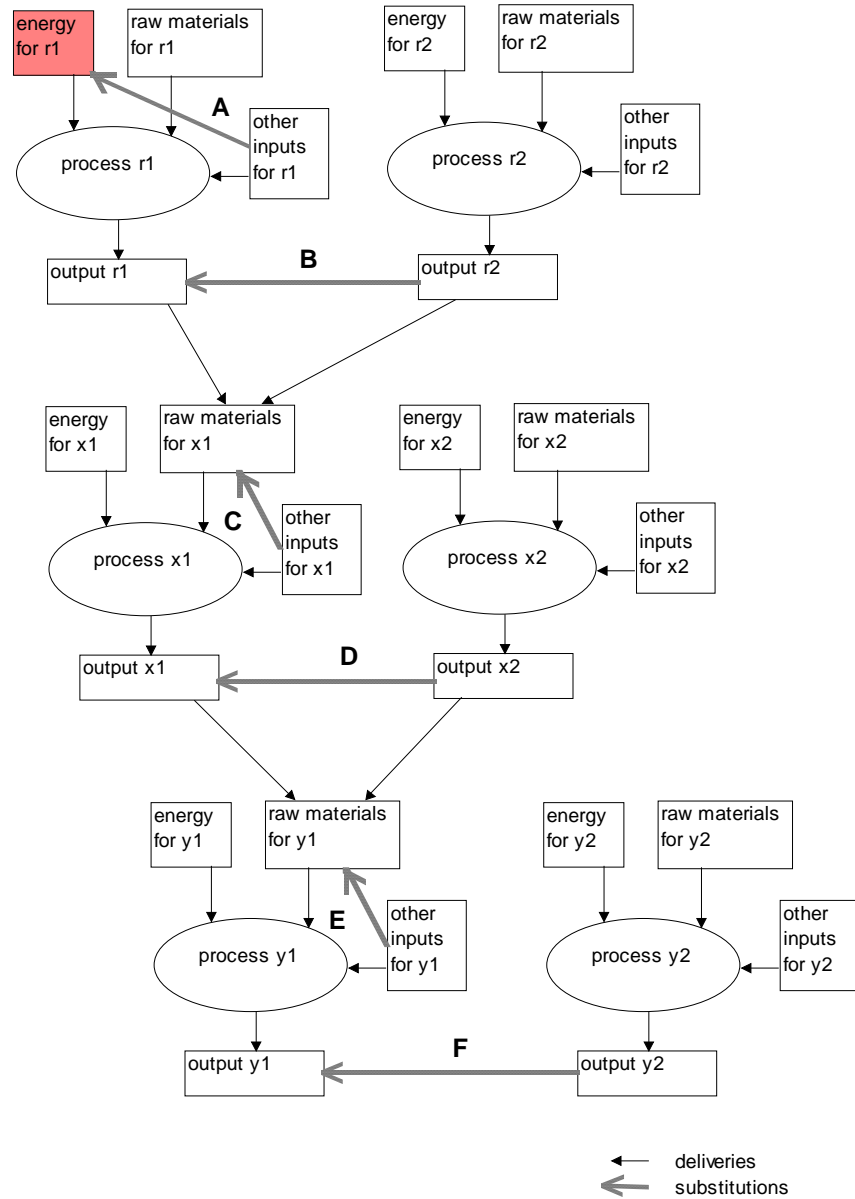
In het volgende deel wordt met materiaalbesparing een gewijzigde materiaal- of productinzet bedoeld die per saldo leidt tot minder indirect energiegebruik. Materialen en producten worden derhalve vergeleken op basis van hun GER. Op deze wijze geformuleerd kan materiaalbesparing via een aantal routes:

- Andere vormgeving van een product, met minder (van hetzelfde) materiaal (E.3).
- Substitutie door minder energie-intensieve materialen, waaronder recycling (substitutie van primaire door secundaire materialen)(E.4).
- Ander gebruik van een product, waardoor er minder van nodig is, onder andere levensduurverlenging en gebruikintensivering van producten (E.6).
- Substitutie door minder energie-intensieve producten, waaronder hergebruik van producten (E.7).

Ter illustratie is in Figuur E.1 een schema van een productieketen gegeven waarin deze routes geplaatst kunnen worden. Het bovenste niveau kan materialenproductie zijn, het middenniveau productie van halffabrikaten en het lage niveau eindproducten of diensten. 'Other inputs' voor een proces betreft hier onder andere investeringsgoederen en arbeid. Verondersteld wordt dat de energie-input in proces r1 zeer omvangrijk is. Substitutie A is de 'normale' energiebesparing: vervanging van energie door investeringsgoederen. Substitutie B is o.a. recycling, proces r1 gebruikt bijvoorbeeld erts en proces r2 betreft schrootrecycling of polymerenrecycling. Het kan ook vervanging van staalplaat door hout in de bouw zijn. Verdere besparing is mogelijk door het volume van output r1 te reduceren. Substitutie C is bijvoorbeeld andere vormgeving van een product, zodat minder materiaal r1 nodig is. Hiervoor is een extra ontwerpinspanning of een geavanceerder machine nodig. Substitutie D kan bijvoorbeeld het hergebruik van een verpakking zijn of vervanging van een papieren informatiedrager door een digitale. Levensduurverlenging, gebruikintensivering en recycling van producten is een netto volume-effect bij proces x1 dat doorwerkt in de hele keten daarboven. Substitutie E geeft de vereiste organisatorische inspanning aan die daarvoor nodig is. Substitutie van product(dienst)en (F) heeft eenzelfde effect.

De recyclingroutes van materialen en grondstoffen worden hier niet nader beschouwd, in de berekeningen voor de Lange Termijn Verkenning wordt er reeds uitgebreid rekening mee gehouden. Het betreft besparing via materialen aan de aanbodzijde (bij de materialenproducent of verder terug in de keten). In de volgende paragrafen wordt een nadere

kwantificering gegeven van de routes die betrekking hebben aan de vraagzijde van materialen (bij de afnemer van materialen en verder in de keten).



Figuur E.1 Schema productieketen met besparingsmogelijkheden

### E.3 Materiaalefficiency in productontwerp

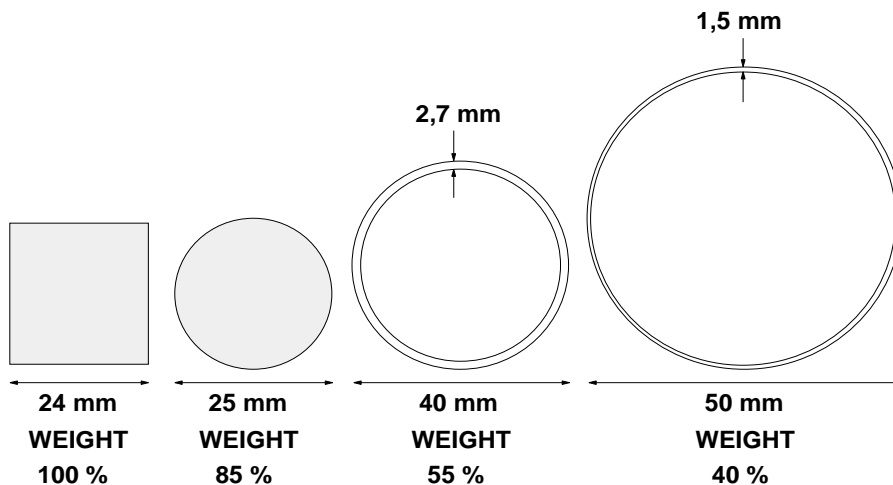
Producten worden deels ontworpen op basis van engineering parameters (bijvoorbeeld gebouwen of bruggen) en deels op basis van ervaring (bijvoorbeeld meubels). In het geval van engineering wordt de hoeveelheid materiaal bepaald door aspecten zoals de ontwerpparameters die de fabrikant voor het materiaal garandeert, de vorm van de onderdelen en de ontwerp-eisen. Dit complex van factoren kan slechts op basis van case-studies geanalyseerd worden.

In het algemeen ligt het besparingspotentieel tussen 10 en 25%. Het kan oplopen tot wel 50% in gevallen waar voor een radicaal ander productontwerp wordt gekozen. Enkele voorbeelden zullen worden besproken om het potentieel te onderbouwen.

Het patent op de extrusie van foam-core PVC buizen is onlangs afgelopen. Ten gevolge van deze ontwikkeling kunnen nu alle fabrikanten op deze techniek overstappen. Deze buizen zijn 25% lichter en 27% goedkoper [32].

De staalindustrie heeft met behulp van nieuwe ontwerptechnieken een verbeterd auto-chassis laten ontwerpen. Conclusie: de auto's kunnen uit hetzelfde staal gemaakt worden met een 40% gewichtsreductie [33]. Blikken met een honingraat-structuur zijn 30% lichter dan traditionele blikken.

Andere vormen van onderdelen kunnen vaak ook veel gewicht besparen. Dit is geïllustreerd in Figuur E.2. De meer ingewikkelde holle vormen zijn in het algemeen moeilijker te maken en daarom duurder. Dat is de reden waarom ze niet altijd worden toegepast. Ingenieursbureaus hebben weinig prikkels om materiaalefficiënt te ontwerpen, temeer omdat honoraria vaak gekoppeld zijn aan de bouwsom.



