

Augustus 2004

ECN-C--04-016



## **GEREALISEERDE ENERGIEBESPARING 1995 -2002**

### **Conform Protocol Monitoring Energiebesparing**

P.G.M. Boonekamp, ECN  
A. Gijsen, RIVM/MNP  
H.H.J. Vreuls, SenterNovem

**SenterNovem**

**rivm**  
Rijksinstituut  
voor Volksgezondheid  
en Milieu  
Milieu- en  
Natuurplanbureau

## Verantwoording

Deze studie is uitgevoerd in 2003-2004 in opdracht van het Ministerie van Economische Zaken, met medewerking van het RIVM/MNP en SenterNovem. Het rapport staat bij ECN geregistreerd onder projectnummer 7.7543 en rapportnummer ECN-C--04-016, bij RIVM/MNP onder rapportnummer 773001027.

## Abstract

In this report the realized energy savings in the Netherlands for the period 1995-2002 are presented for the sectors households, industry, agriculture, services, transport, refineries and electricity and for the national level. First a short description is given of the 'Protocol Monitoring Energy Savings', a common methodology and database to calculate the amount of energy savings, that has been set up earlier by four Dutch institutes CPB, ECN, Novem and RIVM. Results are presented for savings on final energy use, for conversion in end-use sectors (co-generation) and for conversion in the energy sector. National savings of 1,0% per year are found, with a decreasing tendency in recent years.

Much attention is given to the uncertainty margins that result from the uncertainty in the input data and the 'quality' of the variable that is used to calculate the reference energy use (without savings). It proves not possible to supply a reliable savings figure for final energy use in the services sector. On the other hand the savings from better conversion can be calculated quite well. Overall a margin of +/- 0,3% is found for the national yearly savings figure.

Next to savings an analysis has also been made of volume- and structural effects with respect to energy consumption, energy-intensity developments and other relevant factors in different sectors. Finally savings have been put in perspective: savings in comparison with that of the EU-countries, the contribution of savings to the reduction of the CO<sub>2</sub> emissions and a comparison with other evaluation studies.

# INHOUD

LIJST VAN FIGUREN	4
LIJST VAN TABELLEN	5
SAMENVATTING	7
1. INLEIDING	11
2. PROTOCOLMETHODIEK IN HET KORT	12
2.1 Definitie besparing	12
2.2 Volume-, structuur- en besparingseffecten	13
2.3 Energieverbruiksgrootheden	15
2.4 Bepaling besparing per sector en totaal	19
3. GEREALISEERDE BESPARING 1995 - 2002	21
3.1 Aanpak en inputgegevens	21
3.2 Besparing per sector en nationaal	21
3.3 Volume-, structuur- en besparingseffecten	22
3.4 Onzekerheden in de resultaten	23
3.5 Trendmatige ontwikkeling besparing	23
4. VERBRUIK- EN BESPARINGSTRENDS PER SECTOR	24
4.1 Inleiding	24
4.2 Huishoudens	25
4.3 Industrie (inclusief Bouw)	28
4.4 Land- en tuinbouw	33
4.5 Dienstensectoren	36
4.6 Transport	39
4.7 Raffinage	42
4.8 Elektriciteitsvoorziening	44
4.9 Overige energiebedrijven	48
4.10 Totaal Energieverbruik	49
5. BESPARING IN PERSPECTIEF	53
5.1 Vergelijking internationaal	53
5.2 Besparing en CO2-emissiereductie	54
5.3 Besparing met warmtekracht-koppeling	55
5.4 Andere evaluaties	56
REFERENTIES	57
BIJLAGE A SECTORINDELING PROTOCOL ENERGIEBESPARING	59
BIJLAGE B VERGELIJKING MET EERDERE EVALUATIES	60
BIJLAGE C ONZEKERHEIDSANALYSE BESPARINGSCIJFERS	62

## LIJST VAN FIGUREN

Figuur S.1	<i>Ontwikkeling verbruik per capita resp. per € BBP periode 1990-2002</i>	8
Figuur 2.1	<i>Verbruik, referentieverbruik en besparing</i>	12
Figuur 2.2	<i>Verbruiksentwikkelingen en volume-, structuur- en besparingseffect</i>	14
Figuur 2.3	<i>Relatie verbruiksaldo met finaalverbruik en verbruik in primaire termen</i>	17
Figuur 2.4	<i>Verbruiksaldo en verbruik in primaire termen bij warmtekracht en gescheiden opwekking</i>	18
Figuur 3.1	<i>Decompositie mutatie nationaal energieverbruik 1995-2002</i>	22
Figuur 4.1	<i>Volume-, structuur- en besparingseffecten huishoudens 1995-2002</i>	26
Figuur 4.2	<i>Warmte- en elektriciteit-intensiteit huishoudens 1990-2002</i>	27
Figuur 4.3	<i>Primair verbruik per energiefunctie bij huishoudens</i>	27
Figuur 4.4	<i>Volume-, structuur- en besparingseffecten industrie (inclusief Bouw) 1995-2002</i>	29
Figuur 4.5	<i>Verbruik per energiedrager in de industrie 1990-2002 (exclusief Bouw)</i>	30
Figuur 4.6	<i>Elektriciteits-, warmte- en grondstof-intensiteit Industrie 1990-2002</i>	31
Figuur 4.7	<i>Finale intensiteit elektriciteitsverbruik industriesectoren</i>	32
Figuur 4.8	<i>Finale intensiteit warmteverbruik industriesectoren</i>	33
Figuur 4.9	<i>Volume-, structuur- en besparingseffecten L&amp;T 1995-2002</i>	34
Figuur 4.10	<i>Elektriciteits- en warmte-intensiteit Land- en tuinbouw 1990-2002</i>	35
Figuur 4.11	<i>Volume-, structuur- en besparingseffecten Diensten 1995-2002</i>	37
Figuur 4.12	<i>Elektriciteits- en warmte-intensiteiten Diensten 1990-2002</i>	38
Figuur 4.13	<i>Volume-, structuur- en besparingseffecten Transport 1995-2002</i>	40
Figuur 4.14	<i>Elektriciteit- en brandstof-intensiteiten personen- en vrachtvervoer 1990-2002</i>	41
Figuur 4.15	<i>Volume-, structuur- en besparingseffecten Raffinaderijen 1995-2002</i>	43
Figuur 4.16	<i>Elektriciteit- en brandstof-intensiteit Raffinaderijen 1990-2002</i>	44
Figuur 4.17	<i>Elektriciteitsaanbod naar type 1990-2002</i>	45
Figuur 4.18	<i>Rendementsontwikkeling per type centrale 1990-2002</i>	46
Figuur 4.19	<i>Totaal rendement elektriciteitslevering, in- of exclusief warmtelevering, vuilverbranding of import</i>	47
Figuur 4.20	<i>Statistisch en temperatuur gecorrigeerd totaal verbruik</i>	49
Figuur 4.21	<i>Verbruik per capita en verbruik per eenheid BBP</i>	50
Figuur 4.22	<i>Ontwikkeling verbruik per sector 1990-2002</i>	51
Figuur 4.23	<i>Ontwikkeling TVB en CO<sub>2</sub>-emissie 1990-2002</i>	51