Figuur E.2 Gewicht van verschillende op druk belaste profielen die dezelfde verticale belasting kunnen dragen

Een verdere mogelijkheid om materiaalefficiency te verhogen hangt samen met materiaalkwaliteitsverbetering, met name sterkte. Gedetailleerde studies over de mogelijkheden tot materiaalbesparing via kwaliteitsverbetering ontbreken nog. Het is moeilijk op dit terrein autonome ontwikkelingen en extra mogelijkheden door nieuw beleid te scheiden.

Voor de mogelijkheden voor beleid tot 2020 kan gedacht worden aan 10-20 PJ per jaar. Het betreft hierbij vooral de toepassingen van petrochemische producten, staal en papier. Dus gaat het om verpakkingen (papier, kartonnage, kunststoffolies), drukwerk, metaalproducten, machinebouw, transportmiddelen, bouwelementen (Constructiebedrijven, Betonindustrie, Kunststof buizen etc.). Deze bedrijven hebben echter zelf weinig invloed op de materiaalkwaliteit. Er is aanvullend beleid nodig gericht op de materialenproducenten en -handel om de benodigde kwaliteiten tegen aantrekkelijke prijzen te kunnen leveren.

Een verdere aantekening is dat er reeds autonoom sprake is van aanzienlijke materiaalbesparing in producten. Zo is het wasmiddelgebruik per hoofdwas in de laatst vijftien jaar gehalveerd, onder andere door introductie van compacte wasmiddelen (de wasfrequentie neemt echter fors toe). Ook bij verpakkingen is een dergelijke autonome trend waar te nemen. Zo is het gewicht van glazen drankflessen en van drankblikjes in tien jaar tijd met 30% gedaald. Deze ontwikkelingen zijn deels terug te voeren op economische overwegingen, deels op technologische ontwikkeling en deels op stringenter afvalbeleid. Deze ontwikkelingen beperken zich niet tot Nederland, maar vinden over de hele wereld plaats.

Tabel E.6 *Globale inschatting energiebesparing via productontwerp*

	Beslispotentieel [PJ]	Besparing [PJ]	[%]
Bouw	34	6,2	18%
Constructiewerkplaatsen	10	2,0	20%
Machine-industrie	3	0,6	20%
Auto-industrie	3	0,3	10%
Scheepsbouw	3	0,6	20%
Metaalproductenindustrie	25	3,5	14%
Gieterijen	4	0,4	10%
Metalen emballage industrie	4	0,4	10%
Zuivelindustrie	2	0,1	5%
Golfkarton	5,8	0,6	10%
Kartonnage	4,9	1,0	20%
Dagbladdrukkerijen	13,9	1,4	10%
Uitgeverijen	7	1,4	20%
Diensten/handel	11,3	2,3	20%
Overheid/onderwijs	1,7	0,3	20%
Kunststofverwerkende industrie	20	2,0	10%
Rubberverwerkende industrie	4	0,4	10%
Betonindustrie	5	1,0	20%
Keramische industrie	6	0,9	15%
Glasindustrie	3	0,3	10%
Totaal	170,6	25,7	15%

Als tegenhanger van deze autonome ontwikkeling is sprake van een groei van de fysieke productie die deels aan het oog wordt onttrokken door kostprijzdaling. Miniaturisering van audiosystemen leidt tot forse materiaalbesparing (>50%) per installatie maar tot veel minder forse besparing per gulden omzet. Bij de monitoring van dit type productie treden ook in de huidige MJA-praktijk meetproblemen op.

Zoals eerder reeds vermeld is ontbreekt de kwantificering van de mogelijkheden tot energiebesparing via materiaalefficiëntie in producten momenteel nog. Qua orde grootte mag op de lange termijn gedacht worden aan 100 PJ potentiële besparingen. Voor een meer gedetailleerde kwantificering is verder onderzoek nodig, in het navolgende is even-

wel een poging tot uitwerking gedaan. Met name de wijze van waarneming verdient daarbij nadere aandacht. Een grove inschatting van het via sectorafspraken instrumenteerbare deel in 2010 is opgenomen in Tabel E.6

Een extrapolatie naar 2020 is nog moeilijk te maken, gezien de relatief beperkte ervaring met deze invalshoek tijdens het ontwerpen. Naar verwachting is het potentieel in 2010 zeker nog niet uitgeput, zodat voor de periode 2010-2020 een vergelijkbare besparing mogelijk moet zijn.

#### E.4 Substitutie van materialen

Substitutie van materialen kan tot aanzienlijke reductie leiden in het energiegebruik. Uit Tabel E.5 blijkt dat de meeste materialen (buiten de hulpstoffen) gebruikt worden in de bouw, in de infrastructuur en in kortcyclische consumentenartikelen. Verder verdienen auto's de aandacht in verband met de sterke interactie tussen het materiaalgebruik en het brandstofverbruik.

Tabel E.7 *Enkele mogelijkheden voor energiebesparing via materiaalsubstitutie (inclusief feedstocks) [34, 35]*

Productgroep	Gebruik in sector	Substitutie door	Fossiel besparings-potentieel [PJ/jaar]	Mogelijkheden MJA's 2020 [PJ/jaar]
<i>Hulpstoffen</i>				
stikstof- kunstmest	Landbouw	natuurlijke bemesting/ lupine	10	5 <sup>2</sup>
synth. grondstoffen voor wasmiddelen	Oleochemie/ petrochemie	natuurlijke grondstoffen	10	5
synth. grondstoffen voor verf	Verfindustrie	natuurlijke grondstoffen	5	2
<i>Bouw</i>				
cement/baksteen	Bouw	Houtproducten	10	5
staal	Bouw	Hout producten	10	2
<i>Kunststof-producten</i>				
PVC/Polystyreen	Kunststof-verwerking	Polyolefinen	5	2
<i>Auto's</i>				
staal	Auto-industrie	Aluminium/kunststof	40 <sup>1</sup>	niet via MJA
<b>Totaal</b>			<b>90</b>	<b>21</b>

<sup>1</sup> Brandstofbesparing in de gebruiksfase.

<sup>2</sup> Additioneel op landbouwbeleid betreffende verliesnormen.

Er is alleen uitgegaan van het gebruik van fossiele energie en er wordt alleen uitgegaan van het gebruik van materialen in Nederland. Energiedragers als grondstof worden meegenomen conform Tabel E.1. Er wordt alleen gekeken naar hulpstoffen en de bouw. Auto's worden besproken in verband met het aanzienlijke potentieel voor brandstofbesparing via toepassing van minder of lichter materiaal. Er is een potentieel ingeschat voor materiaalsubstitutie en voor de bijbehorende energie-effecten. In Tabel E.7 zijn de resultaten van deze analyse weergegeven. Het potentieel blijkt 90 PJ te bedragen. De mogelijkheden voor MJA-beleid om deze besparingen te bereiken zijn echter beperkt. Een schatting komt uit op 21 PJ in 2020.

#### *Efficiënter productgebruik en productrecycling*

Efficiënter gebruik van producten kan de benodigde hoeveelheid producten verminderen en daarmee het materiaalgebruik in deze producten. Er zijn verschillende mogelijkheden

voor, waaronder verlenging van de levensduur, verhoging van de gebruikintensiteit en productrecycling.

De levensduur van een product kan worden bepaald door verschillende factoren. Er worden drie categorieën producten onderscheiden.

- Ten eerste zijn er producten die door hun aard een beperkte levensduur hebben, ze verliezen hun functie na consumptie. Het betreft bijvoorbeeld voedsel; hulpstoffen als kunstmest, wasmiddelen; kranten; verpakkingsmateriaal. Verlenging van de levensduur heeft hier geen materiaalbesparende werking.
- Ten tweede zijn er producten die relatief snel in onbruik raken. Technisch behoeft er niets aan te mankeren, maar economisch worden ze afgeschreven. Voorbeelden zijn modegevoelige kleding; computers en audio/video; soms meubilair, speelgoed, sportartikelen. Een andere belangrijke categorie zijn investeringsgoederen: productielijnen die economisch verouderd zijn; winkelinterieurs die opgefrist worden. Ook hier heeft verlenging van de levensduur geen effect op materiaalbesparing. Hooguit kunnen ze als afdankertje elders nog een tweede gebruiksfase in zoals onder productrecycling wordt behandeld.
- Ten derde is er een groep producten die op den duur technische gebreken gaat vertonen. Minder trendgevoelige kleding valt hier onder; veel meubilair; huishoudelijke artikelen; allerlei apparatuur; statiegeldflessen; speelgoed; maar ook gebouwen; voertuigen en infrastructuur. Van deze groep kan levensduurverlenging onder bepaalde omstandigheden materiaal besparen.