## LIJST VAN TABELLEN

Tabel S.1	<i>Besparing 1995-2002 volgens protocol energiebesparing</i>	7
Tabel S.2	<i>Trend in de nationale besparing vanaf 1995</i>	7
Tabel S.3	<i>Ontwikkeling groei BBP, verbruik en intensiteit</i>	8
Tabel 3.1	<i>Besparingsresultaten voor de periode 1995-2002</i>	21
Tabel 3.2	<i>Trend in de nationale besparing vanaf 1995</i>	23
Tabel 4.1	<i>Gehanteerde ophoogfactoren per energiedrager</i>	24
Tabel 4.2	<i>Ontwikkeling besparing bij huishoudens volgens de protocolaanpak</i>	25
Tabel 4.3	<i>Groei consumptie en elektriciteitsverbruik huishoudens</i>	28
Tabel 4.4	<i>Ontwikkeling besparing bij de industrie volgens de protocolaanpak</i>	29
Tabel 4.5	<i>Jaarlijkse groei TW industrie en energie-intensieve subsectoren</i>	32
Tabel 4.6	<i>Ontwikkeling besparing L&amp;T volgens de protocolaanpak</i>	34
Tabel 4.7	<i>Ontwikkeling besparing Diensten volgens protocolaanpak</i>	36
Tabel 4.8	<i>Relatie groeivoeten en finaal verbruik sector Diensten</i>	38
Tabel 4.9	<i>Ontwikkeling besparing Transport volgens de protocolaanpak</i>	39
Tabel 4.10	<i>Ontwikkeling besparing Raffinaderijen volgens de protocolaanpak</i>	43
Tabel 4.11	<i>Input, output en overall rendement centrales 1990-2000</i>	46
Tabel 4.12	<i>Input en output en rendement vuilverbranding</i>	46
Tabel 4.13	<i>Input en output en rendement voor wkk-distributie</i>	47
Tabel 4.14	<i>Ontwikkeling groei BBP, verbruik en intensiteit</i>	50
Tabel 4.15	<i>Opbouw structureffect in de protocolaanpak</i>	52
Tabel 5.1	<i>Vergelijking verbruiksonwikkeling Nederland en EU</i>	53
Tabel 5.2	<i>Vergelijking toename energie-efficiency Nederland en EU 1995-2002</i>	54
Tabel 5.3	<i>Besparing door wkk-productie 1990-2002</i>	56
Tabel 5.4	<i>Ontwikkeling energie efficiency L&amp;T volgens PME en volgens LEI</i>	56
Tabel A.1	<i>Indeling verbruikers volgens CBS en huidig of oorspronkelijk protocol</i>	59
Tabel B.1	<i>Vergelijking besparingscijfers drie Protocol-exercities</i>	60
Tabel B.2	<i>Volume-, structuur- en besparingseffecten periode 1990-2000</i>	61
Tabel B.3	<i>Energiebesparingscijfers 1990 - 2001</i>	61
Tabel C.1	<i>Onzekerheidsmarge in de besparingscijfers (incl. w/k besparing)</i>	62



## SAMENVATTING

Op verzoek van het ministerie van Economische Zaken hebben de instituten CPB, ECN, Novem<sup>1</sup> en RIVM/NMP, met medewerking van het CBS, een gezamenlijke aanpak uitgewerkt voor het bepalen van de gerealiseerde energiebesparing; deze is vastgelegd in het 'Protocol Energiebesparing'. Eerder is gerapporteerd over de besparing vanaf 1990 tot 2000 respectievelijk 2001. Deze rapportage betreft de besparing voor de periode 1995-2002.

### *Gerealiseerde besparing*

Bij het bepalen van de besparing conform het protocol wordt onderscheid gemaakt naar:

- finaal verbruik van de eindverbruiksectoren en raffinage,
- conversie in de eindverbruiksectoren, waaronder wkk-productie,
- energie-aanbod, m.n. de elektriciteitsvoorziening (zie Tabel S.1).