Levensduur en -verlenging is bij vervaardiging van het product vaak moeilijk te kwantificeren. Monitoring van levensduur is bij gebouwen, auto's, infrastructuur, en ook bij meer-voudige verpakkingen uitvoerbaar. Echter, juist bij gebouwen en auto's speelt het energiegebruik tijdens de consumptiefase een belangrijker rol dan het indirect verbruik via materialen. Door het beschikbaar komen van nieuwe techniek kan het energie-efficiënter zijn auto's of gebouwen te vervangen. Verlenging van de levensduur kan ook extra materiaalgebruik vereisen om de gewenste degelijkheid te realiseren, zoals extra coatings of zwaardere constructies. Het is hier derhalve moeilijk een optimale levensduur te bepalen. Verlenging van de levensduur van gebruiksartikelen is wel mogelijk, bijvoorbeeld door het vermijden van ontwerpfouten (zwakke schakels) en minimale eisen te stellen aan slijtvastheid en sterkte. Zo hebben huishoudelijke artikelen en speelgoed van metaal doorgaans een levensduur die een veelvoud is van de levensduur van kunststof tegenhangers. Ondanks het hogere gewicht kunnen ze op den duur energie besparen. In de bouw bepaalt de duurzaamheid van verflagen, gevelbekleding, dakbedekking, deuren en kozijnen sterk de beleving en daarmee het vervangingsmoment. Voor meubilair en kleding is een oppervlakkige beschadiging vaak voldoende om tot vervanging over te gaan. Van veel apparaten bepaalt de eerste storing het moment van vervanging. Reparatie is alleen rendabel bij kostbare apparaten, en ook dan leidt een economisch afweging snel tot vervanging. Er zijn vele maatregelen denkbaar om de levensduur te verlengen in de sfeer van duurzaamheidslabels, productnormering en fiscale faciliteiten voor reparatiewerk. Monitoring van de levensduur is echter moeilijk uitvoerbaar, zodat deze route niet geschikt is voor MJA-beleid met een vastomlijnde doelstelling. Het is niettemin een aspect dat meegenomen dient te worden bij het materiaalbesparend ontwerpen (0).

Verhoging van de gebruikintensiteit is bij een beperkt aantal categorieën producten denkbaar. Het betreft het tijdens de levensduur intensiever gebruiken, zodat men kan volstaan *met een kleinere capaciteit*. Voorbeelden zijn: het autodelen; het intensiever gebruik van kantoorruimte; toepassen van retourverpakkingen; toepassen van retourvracht; intensiever gebruik van openbaar vervoer; bibliotheken; tijdschriften delen; speelgoed- en

kunstuitleen; gereedschapsverhuur, etc. In de productiesfeer is het werken met meer ploegen een voorbeeld van het intensiever gebruik van een productielijn. Ook de 24-uurs economie kan bijvoorbeeld leiden tot een betere spreiding van het gebruik van winkels en andere publieke ruimten. Bevordering van gebruiksintensiteit is niet zozeer een technische maar een organisatorische maatregel. Materiaalbesparing door verhoging van de gebruiksintensiteit van een duurzaam goed is moeilijk te monitoren. Doorgaans is ook hier het energiegebruik in de gebruiksfase doorslaggevend. Ruimteverwarming wordt reeds expliciet of impliciet in MJA-beleid meegenomen. Ook verbetering van de transportefficiency kan een belangrijke rol in MJA's spelen, echter ook niet zozeer via materiaal-efficiency. Derhalve wordt deze route in het kader van de materiaalefficiency niet nader uitgewerkt.

Tussen producthergebruik en verlenging van de levensduur is geen scherp onderscheid te maken. Het betreft een tweede leven als afdankertje, bijvoorbeeld via tweedehands verkoop of export naar de derde wereld. Tweedehands verkoop komt duidelijk uit het grijze circuit en er vindt momenteel enige upgrading van deze activiteiten plaats. Het stimuleren en faciliteren hiervan is materiaalbesparend maar biedt geen aanknopingspunten voor MJA-beleid met bedrijfssectoren.

### *Substitutie van producten*

Substitutie van producten is een breed gebied van mogelijke materiaalbesparing, Indien van een product de GER-waarde bekend is kan de gebruiker dit mee laten wegen in de aankoopbeslissing. Vaak zijn echter alternatieven niet gelijkwaardig en is het moeilijk allerlei secundaire effecten te kwantificeren. Daarom wordt hier een selectie gemaakt van enkele plausibele en belangrijke substitutie-opties.

- Stimuleer/handhaaf retourverpakkingen. Zorg dat in de keten tussen producent, vervoerder, gebruiker en afvalverwerker een evenwichtige afweging kan worden gemaakt. Structureer en normeer levenscyclusanalyses. Effect bij 10% terugdringing van verpakkingsmateriaal bedraagt 2 PJ.
- Stimuleer substitutie van drukwerk door digitale informatiedragers. Momenteel gebeurt reeds veel autonoom. Met commerciële informatieverstrekkers kunnen afspraken gemaakt worden over gratis beschikbaarheid op internet, kabel e.d. Daarmee zou de hoeveelheid reclaimedrukwerk, catalogi e.d. drastisch kunnen worden beperkt. Het effect bij 20% terugdringing van alle grafische informatie is 4 PJ.

### *Conclusies en opmerkingen*

Op basis van de bevindingen in het voorgaande kan de geschatte besparing via de geschetste materiaalefficiëntieroutes geschat worden op 75 PJ per jaar (exclusief efficiënter productgebruik). Deze is te realiseren op een termijn van 20 jaar via afspraken met het bedrijfsleven. Gezien het importaandeel van de betreffende materiaalstromen treedt ongeveer de helft van deze besparing in Nederland op en de andere helft in het buitenland. Deze besparing heeft niettemin dezelfde voordelen als directe energiebesparing: het leidt tot kostenbesparing en technologische ontwikkeling in Nederland en heeft dezelfde mondiale milieuvoordelen.

De analyse van de materiaal-efficiency t.b.v. energiebesparing is complexer dan de analyse van de energie-efficiency. Deze complexiteit is terug te voeren op een viertal belangrijke verschillen tussen energie en materialen:

1. Materialen worden veelal opgeslagen in producten en komen na afloop van de levenscyclus vrij, waarna ze hergebruikt of verbrand kunnen worden.
2. Voor producten zoals auto's en gebouwen heeft de materiaalkeuze invloed op het energiegebruik in de gebruiksfase.



3. Voor materialen zoals hout en kunststoffen worden energiedragers als grondstof gebruikt. Het al dan niet meenemen van dit non-energetische gebruik kan grote invloed hebben op de afweging.
4. De energie-inhoud van materialen wordt sterker dan bij energiedragers bepaald door de processen vanaf grondstof tot materiaal en product. Bij energiedragers domineert de verbrandingswaarde van de energiedrager de energie-inhoud; de productieprocessen zijn minder relevant (behalve bij elektriciteit). Het bepalen van het energiegebruik in de keten van grondstof tot materiaal wordt gecompliceerd door verschillende productie-processen, technologische ontwikkeling, buitenlandse handel etc.
5. Het is ook belangrijk of onderscheid wordt gemaakt tussen fossiele en hernieuwbare energiedragers, en of alleen naar procesenergie of ook naar feedstocks wordt gekeken. Zo kan biomassa (hout, vezels) veel andere materialen vervangen. De winst in energietermen is echter beduidend kleiner indien ook de energie-inhoud van biomassa wordt meegerekend. Een ander voorbeeld is aluminium: veel fabrieken voor primair aluminium staan op locaties met (goedkope) elektriciteit uit waterkracht. Omdat de productie van aluminium grote hoeveelheden elektriciteit vergt, is de keuze voor het wel dan niet meerekenen van hernieuwbare energie essentieel voor de beoordeling van dit materiaal.

## APPENDIX F IMES VOOR PRODUCTIEBEDRIJVEN

### *Besparing door nieuwe elektriciteitstoepassingen*

Besparing op elektriciteit is ontleend aan een KEMA-studie. Dit betreft technieken die door inzet van elektriciteit relatief veel warmte kunnen besparen. Met name selectievere elektrische verwarming en mechanische damprecompressie worden gezien als substantieel, met een potentieel van samen ca 10 PJ besparing primair.

Hier is niet duidelijk of het een technisch of economisch potentieel betreft en hoe de energiesector deze maatregelen realiseert. In de modellering voor de EBN zijn in de voedingsmiddelenindustrie en de textielsector niet expliciet elektrische verwarmingsmethoden opgenomen als besparende techniek. Niettemin zijn reeds belangrijke veronderstellingen gemaakt ten aanzien van warmtebesparing en nieuwe elektriciteitstoepassingen in algemene zin. In het onderbouwende KEMA-rapport wordt aangegeven dat ten aanzien van di-elektrisch drogen een besparing van 5% mogelijk is op het *verbruikssaldo*, zodat er waarschijnlijk helemaal geen sprake is van besparing op primair verbruik. Dit lijkt echter in tegenspraak met de in het IMES-pakket ingezette besparing van ca 12,5 PJ in 2010. Ten aanzien van mechanische damprecompressie ligt de inschatting van de warmtebesparing ongeveer in dezelfde orde als de modelberekening van SAVE. Deze techniek wordt ook wel beschouwd als de meest succesvolle industriële warmtepomp. Deze besparing wordt derhalve in de aanbodsfeer bij warmtepompen niet extra opgevoerd. Het potentieel in SAVE bedraagt circa 0,5-1 GJ per ton te verdampen vloeistof uitgaande van 15 Mton ligt het in de orde van 10 PJ. De penetratie van de belangrijkste toepassing (zuivel) neemt in het basisscenario in 2010 toe tot 18% t.o.v. 5% in 1990. In het stimulerings-scenario bedraagt de penetratie 20% in 2010.

Samenvattend kan ten aanzien van de 'electriciteitsopties' gesteld worden dat ze in de EBN-berekeningen zijn meegenomen, en dat niet duidelijk is in hoeverre de KEMA-bevindingen tot uitdrukking komen in beleidsmaatregelen vanuit de energiesector om deze technieken extra te stimuleren.

### *Milieuplan Industrie Gasunie*

De besparing op gas is geschat op basis van MPI-resultaten van de Gasunie. Het te realiseren potentieel bedraagt over 1990-2000 455 mln m<sup>3</sup> en over 1990-2010 776 mln m<sup>3</sup> (resp. 14,5 en 24,5 PJ). Dit laatste betreft 9,7% van het door het MPI gedekte verbruik van 8000 mln m<sup>3</sup> (250 PJ) in 2010. De genoemde maatregelen zijn warmteterugwinning, andere processen, stoomsystemen, drogen, energimanagement, isolatie, decentrale gastoeepassingen (b.v. direct drogen?) en gasexpansie (zat ook bij productie en transport). Op de laatste na zijn dit opties die ook in het SAVE-model voor productiebedrijven zijn opgenomen. Over de periode 1990-2010 simuleert dit model in de basisvariant al een besparing van 10,4% voor de industrie, en bijvoorbeeld 13,5% voor de voedingsmiddelenindustrie, waar de MPI sterk is vertegenwoordigd. De maatregelen worden gestimuleerd door gerichte informatieverstrekking; besparings-adviezen en stimulerende financieringsinstrumenten. Er is sprake van een additionele beleidsinspanning (en effect) ten opzichte van de MJA's industrie, waarbij de resultaten evenwel worden toegekend aan beide programma's. In die zin is er geen sprake van een additionele besparing. Kwantificering van het effect van MPI-activiteiten in het kader van de MJA's is moeilijk. In de recente MJA-evaluatie is geen schatting gegeven. De Gasunie geeft ook zelf aan dat de besparing van de MJA's voor een belangrijk deel is voortgekomen uit MPI-projecten.

### *Milieu Actieplan EnergieNed*

Ten aanzien van de glastuinbouw is in het kader van IMES de EDO opgevoerd (energie-doorlichting). Het betreft advisering met betrekking tot good housekeeping, optimalisatie van klimaatbeheersing en installaties. Het aantal geadviseerde bedrijven tot en met 1995 is 1837, hetgeen 2,1 PJ primair aan besparing opleverde. Uitbreiding van het aantal bedrijven naar 10000 (voornemen voor 2000) levert volgens de prognose additioneel 9,7 PJ op. Dit sluit aan op de MAP2 uitgangspunten van 11,2 PJ primair. Echter volgens de MAP2 resultaten bedraagt de gerealiseerde besparing op het finaal verbruik in de glastuinbouw over 1991-1996 slechts 0,4 PJ. Het is niet duidelijk hoe de EDO nu meer gaat bewerkstelligen dan in het MAP2 gerealiseerd wordt. In de huidige EBN-berekeningen is good housekeeping in de glastuinbouw niet expliciet gemodelleerd. Voortzetting van de bestaande advisering kan leiden tot 0,5-1,0 PJ besparing in 2000. Intensievere energieadviesing zou over de periode 1990-2010 mogelijk kunnen leiden tot 2-3 PJ besparing.

Additionele besparing in de industrie door voorlichting, besparingsadviezen en financiering vanuit energiedistributiebedrijven is in de IMES-rapportage niet extra opgevoerd voor 2010. Uit de Tabel A6.1 blijkt dat de in het IMES-pakket opgenomen maatregelen stroken met de doelen uit het MAP2, maar dat de gerealiseerde besparing over 1991-1996 hier schraal bij afsteekt. Het is onduidelijk wat extra voorlichting van distributiebedrijven in bijvoorbeeld de bulkchemie nog kan toevoegen aan de lopende inspanningen. In de MJA-evaluatie wordt een 'uiterst beperkte' invloed toegekend van de MAP-activiteiten op het MJA-resultaat voor wat betreft finaal verbruik.

Tabel F.1 *Beoogde besparingen op basis van het MAP2*

	Realisatie 1991-1996 [PJ primair]	Doel MAP 1991-2000 [PJ primair]	Doel IMES 1997-2000 [PJ primair]
metaalverwerking	0,4	5,1	3,9
voeding klein	0,1	1,8	5,8
voeding groot	0,2	5	0,9
bulkchemie	0,0	11,9	12,3
bouwmaterialen	0,0	3	1,3
papier	0,0	1	0,9
fijnchemie	0,0	0,3	0,5
overige	1,3		
totaal	2,2	28,1	25,6

Bron: EnergieNed

In het IMES-pakket wordt voor 2000-2010 geen extra besparing aangegeven, het lijkt echter dat de gestelde doelen ook in 2010 niet gehaald worden zonder belangrijke extra inspanningen. Weliswaar zal enerzijds de efficiency bij de advisering toenemen, anderzijds zal het steeds moeilijker worden grote besparingspotentiëlen bij de resterende klanten te vinden.

## APPENDIX G EPN EN EPL IN NOTA ENERGIE-BESPARING

### *Inleiding*

In de Nota Energiebesparing (EBN) wordt de doelstelling uit de DEN (Derde Energienota) van 33% efficiencyverbetering in de periode 1995-2020 nader ingevuld met (aanvullend) beleid. Dit gebeurt op basis van het eerder opgestelde GC-scenario. In deze appendix zal nader ingegaan worden op de perspectieven van een EPL (Energie Prestatie op Locatie) naast de EPN. Hierbij zal met name gelet worden op (eventuele) belangrijke interacties met ander beleid.

### *Invulling van EPL naast EPN*

In deze appendix is als uitgangspunt de onderstaande invulling van de EPL verondersteld naast de EPN:

- *EPN/EPL-maatregelen nieuwbouwwoningen*

De gemiddelde EPN van een nieuwbouwwoning gaat van 1000 m<sup>3</sup> in 2000 via 800 m<sup>3</sup> in 2004 naar 600 m<sup>3</sup> in 2008. Hierboven op komt er een EPL-eis die tot een extra besparing van 10% leidt (respectievelijk 80 m<sup>3</sup> en 60 m<sup>3</sup>) op VINEX-locaties. Bij niet-VINEX wordt dit bereikt door een verdere aanscherping van de EPN.

- *EPN/EPL maatregelen Utiliteit-nieuwbouw*

EPN per type bouw 15, 30 en 45% lager in 2000, 2004 en 2008; bij 25% van nieuwe Utiliteitsbouw (op VINEX locaties) moet nog eens 10% extra bespaard worden via een EPL.

De volgende nieuwe maatregelen hebben invloed op het halen van de EPN/EPL:

- *Generieke maatregelen*

Verhoging van de REB in combinatie met dezelfde regeling als nu voor duurzame energie, in beginsel geheel teruggesluisd via belasting. De opbrengst wordt echter ook deels ter financiering van de andere maatregelen gebruikt;

Verhoging EIA-budget: 175 mln in 1998 en 1999 en 270 mln/jaar van 2002-2010.

- *Zuiniger elektrische apparaten*

Wit- en bruingoed bij de huishoudens 25% zuiniger in 2010 dan in 1998. Onder andere te bereiken via heffingen, subsidies per label-categorie en verbreding labeling naar alle wit/bruingoed.

Met betrekking tot bestaand beleid kunnen de volgende onderdelen relevant zijn:

- *Meer marktwerking*

Marktwerking zal leiden tot grotere keuzevrijheid voor de energieverbruikers. Dit kan op gespannen voet staan met de EPN-verplichtingen en met name met de collectieve EPL-aanpak. Daarnaast kan marktwerking zorgen voor het aanbieden van lage marginale elektriciteitsstarieven voor extra verbruik. Verder zou marktwerking kunnen leiden tot andere gasprijzen bij een (sterke) verandering van het afnamepatroon.

- *MJA-dienstensectoren*

Voor enkele dienstensectoren (Schiphol, AH, etc.) zijn MJA's afgesloten; deze zijn verwerkt in het bestaande beleid (tot 2000). Voor de minder vergaande afspraken met de woningverhuurders geldt hetzelfde.

- *Groen beleggen*

Er is vanuit gegaan dat alleen 'echte' duurzame bronnen profiteren van groen beleggen (via lagere rentevoet). Warmtepompen en zeer zuinige woningen vallen er nog buiten.

- *Verplichting van 10% duurzaam*

Deze is niet meegenomen; in het GC-scenario wordt met het huidige beleid slechts de helft (5%) gehaald. Met het EBN-pakket wordt dit meer, maar wordt de 10% ook niet bereikt.

- *IMES-pakket energiesector*

De energiesector wil een bijdrage leveren aan besparing en CO<sub>2</sub>-reductie door o.a. zeer efficiënte gascentrales te bouwen (rendement 55-60%).