Tabel S.1 *Besparing 1995-2002 volgens protocol energiebesparing*

[%/jaar] <sup>a</sup>	Nationaal	Industrie <sup>b</sup>	Diensten	Huishoudens	Land & tuinbouw	Transport <sup>c</sup>	Raffinage
Finaal verbruik	0,7	0,8	0,0	1,2	1,1	0,4	0,8
Conversie	0,2	0,2	0,5	0,0	0,6	0,0	0,2
Verbruikers	0,9	1,0	0,5	1,2	1,7	0,4	1,0
Aanbod	0,1						
Nationaal	1,0						

<sup>a</sup> Resultaten gemiddeld met twee voorgaande jaren alvorens het percentage is bepaald.

<sup>b</sup> Inclusief Bouw.

<sup>c</sup> Inclusief verbruik voor mobiele werktuigen.

De besparing op finaal verbruik levert op nationaal niveau een besparing van 0,7% per jaar op; inclusief de besparing van wkk-productie is dit 0,9%. De besparingen in de elektriciteitsvoorziening dragen 0,1%-punt bij aan de totale nationale besparing van 1,0% per jaar. Opgemerkt moet worden dat voor Diensten geen finaal besparingscijfer kon worden vastgesteld i.v.m. een te grote onbetrouwbaarheid in verbruiksdata en het niet beschikbaar zijn van goede grootheden om het referentieverbruik te bepalen. Hier is de finale besparing op nul gesteld. De onzekerheid in het nationale besparingscijfer bedraagt 0,3%-punt; dit betekent dat het nationale besparingscijfer voor 1995-2002 tussen de 0,7% en 1,3% ligt (met 95% zekerheid). De finale cijfers voor de afzonderlijke sectoren hebben een hogere onzekerheidsmarge; de cijfers voor conversie zijn relatief hard.

In Tabel S.2 worden recente trends in de nationale besparingscijfers getoond. Hieruit kan geconcludeerd worden dat het besparingstempo geleidelijk afneemt, zowel de besparing op finaal verbruik als de besparing bij wkk en centrales. Deze trend is zichtbaar in meerdere sectoren en wordt ook ondersteund door de aanvullende analyses (zie Hoofdstuk 4).

Tabel S.2 *Trend in de nationale besparing vanaf 1995*

[gemiddeld % per jaar]	1995-2000	1995-2001	1995-2002
Finaal verbruik	0,8	0,8	0,7
WKK en centrales	0,4	0,3	0,3
<i>Totaal</i>	<i>1,2</i>	<i>1,1</i>	<i>1,0</i>

<sup>1</sup> Inmiddels SenterNovem geheten.

### Verbruikontwikkelingen algemeen

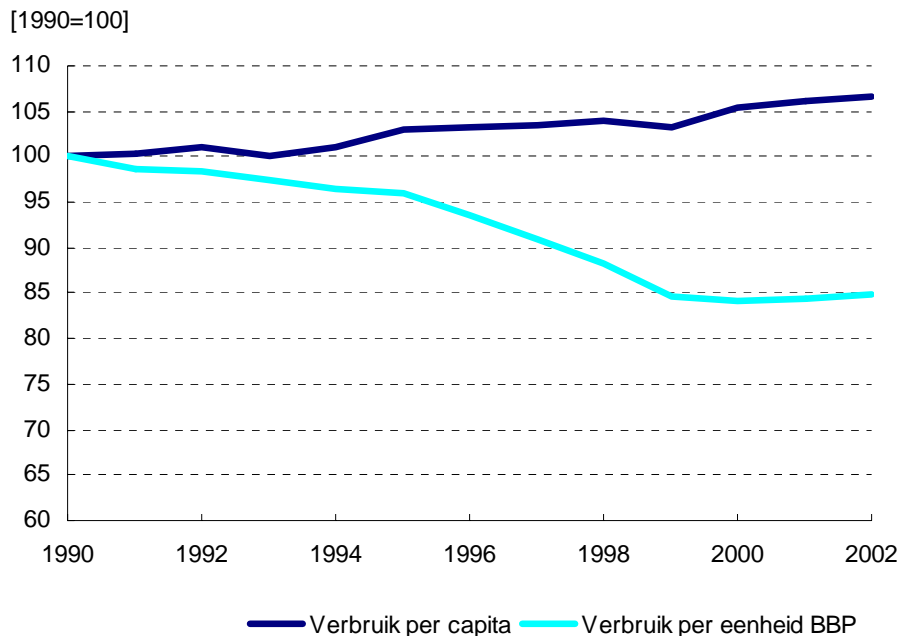
De analyse betreft de periode vanaf 1990 welke aansluit bij eerder geformuleerd beleid. De verbruikstrend wordt niet alleen beïnvloed door besparing maar ook door volume-ontwikkelingen, zoals de economische groei, en structurele ontwikkelingen, zoals sectorverschuivingen, meer apparaten per huishouden, zwaardere auto's en airconditioning in kantoren. De groei van het Bruto Binnenlands product (BBP) zou in beginsel hebben geleid tot een jaarlijkse verbruikstoename van 2,6%. Structurele ontwikkelingen verminderen dit met 0,4%-punt. Tezamen met de 1% besparing leidt dit per saldo tot 1,2% groei van het Totale Verbruik Binnenland (TVB, zie Tabel S.3, laatste kolom).

De energie-intensiteit, de verhouding tussen economische groei en energieverbruik, blijkt sneller te dalen bij een hoge economische groei (zie Tabel S.3). Daardoor is in een periode met een bovengemiddelde economische groei de verbruikstoename meestal niet veel hoger dan bij een lagere economische groei.

Tabel S.3 *Ontwikkeling groei BBP, verbruik en intensiteit*

[%/jaar]	1990-1994	1994-1998	1998-2002	1990-2002
BBP-groei	1,9	3,6	2,2	2,6
TVB-groei	1,0	1,3	1,3	1,2
E-intensiteit	-0,9	-2,2	-0,9	-1,3 à -1,4

Opmerkelijk is dat de historisch dalende trend voor de nationale energie-intensiteit in recente jaren ten einde is gekomen (zie Figuur S.1). Deze recente ontwikkeling wijkt ook af van de trend in andere Europese landen. De stagnatie in de daling van de intensiteit wordt deels veroorzaakt door de afname van de besparingen, maar verbruiksbevorderende structurele ontwikkelingen spelen een belangrijkere rol.



Figuur S.1 *Ontwikkeling verbruik per capita resp. per € BBP periode 1990-2002*



### *Besparing centrales en warmtekracht productie*

Het gemiddelde rendement van de centrale elektriciteitsproductie neemt rond 1995 toe door het inzetten van de nieuwe efficiëntere Eems-centrale. Na 1998 neemt de efficiency weer af door een energetisch minder optimale inzet van het productievermogen. Dit hangt vermoedelijk samen met het loslaten van de landelijke optimalisatie van de inzet van centrales (LEO-systeem van de Sep) en de sterke groei van de import van elektriciteit.

De totale besparing met (niet-centrale) wkk-productie neemt sterk toe vanaf 1990 en bereikt in 1998 een maximum waarde; daarna neemt de besparing weer af. Hierbij is voor elektriciteit het gemiddelde rendement uit het basisjaar gehanteerd. Als gekozen wordt voor het lopende gemiddelde rendement valt de besparing vanaf 1995 eerst lager uit, maar vanaf 1998 iets hoger (vanwege het verslechterende gemiddelde rendement van centrales).

### *CO<sub>2</sub>-emissiereductie van besparing*

De vermeden CO<sub>2</sub>-emissie t.g.v. gerealiseerde energiebesparing sinds 1990 bedraagt de afgelopen jaren 14 à 16 Mton, ofwel ongeveer 8% van de totale emissie. Hiervan is 3 à 4 Mton toe te schrijven aan efficiëntere conversie (wkk en centrales); de rest komt van besparing op finaal verbruik. De besparing is voor een deel te danken aan gevoerd energiebeleid en voor een deel een gevolg van autonome technische vooruitgang. Vergeleken met de vermeden emissie van ongeveer 3 Mton door duurzame energieproductie heeft besparing dus vijf maal zoveel bijgedragen aan de reductie als duurzame energie.

### *Internationale vergelijking*

De PME besparingscijfers zijn vergeleken met de gerealiseerde efficiencyverbetering in de EU, zoals bepaald in het Odyssee-project. Bij huishoudens bespaart Nederland relatief meer dan de EU als geheel. Voor de industrie en transport kunnen moeilijk harde conclusies worden getrokken vanwege de verschillen in aanpak. Overall mag geconcludeerd worden dat Nederland het niet slechter doet dan de EU-landen als geheel.

### *Noodzakelijke verbetering monitoring*

De nieuwe aanpak voor berekening van de energiebesparing in de industrie, aan de hand van gedetailleerde fysieke productiecijfers, blijkt een goed alternatief te zijn voor de informatie uit de inmiddels afgelopen MJA-monitoring. Voor de raffinage biedt dit echter geen oplossing; hier ontbreken vooralsnog de gegevens om de ontwikkeling van het eigen verbruik op te splitsen naar besparing en structureffecten (t.g.v. veranderingen in de ruwe olie input, gebruik van half-fabrikaten en veranderingen bij de afgeleverde producten). Zonder extra informatie kan op korte termijn geen bruikbaar besparingscijfer meer worden bepaald. In de dienstensectoren moet voor betrouwbare verbruikscijfers gewacht worden op het beschikbaar komen van informatie uit de klantenbestanden van de distributiebedrijven. Daarnaast is een flinke inspanning nodig, mogelijk in de vorm van een enquête, om gegevens te verzamelen t.b.v. het bepalen van het referentieverbruik en de besparing.



## 1. INLEIDING

### *Monitoring energiebesparing*

Op het gebied van energieverbruik en -besparing zijn in het verleden door de beleidsmakers (Ministeries van EZ en VROM) en de betrokken instituten (CPB, ECN, Novem<sup>2</sup> en RIVM/NMP) niet altijd op een eenduidige en uniforme wijze cijfers bepaald en gepresenteerd. Daarnaast is er weinig aandacht geweest voor de onzekerheden in de cijfers. Op verzoek van het ministerie van Economische Zaken hebben de genoemde instituten een gezamenlijke aanpak uitgewerkt welke is vastgelegd in het rapport 'Protocol Monitoring Energiebesparing' (Boonekamp, 2001). In dit protocol zijn de gezamenlijk te hanteren definities, begrippen en systeemgrenzen vastgelegd. De toegepaste decompositiemethode en de opzet van het rekenschema om de gewenste resultaten te berekenen, inclusief de daarbij te gebruiken grootheden en data, worden eveneens in dit rapport beschreven.

### *Uitgevoerde evaluaties*

Sinds de opzet van het protocol zijn twee maal besparingscijfers gepubliceerd:

- voor de periode 1990-2000, als onderdeel van het rapport 'Besparingstrends 1990-2000' (Boonekamp, 2002),
- voor de periode 1990-2001, in het kader van een door het platform georganiseerde workshop (Vreuls, 2003).

Er is daarnaast ook gepubliceerd over met name de onzekerheidsmarges (Gijsen, 2003).