### Analyse

De volgende opmerkingen kunnen worden gemaakt over het toepassen van EPN en EPL:

- Er is sprake van een wisselwerking tussen DEIO- en EBN-beleid. De stimulering van duurzame bronnen zorgt voor een groter potentieel aan rendabele duurzame energie; voor zover in de woning of gebouw profiteert de EPN en de EPL hiervan, voor zover buiten de woning of gebouw kan de EPL hiervan profiteren. Anderzijds kan de EPN/EPL-eis een market-niche creëren voor duurzame opties, ten gunste van algemene penetratie.
- Het bereiken van de EPN en EPL wordt makkelijker gemaakt door de generieke maatregelen omdat ingekochte energiedragers duurder worden; de EIA kan in sommige gevallen de investeringskosten verlagen. Omdat hierdoor besparingsmaatregelen ook zonder EPN/EPL beter penetreren wordt het **extra** effect van EPN/EPL dus kleiner.
- De in het kader van de EBN in te voeren generieke heffingen leiden ook via de omweg van rendabeler duurzame bronnen tot het beter halen van de EPN/EPL-doelstellingen.
- Een eventuele verplichting tot inkoop door distributiebedrijven van 17% duurzame stroom lokt extra duurzaam vermogen uit, boven hetgeen er met huidig beleid en generieke maatregelen komt. Dit 'te dure' extra potentieel leidt tot hogere elektriciteitsprijzen, ten gunste van sommige EPN/EPL-maatregelen.
- Bij besparing door substitutie, zoals bij de EWP (elektrische warmtepomp), hebben de hogere heffingen minder effect omdat de gas- en elektriciteitsprijsstijging elkaar compenseren (idem voor micro-WKK).
- Indien dankzij EPN/EPL het gasverbruik onder de vrije voet van de REB komt dalen de uitgespaarde energiekosten bij besparingsmaatregelen; de rentabiliteit neemt in eens af.
- Als marktwerking leidt tot lage marginale tarieven voor extra elektriciteitsverbruik (b.v. boven 3000 kWh) dalen de uitgespaarde kosten. Dit is slecht voor elektriciteitsbesparing; daarentegen kan de belangrijke EPN/EPL-optie EWP profiteren van dit speciale lage tarief.
- Bij de EIA-stimulering van EPN/EPL-maatregelen (genomen door bedrijven of non-profit instellingen) is er eigenlijk sprake van twee 'overlappende' beleidsinstrumenten. Een belangrijk aspect dat dan optreedt is welk deel van het EIA-budget voor dit type maatregelen gereserveerd gaat worden.
- De maatregel voor 25% zuiniger wit/bruingoed apparaten zal bij wasmachines, vaatwassers en wasdrogers EPN/EPL-opties (hot-fill en gasgestookte droger) minder aantrekkelijk maken.

- Indien zeer zuinige woningen met een EPN van 600 m<sup>3</sup> (EPC = 0,6; zie ook voetnoot 5) ook in aanmerking komen voor Groen beleggen worden de meest vergaande, dure maatregelen goedkoper. Anderzijds kan het beslag op de Groene Fondsen zo groot worden dat er niet genoeg financiering meer is.
- Bij de EPL kan geprofiteerd worden van de (min of meer autonome en via IMES gestimuleerde) ontwikkeling t.a.v. steeds efficiëntere elektriciteitsproductie. Dit betekent dat de EPL weinig extra inspanning uitlokt, m.n. in de woning zelf.

### *Opmerkingen en conclusies*

- De in het kader van de EBN voorgestelde generieke instrumenten (heffingen, EIA) dragen zowel bij aan het beleid aangaande duurzame energie als het besparingsbeleid. Dit is beleidsmatig gunstig maar leidt wel tot 'concurrentie' om de stimuleringsbudgetten (REB-pot en EIA).
- Specifieke instrumenten, zoals EPN en vooral EPL, dragen ook bij aan het duurzaamheidsbeleid; de EPL mogelijk zelfs meer dan vanuit het halen van de EBN doelstelling gezien gunstig is.
- De huidige EPC van 1,4 komt voor een standaardwoning neer op 1400 m<sup>3</sup> aardgasequivalenten, inclusief de forfaitaire 150 m<sup>3</sup>eq. voor ventilatie en verlichting. De gewenste EPC-waarde van 0,6 betekent dus een verbruik voor ruimteverwarming en warm water van slechts 450 m<sup>3</sup>!
- De EPN moet gehaald worden in de afzonderlijke woningen, dit vermindert de flexibiliteit bij het zoeken van meer kosteneffectieve opties maar zorgt wel voor de tijdige implementatie van de op langere termijn belangrijke maatregelen (m.n. aan de bouwschil).
- De functie van de EPL is het scheppen van meer ruimte voor andere, meer kosteneffectieve oplossingen, ook buiten de woning bij het energie-aanbod. De hier geformuleerde vergaande EPC-waarde doet de warmtevraag echter zo dalen dat b.v. stadsverwarming nauwelijks meer een EPL-optie is. De extra besparing van de EPL ten opzichte van de EPC kan daardoor alleen nog met inkoop van koolstof-vrije elektriciteit (ofwel elektriciteit die geproduceerd wordt zonder dat er CO<sub>2</sub>-emissie ontstaan) ingevuld worden.
- Een resterend alternatief voor het halen van de EPL is de EWP. Echter, de huidige formulering van de bijdrage van EWP's in de EPC berekeningsmethodiek is zeer ongunstig voor deze optie. Het is zelfs mogelijk dat met de warmtepomp de EPL wel wordt gehaald maar de (minder vergaande) EPC niet! Tegelijk met de aanscherping van de EPC zou men de energetische waardering voor de EWP moeten verhogen tot een realistisch niveau; in dat geval hoeft men niet bang te zijn dat dit ten koste van maatregelen aan de bouwschil gaat.
- Overwogen kan worden bij nieuwbouw de actoren een keuze te geven tussen alleen een scherpe EPC-eis en de combinatie van een nog verdergaande EPL-eis plus een afgezwakte EPN (die moet zorgen voor minimale maatregelen aan de bouwschil).
- De in de DEN gepropageerde marktwerking kan via een andere tariefstelling belangrijke, positieve en negatieve, effecten hebben op het halen van de besparingsdoelstelling bij huishoudens en gebouwen.

## APPENDIX H TABELLEN MET DE NATIONALE ENERGIEBALANS

Tabel H.1 *Nationale energiebalans GC-actualisatie 2010 [PJ]*

	Verbruikssaldo						Totaal
	Kolen	Olie	Aardgas	Elektr.	Duurz.	Overig	
<i>Eindverbruikers</i>							
Huishoudens	0	0	394	115	1	16	526
Industrie	96	520	676	75	9	16	1.393
Overige verbruikers	7	53	466	90	31	20	667
Transport	0	492	0	6	0	0	498
Subtotaal	103	1.065	1.537	286	41	52	3.084
<i>Energiebedrijven</i>							
Olie en gaswinning	0	0	39	0	0	0	39
Cokesfabrieken	17	0	0	0	0	0	17
Raffinaderijen	0	206	91	-39	0	-14	245
Gasbedrijven	0	0	10	-1	0	0	9
Centrales	184	0	292	-223	23	-3	273
Warmtebedrijven	0	0	0	0	0	0	0
Subtotaal	201	206	431	-262	23	-17	583
<i>Totaal Verbruik (TVB)</i>	304	1.272	1.968	24	64	35	3.667
<i>Aanbod</i>							
Winning	0	44	1.812	0	64	35	1.955
Importen	334	3.987	156	24	0	0	4.501
Exporten	-30	-1.836	0	0	0	0	-1.866
Bunkers	0	-924	0	0	0	0	-924
<i>Totaal Verbruik (TVB)</i>	304	1.272	1.968	24	64	35	3.667

Tabel H.2 Nationale energiebalans GC-EBN 2010 [PJ]

	Verbruikssaldo						Totaal
	Kolen	Olie	Aardgas	Elektr.	Duurz.	Overig	
<i>Eindverbruikers</i>							
Huishoudens	0	1	286	112	12	21	433
Industrie	88	515	661	76	3	14	1.357
Overige verbruikers	7	53	385	95	42	16	598
Transport	0	492	0	6	0	0	498
Subtotaal	95	1.061	1.332	289	57	52	2.886
<i>Energiebedrijven</i>							
Olie en gaswinning	0	0	35	0	0	0	35
Cokesfabrieken	17	0	0	0	0	0	17
Raffinaderijen	0	206	96	-42	0	-14	246
Gasbedrijven	0	0	8	-1	0	0	8
Centrales	187	0	262	-230	63	-4	279
Warmtebedrijven	0	0	0	0	1	-1	0
Subtotaal	204	206	403	-273	64	-19	585
<i>Totaal Verbruik (TVB)</i>	299	1.268	1.735	16	121	33	3.471
<i>Aanbod</i>							
Winning	0	44	1.578	0	121	33	1.776
Importen	329	3.983	157	16	0	0	4.485
Exporten	-30	-1.836	0	0	0	0	-1.866
Bunkers	0	-924	0	0	0	0	-924
<i>Totaal Verbruik (TVB)</i>	299	1.268	1.735	16	121	33	3.471



Tabel H.3 *Nationale energiebalans GC-actualisatie 2020 [PJ]*

	Verbruikssaldo						Totaal
	Kolen	Olie	Aardgas	Elektr.	Duurz.	Overig	
<i>Eindverbruikers</i>							
Huishoudens	0	0	358	175	11	19	564
Industrie	102	555	750	111	9	16	1.543
Overige verbruikers	7	60	525	122	47	28	789
Transport	0	601	0	6	0	0	608
Subtotaal	110	1.217	1.633	414	67	63	3.504
<i>Energiebedrijven</i>							
Olie en gaswinning	0	0	62	0	0	0	62
Cokesfabrieken	17	0	0	0	0	0	17
Raffinaderijen	0	241	106	-47	0	-14	286
Gasbedrijven	0	0	11	-1	0	0	10
Centrales	82	0	546	-337	54	-13	331
Warmtebedrijven	0	0	0	0	1	-1	0
Subtotaal	98	241	725	-385	55	-28	706
<i>Totaal Verbruik (TVB)</i>	208	1.457	2.358	30	121	35	4.210
<i>Aanbod</i>							
Winning	0	25	2.196	0	121	35	2.377
Importen	238	4.427	163	30	0	0	4.857
Exporten	-30	-1.826	0	0	0	0	-1.856
Bunkers	0	-1.168	0	0	0	0	-1.168
<i>Totaal Verbruik (TVB)</i>	208	1.457	2.358	30	121	35	4.210