### *Wijzigingen protocolaanpak*

In dit rapport komt de gerealiseerde besparing tot en met het jaar 2002 aan de orde. Omdat vanaf 2000 geen MJA-gegevens meer beschikbaar waren moest voor het bepalen van de industriële besparing een nieuwe gegevensbron aangeboord worden (zie ook (Neelis, 2004)). Dit heeft mede geleid tot het opschuiven van het basisjaar van 1990 naar 1995. Verder is de sectordefinitie aangepast aan de nieuwe indeling welke afgesproken is in het kader van het formuleren van sectorale streefwaarden voor de CO<sub>2</sub>-uitstoot (zie Bijlage A). Tevens is van de gelegenheid gebruik gemaakt om in een aantal andere sectoren de protocolaanpak te verbeteren en het berekeningschema beter aan te laten sluiten op de energiedata uit het MONIT-systeem (Boonekamp, 2004). Tenslotte zijn de besparingsresultaten nu aangevuld met informatie over algemene verbruiksentwikkelingen vanaf 1990, en in een breder kader geplaatst.

### *Leeswijzer rapport*

Gezien de substantiële veranderingen wordt een uitgebreidere rapportage dan in voorgaande jaren uitgebracht. In Hoofdstuk 2 wordt de eerder opgezette protocolaanpak samengevat. In Hoofdstuk 3 worden de besparingsresultaten gepresenteerd voor de periode 1995-2002, inclusief een trend- en onzekerheidsanalyse. In Hoofdstuk 4 worden per sector de achterliggende verbruiksentwikkelingen geschetst en de protocolaanpak nader toegelicht. Tevens wordt hier gepoogd de ontwikkelingen zo goed mogelijk te verklaren. Tenslotte wordt in Hoofdstuk 5 de besparing belicht vanuit verschillende perspectieven, waaronder een vergelijking met het buitenland en de emissiereductie van besparing. In Bijlage B worden de besparingsresultaten van twee eerdere protocol exercities gepresenteerd.

---

<sup>2</sup> Inmiddels veranderd naar SenterNovem.

## 2. PROTOCOLMETHODIEK IN HET KORT

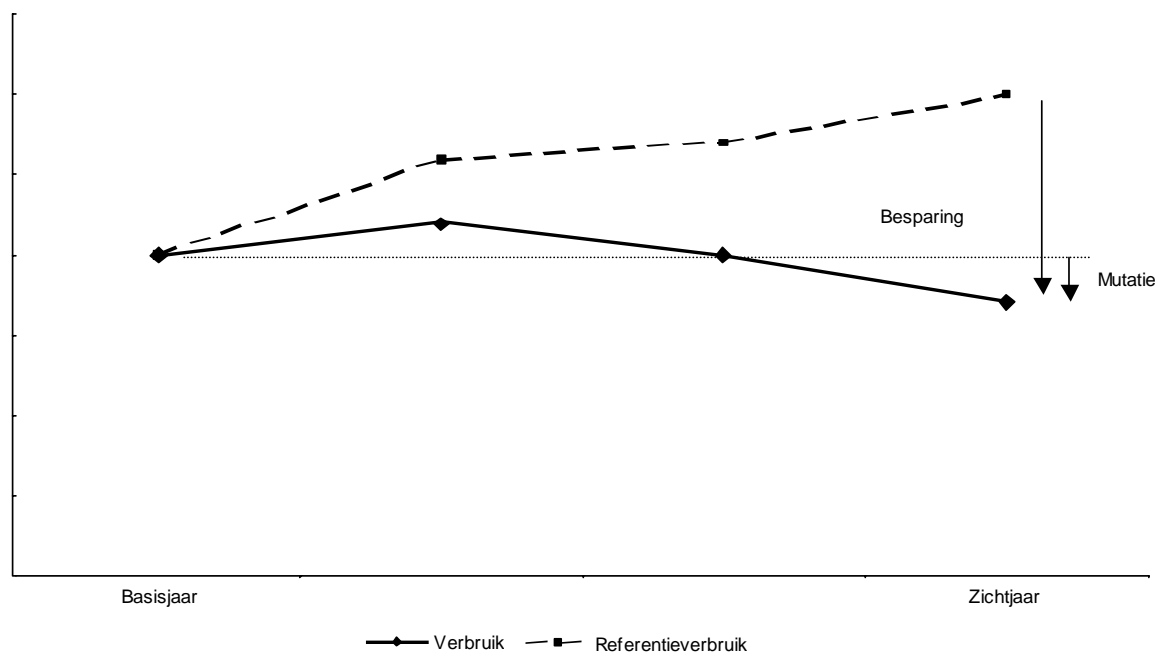
### 2.1 Definitie besparing

#### *Algemene definitie besparing*

Energiebesparing is het uitvoeren van dezelfde activiteiten of vervulling van dezelfde functies met minder energieverbruik. De besparing wordt uitgedrukt in absolute termen (PJ) of relatief (%) ten opzichte van het verbruik voor besparing.

#### *Bepalen besparing m.b.v. referentieverbruik*

Energiebesparing is niet direct te meten of waar te nemen omdat het energie is die niet is gebruikt. Energiebesparing moet daarom op een andere manier dan met metingen worden bepaald. In het protocol wordt gebruik gemaakt van het zogenaamde referentiegebruik. Dit is het verbruik in de situatie zonder besparing, dus het (theoretisch) verbruik in geval er geen besparing zou plaatsvinden. Besparing is dan gedefinieerd als het verschil tussen gerealiseerd verbruik en referentieverbruik in het eindjaar (zie Figuur 2.1). Daarmee wordt het belangrijkste probleem bij het bepalen van de besparing het vaststellen van het juiste referentieverbruik.



Figuur 2.1 *Verbruik, referentieverbruik en besparing*

#### *Energierelevante grootheden voor bepaling referentieverbruik*

Het referentieverbruik wordt bepaald door het energieverbruik te koppelen aan een z.g. energie-relevante grootheid (ERG). De verandering in de tijd van zo'n grootheid is bepalend voor de toe- of afname van het referentieverbruik. De ERG heeft betrekking op de activiteiten, de prestatie of de maatschappelijke behoeften waarvoor energie nodig is. Ze wordt uitgedrukt in fysieke, sociale of economische termen. Bijvoorbeeld tonnen staalproductie in de sector industrie of het aantal huishoudens in de sector huishoudens. Het definiëren en bepalen van de besparing houdt dus tegelijk in dat er relevante fysieke en sociaal-economische grootheden gekozen worden. Op een hoog aggregatieniveau is het veelal niet mogelijk één grootheid aan te wijzen die het referentiegebruik goed beschrijft. De industrie bijvoorbeeld produceert niet één enkel product waarvan de productie zou kunnen fungeren als een goede energierelevante grootheid. Voor geschiktere grootheden moet men afdalen tot het niveau van onderdelen van

geschiktere grootheden moet men afdalen tot het niveau van onderdelen van verbruiksectoren, bijvoorbeeld ruimteverwarming bij huishoudens of kunstmestproductie in de chemie. Voorbeelden van ERG's bij verschillende referentieverbruiken zijn:

- De aluminiumproductie bij het elektriciteitsverbruik in de non-ferro subsector van de Basismetaleen.
- Het vloeroppervlak van kantoren bij het gasverbruik voor ruimteverwarming in de dienstverlening.
- Het warm water verbruik van huishoudens bij het gasverbruik voor tapwater in huishoudens.

### *Basisjaar en eindjaar*

Bij energiebesparing hoort een tijdsdimensie; de gerealiseerde besparing wordt altijd voor een zekere periode bepaald. Daarom wordt in het protocol gewerkt met een *basisjaar* en een *eindjaar* (zie Figuur 2.1). In het basisjaar zijn referentieverbruik en werkelijk verbruik per definitie aan elkaar gelijk. Het verschil tussen beide in het eindjaar is de besparing t.o.v. het basisjaar

### *Verbruiksmutatie en besparing*

De *verbruiksmutatie* is de verandering in het waargenomen energieverbruik tussen basisjaar en eindjaar (zie Figuur 2.1). Energiebesparing leidt tot een verandering in het verbruik; echter, een verbruiksverandering mag zeker niet gelijk gesteld worden aan besparing. De verbruiksmutatie heeft namelijk betrekking op verbruiksverschillen tussen basisjaar en eindjaar; de besparing heeft betrekking op verschillen in het eindjaar (namelijk referentieverbruik en gerealiseerd verbruik).

### *Efficiencyverbetering en besparing*

Naast het begrip besparing wordt ook vaak de term efficiencyverbetering gehanteerd. Op energiegebied stond de term efficiency oorspronkelijk voor het omzetzendement van bijvoorbeeld centrales of CV-ketels. Inmiddels wordt het ook gebruikt bij de verhouding tussen een bepaalde prestatie en het bijbehorende energieverbruik. Als door isolatie van een woning het energieverbruik per m<sup>2</sup> woningoppervlak vermindert, wordt deze daling gekenschetst als een efficiencyverbetering terwijl feitelijk hetzelfde wordt bedoeld als bij besparing, zij het dat efficiency veelal in relatieve termen wordt uitgedrukt.

## 2.2 Volume-, structuur- en besparingseffecten

### *Volume-, structuur- en besparingseffect*

De waargenomen mutatie in het verbruik tussen basisjaar en eindjaar (zie Figuur 2.1) wordt in het protocol toegeschreven aan drie effecten, namelijk:

- volume-effect,
- structureffect,
- besparingseffect.

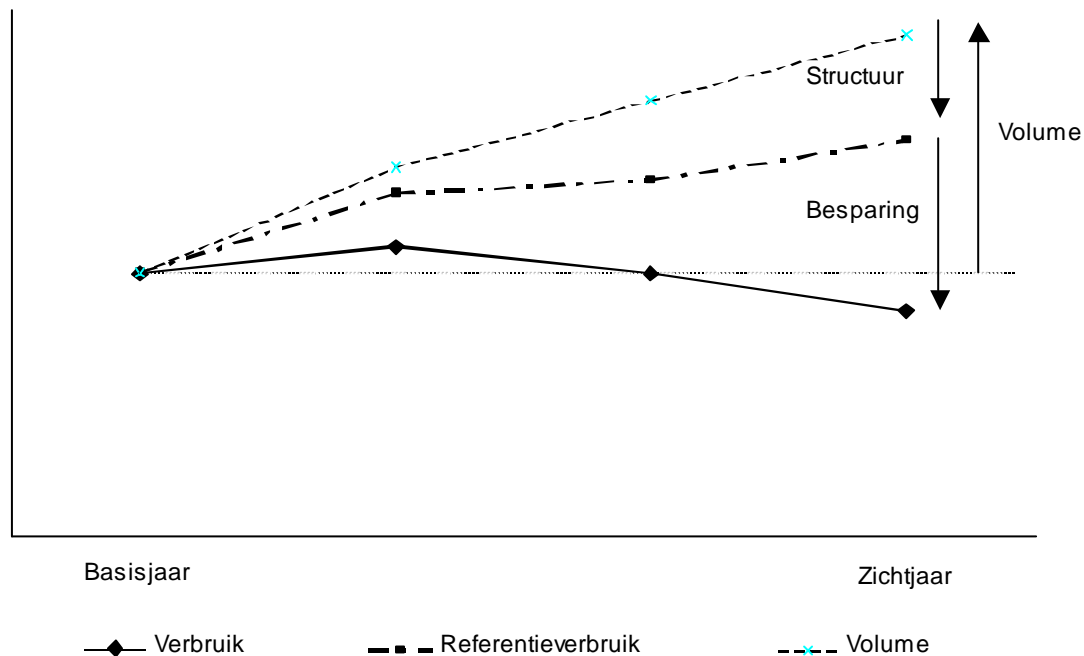
In Figuur 2.2 zijn deze volume-, structuur- en besparingseffecten aangegeven.