Tabel H.4 Nationale energiebalans GC-EBN 2020 [PJ]

	Verbruikssaldo						Totaal
	Kolen	Olie	Aardgas	Elektr.	Duurz.	Overig	
<i>Eindverbruikers</i>							
Huishoudens	0	0	261	164	27	19	472
Industrie	86	547	721	111	3	16	1.485
Overige verbruikers	7	60	322	144	82	28	642
Transport	0	601	0	6	0	0	608
Subtotaal	93	1.208	1.304	426	112	63	3.206
<i>Energiebedrijven</i>							
Olie en gaswinning	0	0	52	0	0	0	52
Cokesfabrieken	17	0	0	0	0	0	17
Raffinaderijen	0	241	111	-51	0	-14	287
Gasbedrijven	0	0	9	-1	0	0	8
Centrales	78	0	528	-358	116	-20	345
Warmtebedrijven	0	0	0	0	1	-1	0
Subtotaal	95	241	700	-409	117	-35	709
<i>Totaal Verbruik (TVB)</i>	188	1.449	2.004	16	229	28	3.915
<i>Aanbod</i>							
Winning	0	25	1.841	0	229	28	2.124
Importen	218	4.418	163	16	0	0	4.816
Exporten	-30	-1.826	0	0	0	0	-1.856
Bunkers	0	-1.168	0	0	0	0	-1.168
<i>Totaal Verbruik (TVB)</i>	188	1.449	2.004	16	229	28	3.915

## APPENDIX I BESPARING DOOR WKK

### *Inleiding*

Tijdens de werkzaamheden voor de besparingsnota werd gevraagd om aan te geven wat nu de besparing door Warmte/Kracht Koppeling (WKK) is. In deze appendix zal hier nader op worden ingegaan. Hieraan voorafgaand zal worden ingegaan op de omvang van het huidige WKK vermogen. Tenslotte zal nog gekeken worden naar WKK in het jaar 2000.

### *Productievermogen van WKK in 1995*

Het productievermogen van de Sep was volgens de Nederlandse Energie huishouding van het CBS op 31 december 1994 15288 MW en op 31 december 1995 14700 MW (een daling met bijna 600 MW). In dit vermogen zit 1277 MW stadsverwarming WKK (waarvan 249 MW in 1995 in bedrijf ging). Aan WKK vermogen door zelfopwekkers stond er op 31 december 1994 (817+ 2639=) 3456 MW en in 1995: (826+3120=) 3946 MW. In dit vermogen zit 120 MW stadsverwarming door elektriciteitsdistributiebedrijven. Daarnaast zit hier ook het vermogen van ruim 320 MW aan vuilverbrandingsinstallaties in. Na correctie voor vuilverbranding levert dit:

- Totaal WKK 31 dec. 1994 is 4164 MW (waarvan 1148 stadsverwarming).
- Totaal WKK 31 dec. 1995 is 4903 MW (waarvan 1397 stadsverwarming).

Voor totaal WKK hanteert ECN voor 1995 (gemiddeld!) in het NEV rapport [4] 4790 MW (waarvan 1148 stadsverwarming en 42 MW biomassa klein). In tabel 3.6 van het NEV rapport is een inconsequentie in de tabellen opgenomen, waardoor er 3600 staat (dit is niet de optelling van de drie getallen er onder) waar eigenlijk deze 4748 had moeten staan.

Tabel I.1 *Warmte kracht vermogen [MWe]*

	Jaar	Warmte distributie (incl. stadsv)	Vuilverbranding	Warmte kracht groot-schalig	Warmte kracht klein-schalig	Warmte kracht 'duurzaam'	Subtot. (al-leen warmte kracht)	Totaal
	1995	1.148	318	2.750	850	42	3.642	5.108
GC	2010	5.493	408	6.979	2.766	226	9.971	15.872
GC-EBN	2010	4.993	408	7.115	2.261	226	9.602	15.003
GC	2020	7.373	407	8.598	3.461	324	12.383	20.163
GC-EBN	2020	7.373	407	8.687	2.070	324	11.081	18.861
Trend	2020	5.612	300	3.373	2.477	204	6.054	11.966
Voorsp. laag	2020	5.217	300	3.336	3.063	328	6.727	12.244
Voorsp. hoog	2020	6.662	300	4.589	3.063	329	7.981	14.943

Onder andere werd gevraagd naar de oorzaak van het verschil tussen het NEV rapport 4790 MW en het cijfer van 5000 MW van het Projectbureau Warmte Kracht (het tegenwoordige COGEN). Een oorzaak kan zijn dat er gekeken wordt naar het jaar gemiddelde versus de situatie op 31 december. In 1995 was er sprake van een aanzienlijke groei! Daarnaast neemt PWK nog wel eens installaties in 'aanbouw' mee. Verder is niet precies duidelijk welke definitie PWK hanteert.

In Tabel I.1 zijn verschillende WKK-cijfers weergegeven. Onderscheid wordt hierbij gemaakt in warmte distributie (met Sep warmteplaneenheden en stadverwarmingseenheden), vuilverbranding en warmte kracht (bij eindverbruikers). Niet opgenomen is de zo-

genaamde warmte aftap bij elektriciteitscentrale's. De warmte kracht bij eindverbruikers kan onderscheiden worden in grootschalig, dat stoom en proceswarmte levert, kleinschalig, dat vooral ruimteverwarming en warm water levert, en kleinschalig duurzaam (op biogas uit stortplaatsen en vergistingsinstallaties, hout en biomassa-afvalstromen). Grootschalig gebruik van biomassa uit import of het bijstoken in kolencentrales valt hier niet onder.

De daling van het WKK potentieel in GC-EBN t.o.v. GC komt hoofdzakelijk voort uit een daling van de energievraag. Dit verschil zit ook tussen GC en de scenario's Voorspoedig en Trend uit de 'Schetsen'. Daarnaast is er ook een verschil in energieprijzen tussen GC en de 'Schetsen'.

### *Inventarisatie CBS*

Recent is een inventarisatie gemaakt door het CBS van WKK installaties in 1996. Deze komt tot een vermogen van 4668 MWe. Niet aanwezig in de inventarisatie is volgens de toelichting stadsverwarming door centrale productiebedrijven (Sep) en WKK onderdelen van centrale productiebedrijven. Uit oogpunt van geheimhouding zijn verder bepaalde specificaties weggelaten. Er van uitgaande dat 120 MW stadsverwarming door distributiebedrijven hierin is opgenomen komt het WKK vermogen inclusief vuilverbranding (?) op  $4668+1277$  (Sep)=5945 MWe.

Uit de CBS publikatie van de Nederlandse energiehuishouding (NEH) komt naar voren dat in er in 1995/1996 493 MW aan nieuwe WKK installaties is bijgekomen. Daarnaast is er ook 119 MW die in 1995 nog produceerden maar niet meer 1996. Per saldo levert dit in 1995 een vermogen op van:  $4668-493+119=4294$  MW inclusief Sep stadsverwarming in 1995 (1028 MW) komt het totaal op 5322 MWe. Dit is 214 MW meer dan ECN in Tabel A9.1 aangeeft voor 1995. Wordt naar het jaar van installatie gekeken dan blijkt de nieuwe inventarisatie t.o.v. de NEH voor de jaren 1995 en 1996 70 MW meer te zijn en voor de jaren 1991 t/m 1994 200 MW. Een verschil dat voornamelijk veroorzaakt wordt door een groter aantal gasmotoren. Deze 270 MW komt dicht bij het verschil van 214 MW met ECN.

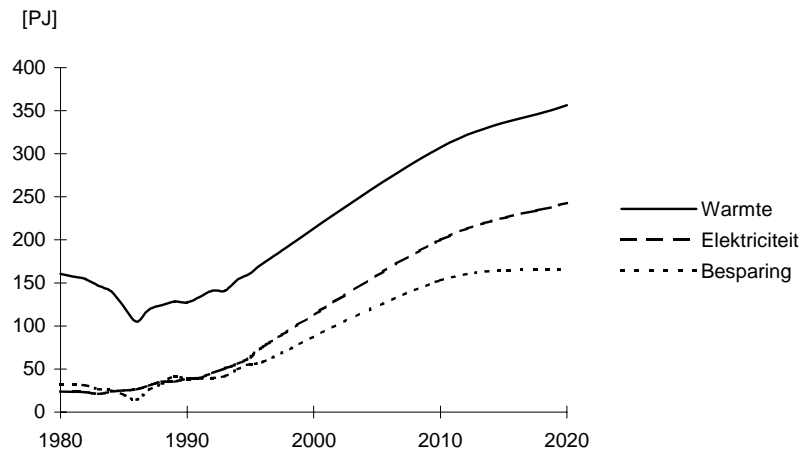
De verschillen lijken zich toe te spitsen op gasmotoren. De nieuwe inventarisatie komt tot ongeveer 1350 MWe in 1996. Het PWK noemt in het jaarverslag over 1996 een vermogen van per 1 januari 1995 van 900 MWe kleinschalig (en 2700 MWe grootschalig totaal 3600). Voor 1 januari 1996 is dit 1050 (en 3650 MW e grootschalig totaal 4550). En voor 1 januari 1997 1125 MW (en 4250 MWe grootschalig totaal 5375 MW). De Sep schat in het elektriciteitsplan 1997-2006 het vermogen aan kleinschalige WKK op 850 MWe in 1985 (en ander decentraal vermogen op 2476 MWe; inclusief 318 MWe afvalverbranding komt dit uit op 3644 MWe). In Elektriciteit in Nederland 1996 een andere Sep publikatie is dit circa 4200 MWe waarvan 1050 MWe gasmotoren.