### *Volume-effect*

Er is in de maatschappij sprake van een voortdurende toename van de activiteiten op allerlei terreinen, waarvoor veelal extra energie nodig is. De omvang van de sociaal-economische activiteiten wordt gewoonlijk beschreven met:

- Bruto Binnenlands Product (BBP) op nationaal niveau,
- toegevoegde waarde of productievolume bij productiesectoren,
- binnenlandse bestedingen bij huishoudingen,
- vervoersprestatie bij transport.

Deze grootheden worden hier de volumegrootheden genoemd. Indien de omvang van de sociaal-economische activiteiten groeit, maar alle onderlinge verhoudingen hetzelfde blijven, dan zal het energieverbruik toenemen conform de groei bij de volumegrootheid. Bijvoorbeeld op nationaal niveau betekent dit dat het totale energieverbruik toeneemt met dezelfde snelheid als het BBP. De verbruiksentwikkeling conform de sociaal-economische volumegrootheden wordt in het protocol het volume-verbruik genoemd (zie Figuur 2.2).



Figuur 2.2 Verbruiksentwikkelingen en volume-, structuur- en besparingseffect

Het volume-effect is gelijk aan de toename van het volumeverbruik ten opzichte het verbruiksniveau in het basisjaar. Hierbij is dus verondersteld dat het energieverbruik evenredig toeneemt met de toegenomen omvang van de activiteiten t.o.v. het basisjaar.

#### *Structureffect*

Zoals hiervoor beschreven is de ontwikkeling van het referentieverbruik direct gekoppeld aan de trend voor een energierelevante grootheid; deze trend wordt niet alleen beïnvloed door volumeontwikkelingen maar ook door allerlei veranderingen in de aard van de productie en consumptie die invloed hebben op het energieverbruik (zie voorbeelden per sector in Hoofdstuk 4). Het referentieverbruik ontwikkelt zich dus meestal anders dan het volumeverbruik. Dit verschil is toe te schrijven aan veranderingen in de structuur van productieve en consumptieve activiteiten en wordt het structureffect genoemd. Het structureffect is dus gelijk aan het verschil tussen het referentieverbruik en het volumeverbruik in het eindjaar. In Figuur 2.2. heeft het structureffect een verbruiksbeperkend karakter; het referentieverbruik neemt hier minder toe dan het volumeverbruik. Het structureffect kan echter ook verbruiksbevorderend van karakter zijn.

#### *Besparingseffect*

Zoals eerder beschreven is het besparingseffect gelijk aan het verschil tussen het referentieverbruik en het waargenomen verbruik in het eindjaar. Tezamen verklaren volume-, structuur- en besparingseffect de gehele mutatie in het gerealiseerd verbruik tussen basisjaar en eindjaar. Voor een nadere toelichting op de volume-, structuur- en besparingseffecten wordt verwezen naar Hoofdstuk 4 en naar het protocolrapport (Boonekamp, 2001).

### *Energie-intensiteit en specifiek verbruik*

Bij verbruiksanalyses worden ook de termen energie-intensiteit en specifiek verbruik gebezigd. In het protocol wordt de verhouding tussen energieverbruik en (omvang van) economische activiteit de energie-intensiteit (in MJ/€) genoemd. De term specifiek verbruik wordt hier gebruikt in gevallen waar het gaat om de verhouding tussen energieverbruik en een fysieke grootte (bijvoorbeeld MJ/ton staal of MJ/voertuig-km).

In de ontwikkeling van de grootte energie-intensiteit speelt het volume-effect per definitie geen rol meer; de ontwikkeling wordt bepaald door zowel de besparings- als de structureffecten. Daarom mag een daling van de energie-intensiteit niet gelijk gesteld worden aan besparing c.q. een verbeterde energie-efficiency.

## 2.3 Energieverbruiksgrootheden

In de aanpak conform het protocol wordt zoveel mogelijk aangesloten bij de energiestatistieken (CBS-NEH). Deze worden op jaarbasis gepubliceerd in de statistiek Nederlandse Energiehuishouding (NEH). Echter, voor het protocol moeten keuzes worden gemaakt en bewerkingen op deze data worden uitgevoerd welke hierna aan de orde komen. De bewerkingen vinden plaats in het MONIT-systeem van ECN (Boonekamp, 1998).

### *Verbruikssectoren*

In de statistieken wordt een indeling van verbruikers gehanteerd op basis van SBI-codes (Standaard Bedrijfs Indeling). CBS maakt in de energiebalans onderscheid in eindverbruiksectoren (huishoudens, industrie, transport en overige afnemers) en energiesectoren (raffinage, elektriciteitsproductie en overige energiebedrijven). Transport omvat niet alleen de transportbedrijven, maar ook het eigen autovervoer bij bedrijven en de personenauto's bij huishoudens. De categorie overige afnemers omvat land- en tuinbouw, bouwnijverheid en handel/diensten/overheid (HDO). Overige energiebedrijven omvat o.a. de gasvoorziening, cokesfabrieken en de distributiebedrijven. Voor deze analyse is de sectordefinitie enigszins aangepast in verband met de nieuwe indeling welke is afgesproken in het kader van het formuleren van sectorale streefwaarden voor de CO<sub>2</sub>-uitstoot (zie Bijlage A).

Per 1994 is in de CBS-energiestatistieken bij energiebedrijven een nieuwe sector, decentrale opwekking met warmtekracht, geïntroduceerd. Deze sector omvat verbruik en productie in warmtekracht installaties die beheerd worden door meer partijen, b.v. een industrieel bedrijf en een energiedistributiebedrijf (z.g. joint-ventures). Ten behoeve van het protocol wordt het joint-venture vermogen overgeheveld naar de industriële sectoren waar de installatie fysiek aanwezig is.