Uit het bovenstaande kan geconcludeerd worden dat de nieuwe inventarisatie ongeveer 200 MWe tot 300 MWe aan gasmotoren meer oplevert als tot nu toe door anderen (CBS zelf, Sep, PWK) genoemd worden. Dit grote verschil is voor een belangrijk deel te wijten aan een sterke groei van het aantal gasmotoren. Dit is voor de sector geen nieuw fenomeen. Tussen het tijdstip van verkoop en het tijdstip dat de eigenaar de installatie in gebruik neemt kan een aantal jaren zitten. Daarnaast is niet elke in gebruik genomen installatie direct bij het CBS bekend. Een goede screening van de gegevens is noodzakelijk. Fabrikanten geven soms installaties op die helemaal niet geplaatst zijn, of nog niet geplaatst of in gebruik genomen zijn. Daarnaast kunnen wijzigingen in de namen van bedrijven leiden tot het verdwijnen of dubbeltellen van installaties. Voor de grotere gasturbi-

nes is hier veel beter zicht op dan voor de kleinere gasmotoren. Het is dan ook niet verwonderlijk dat sommige partijen nogal 'voorzichtig' zijn bij de inschatting van het geplaatste vermogens aan gasmotoren. Gezien de zorgvuldige manier waarop het CBS de inventarisatie uitvoert, met de nodige controles, kan er vanuit gegaan worden dat de nieuwe cijfers correct zijn. Met name in de glastuinbouw, waar de meeste gasmotoren staan, zijn er de laatste 7 jaar blijkbaar meer installaties geplaatst dan tot nu toe werd verondersteld.

### *Besparing door Warmte Kracht koppeling*

In Figuur I.1 is aangegeven hoe groot de energiebesparing door WKK bij eindverbruikers en joint ventures de afgelopen jaren geweest is, en hoe deze ontwikkeling zich in het GC-scenario voortzet. Dit zijn dus cijfers exclusief warmtedistributie.



Figuur I.1 *Besparing door WKK bij eindverbruikers en joint ventures (historisch en GC)*

Van belang voor de berekende besparing zijn aannamen die gedaan worden voor de rendementen van de alternatieven van gescheiden opwekking. In Tabel A8.2 zijn diverse te hanteren rendementen opgenomen. Van belang hierbij is het alternatieve opwekkendement van de elektriciteitscentrales, het opwekkendement voor warmte bij eindverbruikers (te gebruiken bij WKK bij eindverbruikers en joint ventures), het verlies aan warmte bij 'stadsverwarming' in het distributienet en het rendement van het alternatief bij 'stadsverwarming' (te gebruiken bij Sep warmteplanelen en stadsverwarming). Voor de grootschalige industriële warmteplanelen wordt een gunstiger distributierendement verondersteld. Om de marge te schetsen zijn ook waarden opgenomen indien er een gunstige ontwikkeling bij gescheiden opwekking plaats zou vinden. De besparing door WKK levert dan een veel lagere waarde op (aangegeven met min).

Tabel I.2 *Te hanteren rendementen voor alternatieven van WKK en distributieverliezen*

	Elektriciteitsproductie	Warmteopwekking eindverbruikers	Rendement distributienet industriële verwarming	Rendement distributienet ruimteverwarming	Ruimteverwarming
1995 max.	0,44	0,9	1,0	0,85	0,91
1995 min.	0,44	0,9	1,0	0,80	0,91
2010 max.	0,48	0,9	1,0	0,85	0,96
2010 min.	0,57	0,9	1,0	0,80	0,96
2020 max.	0,50	0,9	1,0	0,85	0,96

---

2020 min.      0,60                      0,9                      1,0                      0,80                      0,96

---

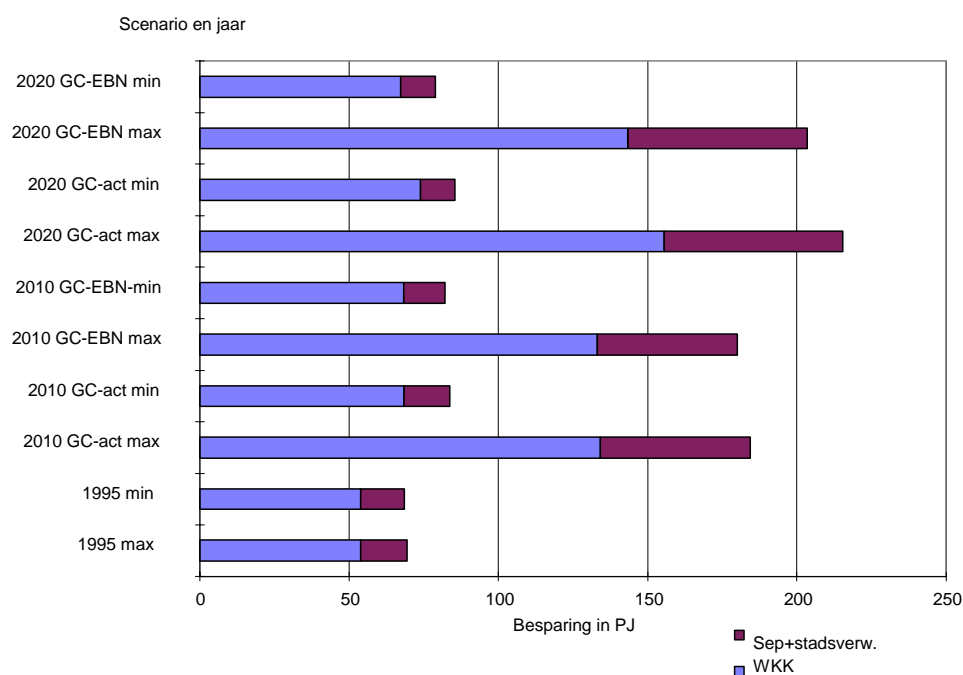
In Tabel A9.3 en Figuur A9.2 is aangeven hoe deze rendementen uitwerken in brandstofbesparingen. De zogenaamde warmte-aftap bij elektriciteitscentrales en vuilverbranding zijn hierbij buiten beschouwing gelaten. De cijfers voor 'WKK en joint ventures' bij 'max' komen overeen met de gegevens in Figuur A9.1. Hieruit blijkt dat WKK tot forse besparingen kan leiden. Indien als alternatief bij centrale elektriciteit opwekking gascentrales gebruikt worden met een zeer hoog rendement neemt de besparing aanzienlijk af. De energetische voordelen van stadsverwarming staan in deze situatie ook nog eens sterk onder druk door warmteverliezen in het distributienetten. Bij de hier geschetste aannamen onder 'min' is er in dat geval voor de pure stadsdistributie in het geheel geen energetisch voordeel meer.

Tabel I.3 *Besparing door WKK, warmteplaneenheden en stadsverwarming [PJ]*

	WKK bij eindverbruikers en joint ventures	Sep warmteplaneenheden + stadsverwarming	Totaal
1995 max.	54	15	69
1995 min.	54	15	68
2010 GC-act max.	134	50	184
2010 GC-act min.	68	15	84
2010 GC-EBN max.	133	47	180
2010 GC-EBN-min.	68	14	82
2020 GC-act max.	156	60	215
2020 GC-act min.	74	12	85
2020 GC-EBN max.	143	60	203
2020 GC-EBN min.	67	12	79

Hierbij moet wel opgemerkt worden dat bij een gunstige ontwikkeling van elektriciteitsproductie-rendementen, deze voor WKK-installaties ook toe zouden kunnen nemen. Ook kan door een groter aandeel warmwater, dat meestal met een lager rendement dan ruimteverwarming wordt opgewekt, of door het substitueren van elektriciteit door warmte (bijvoorbeeld 'hot fill' of 'CV-wasmachines') het beeld uiteindelijk ook gunstiger uitvallen. Ook zouden WKK installaties vergeleken moeten worden met de op het moment van bouwen beschikbare alternatieven. De keuze van 57% of 60% als alternatief doet niet geheel recht aan de leeftijdsopbouw van het WKK park. 'Min' schetst dus per saldo een wat te negatief beeld.

Worden toch de cijfers onder max. gehanteerd, dan blijken de maatregelen uit de besparingsnota (EBN) in 2010 tot 4 PJ minder besparing te leiden en in 2020 tot 12 PJ. Verbruik dat er niet is, kan ook niet efficiënter ingevuld worden. Deze terugloop zit voor 60% in de dienstensector en voor 10% bij de land en tuinbouw.



Figuur I.2 Besparing door WKK, warmteplanelenheden en stadsverwarming in PJ

#### WKK vermogen in 1996 en 2000

Aan de hand van de CBS cijfers en berekeningen van ECN van twee jaar geleden aan het GC-scenario van 2000 is de energiebesparing in 1996 en 2000 berekend (zie Tabel A9.4). Het gaat hier om het totaal van stadsverwarming, WKK, joint ventures, exclusief vuilverbranding en warmte aftap bij centrales. Voor 1996 waren niet van alle installaties productiecijfers aanwezig. De wel bekend cijfers zijn opgehoogd aan de hand van het ontbrekende vermogen. Het gaat hier om aanpassingen om een ophoging met 7 PJ elektriciteit, 12 PJ warmte en 22 PJ brandstof (7 PJ besparing). Aangezien het CBS het vermogen van december 1996 opgeeft; ontstaat zo een soort gemiddelde over 1996 en 1997. 1996 zal feitelijk wat lager liggen 1997 wat hoger. Ook is een berekening uitgevoerd door bij 1995 de extra gasmotoren toe te voegen. Als referentierendement voor de elektriciteitsvoorziening is in 2000 bij max. 46% en bij min 49% gebruik. De besparingen zijn zeer gevoelig voor deze voor de veronderstelde referentierendementen. Het blijkt dat er geen constante reeks ontstaat. De oorzaak hiervan wordt duidelijk als de onderliggende waarden bekeken worden (zie Tabel A9.5).

Tabel I.4 Besparing incl. schattingen voor 1996 en 2000 [PJ]

	WKK bij eindverbruikers en joint ventures	Sep warmteplanelenheden + stadsverwarming	Totaal
1995 max.	54	15	69
1995+gasmotoren max.	54	15	69
1996 max.	70	17	87
2000 max.	72	29	101
2010 GC-act max.	134	50	184
2020 GC-act max.	156	60	215
1995 min	54	15	68
1995+gasmotoren min	54	15	68

1996 min	70	16	86
2000 min	58	21	78
2010 GC-act min	68	15	84
2020 GC-act min	74	12	85

De warmteproductie uit 1996 is gelijk aan die van 2000 terwijl de elektriciteitsproductie 1/3 lager ligt. Een belangrijk deel hiervan kan verklaard worden. ECN gaat uit van een industriële afbouw van het conventionele vermogen, en een vervanging door STEG vermogen. Dit levert veel elektriciteit bij dezelfde hoeveelheid warmte. Ook is er bij de CBS cijfers een onduidelijkheid bij conventioneel vermogen. Bij twee sectoren komt er meer energie uit dan dat er in gaat. Het gaat hierbij, als een normaal rendement gehanteerd wordt, om 5 tot 10 PJ. Tenslotte kan ook de bijschatting het cijfer uit 1996 vertekenen en heeft ECN voor 2000 de recente extra gasmotoren niet meegenomen. Hoewel dit wel wat verklaringen biedt is wel duidelijk dat er bij een update van de 2000 berekeningen een aantal bijstellingen plaats zouden vinden richting meer warmteproductie.

Tabel I.5 *Kencijfers WKK-productie*

	Elektriciteits- productie [PJ]	Warmte productie [PJ]	Brandstof- inzet [PJ]	Totaal rendement	Warmte/kracht verhouding
1995	88	179	327	82%	2,02
1995+gasmot.	91	182	341	80%	2,00
1996+bijschat.	110	208	384	83%	1,89
2000	159	207	469	78%	1,30
2010	300	356	829	79%	1,19
2020	382	417	1.000	80%	1,09



## REFERENTIES

- [1] Ministerie van Economische Zaken: *Derde Energienota*. Tweede Kamer, vergaderjaar 1995-1996, 24525, nrs. 1-2.
- [2] Ministerie van Economische Zaken: *Energiebesparingsnota 1998*. Tweede Kamer, Vergaderjaar 1997-1998, Tweede Kamer, 7 april 1998.
- [3] Centraal PlanBureau (met medewerking van AVV, ECN en RIVM): *Economie en fysieke omgeving; Beleidsopgaven en oplossingsrichtingen 1995-2020*. Den Haag, SDU, juli 1997.
- [4] ECN-Beleidsstudies: *Nationale Energie Verkenningen 1995-2020; Trends en thema's*. ECN-C--97-081, Petten, ECN, maart 1998.
- [5] P.G.M. Boonekamp: *Het SAVE-model; De modellering van energieverbruiksoontwikkelingen*. ECN-C--94-076, Petten, ECN, december 1994.
- [6] A.W.N. van Dril, et.al.: *SAVE-module Productiebedrijven; De modellering van energieverbruiksoontwikkelingen*. ECN-I--94-043, Petten, ECN, januari 1995.
- [7] M. Beeldman, et.al.: *SAVE-module Utiliteitsbouw; De modellering van energieverbruiksoontwikkelingen*. ECN-I--94-044, Petten, ECN, januari 1995.
- [8] P.G.M. Boonekamp: *SAVE-module Huishoudens; De modellering van energieverbruiksoontwikkelingen*. ECN-I--94-045, Petten, ECN, januari 1995.
- [9] R.de Graaf (CEA), et.al.: *Rapportages in het kader van het Integraal Milieuplan Energie Sector van: werkgroep referentiescenario, werkgroep consumptie en verbruik en werkgroep productie en transport*. Gasunie, Sep en EnergieNed, 1995/1996.
- [10] O. van Hilten, et.al.: *De ECN-bijdrage aan de derde energienota: uitgebreide beschrijving energieSchetsen 2020*. ECN-C--96-014, Petten, ECN, maart 1996.
- [11] Ministerie van Economische Zaken: *Actieprogramma Duurzame energie 1997-2000: Duurzame energie in opmars*. Tweede Kamer, vergaderjaar 1996-1997, 25276, nr. 1.
- [12] R.J. Oosterheert, et.al.: *Energieverslag Nederland 1995*. Petten, ECN, 1996.
- [13] Novem: *Energieprestaties in de woningbouw*. Nr. DV 1.2.161 97.06, 1997.
- [14] Novem: *EPC=1,0 en lager in de woningbouw*. Nr. DV 1.2.148 96.11, 1996.
- [15] EnergieNed: *Energie Prestatie Bestaand bouw. Fysisch Model (Formules en Uitgangspunten)*. Arnhem, 1998.
- [16] O.N. Toepoel, J.W.M. Beukema, A. Poel.: *Energieprestatie Bestaande Bouw. Productomschrijving*. CEA, rapport nr. 650T2541, Rotterdam, 1997.
- [17] M.F. Versteeg, J.W.M. Beukema, O.N. Toepoel.: *Evaluatie EPB pilots. Praktijkervaringen met het instrument EPB*. CEA, Rotterdam, 1997.
- [18] J. de Jager: *Hernieuwbare energie in 2020 10% of 7,5%*. Energie- en Milieuspectrum, nr. 12, december 1997, pag. 7.
- [19] Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM): *Milieurendement van het NMP-3; aanvulling op de Nationale Milieuverkenning 4*. ISBN 90 6960 073 0, Alphen aan den Rijn, H.D. Samson. Tjeenk Willink bv, 1997.
- [20] M. Beeldman, M.G.M. Harmelink, et.al.: *Optiedocument voor emissiereductie van broeikasgassen; Inventarisatie in het kader van de Uitvoeringsnota Klimaatbeleid*.

- ECN-RIVM, ECN-C--98-082, Petten, ECN, oktober 1998.
- [21] P. Janse: *Energiebesparing in verkeer en vervoer door ruimtelijke ordening*. Delft, CE, 1997.
- [22] *De mobiliteit van de Nederlandse bevolking*. CBS, 1995.
- [23] Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM): *Nationale Milieuverkenning 4*. ISBN 90 4220 136 3, Alphen aan den Rijn, H.D. Samson. Tjeenk Willink bv, 1997.
- [24] R.I.Th. Koolen: *Wat is hoogwaardig openbaar vervoer?* Verkeerskunde, mei 1997, pag.20-24.
- [25] P.J.M. Groot: *Openbaar vervoer naar VINEX-locaties ontspoort*. Verkeerskunde, december 1997, pag 1-24.
- [26] P.S. Baayens: *Technieken voor restwarmtebenutting in de procesindustrie*, Stork/Comprimio, 1997 (versie 2, vertrouwelijk).
- [27] M. Beeldman, ECN, persoonlijke mededeling.
- [28] D.J. Gielen: *Toward integrated energy and materials policies*. Energy Policy, volume 23, number 12, 1049-1062, 1995.
- [29] S. de Boer et.al.: *IJzer, Staal, en Zink in de Nederlandse Economie, 1990*. CBS, september 1994.
- [30] F. Blaauwendraat, J. van Dalen: *Papier en papierproducten in de Nederlandse Economie*. CBS, oktober 1993.
- [31] L.A.J. Joosten, M.P. Hekkert, E. Worrell: *Streams: Integrated Analysis of Materials Streams through Society*. NW&S, Utrecht.
- [32] Anonymous: *Changes in the pipeline*. European Plastics News, november 1997, pp. 24-27.
- [33] International Iron and Steel Institute: *Competition between Steel and Aluminium for the Passenger Car*. Brussel, 1994.
- [34] D.J. Gielen, P.A. Okken: *Optimisation of integrated energy and materials systems*. ECN-C-94-010/011/012. Petten, juni 1994.
- [35] D.J. Gielen: *Wood for energy or materials applications. Integrated energy and materials system optimisation for CO<sub>2</sub> reduction*. In: Workshop proceedings 'Life cycle analysis - a challenge for forestry and forest products', Hamburg, 3-5 mei 1995.