### *Energiedragers*

Energieverbruik vindt plaats in de vorm van verbruik van energiedragers, zoals kolen, cokes, ruwe olie of olieproducten, aardgas, restgassen, elektriciteit en stoom of warm water. Het verbruik van verschillende energiedragers kan opgeteld worden omdat voor elke energiedrager de energie-inhoud in Joule is vastgelegd (b.v. 31,65 MJ per m<sup>3</sup> aardgas). Bij energiedragers wordt soms onderscheid gemaakt naar z.g. primaire energiedragers, zoals ruwe olie, kolen, uraan en aardgas, en secundaire energiedragers, zoals motorbrandstoffen, elektriciteit en warmte. De energiebedrijven zorgen voor de omzetting van primaire energiedragers in voor de afnemers bruikbare secundaire energiedragers.

### *Verbruiksaldo*

Voor alle verbruikssectoren geeft (CBS-NEH) het verbruiksaldo; dit is gelijk aan de som van:

- aanvoer van energie (+),
- eventuele eigen energiewinning binnen de sector, waaronder duurzame energie (+),
- energie die wordt afgeleverd aan andere sectoren (-).

Dit verbruikssaldo wordt zo nodig gecorrigeerd voor voorraadmutaties bij de verbruikers.

#### *Totaal Verbruik Binnenland (TVB)*

Het verbruiksaldo op nationaal niveau is het Totaal Verbruik Binnenland (TVB); dit is de som van door het CBS waargenomen energiewinning en -invoer, minus uitvoer en voorraadmutaties. Onder de uitvoer valt ook bunkering, d.w.z. gebunkerde brandstoffen door internationale scheepvaart en luchtvaart. Het TVB is ook gelijk aan de som van de verbruiksaldo's van alle energiebedrijven en eindverbruikers.

#### *Niet-energetisch verbruik*

In 1995 was volgens (NEH) ca. 14% van het totale energieverbruik in Nederland bestemd voor 'niet-energetische doeleinden'; dit speelt met name in de chemische industrie, waar dit verbruik veelal 'feedstocks' wordt genoemd. In internationale analyses (o.a. IEA) wordt het z.g. 'non-energy use' verbruik soms niet meegenomen. In het protocol wordt dit verbruik wel meegenomen, zij het als een apart stuk verbruik; hierdoor kunnen ook uitspraken worden gedaan over alleen de energetische toepassingen van energiedragers.

#### *Temperatuur-gecorrigeerd verbruik*

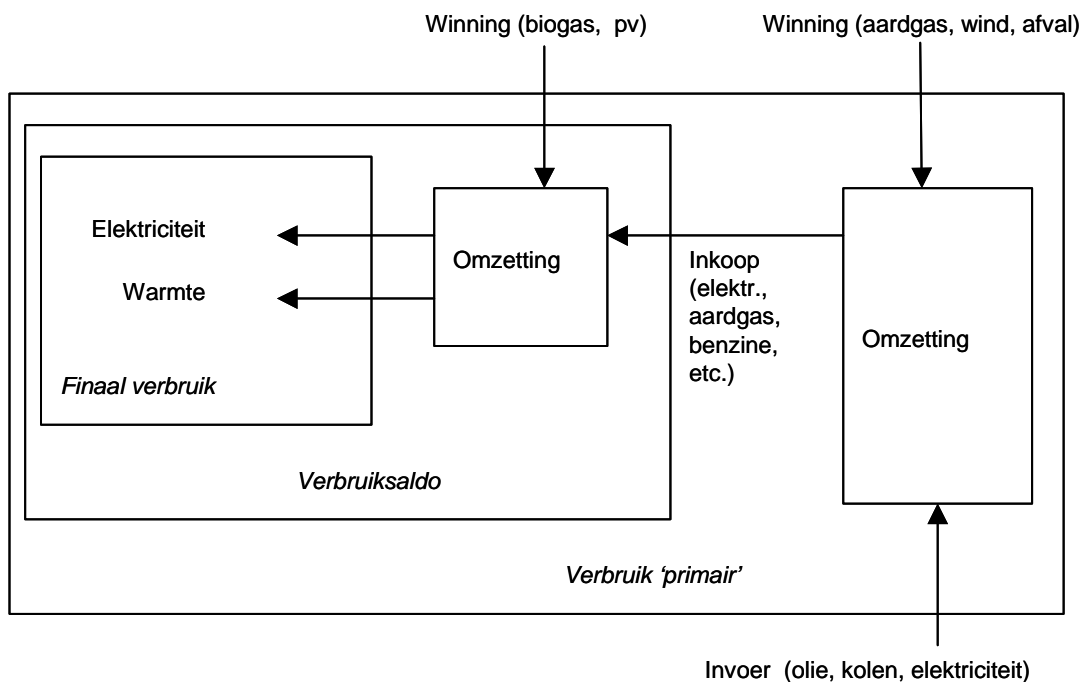
In de protocolaanpak wordt op het verbruik volgens de statistieken een 'temperatuurscorrectie' toegepast. De gemiddelde buitentemperatuur tijdens het stookseizoen heeft namelijk invloed op het verbruik voor ruimteverwarming. In de afgelopen jaren bedroeg dit effect in sommige jaren ongeveer 10% (zie Figuur 4.20). Dit stochastische effect belemmert het inzicht in de sociaal-economisch en beleidsmatig bepaalde verbruikstrends.

Het deel van het statistisch verbruik, dat voor ruimteverwarming is ingezet, wordt verhoogd of verlaagd naar gelang de buitentemperatuur in een jaar is afgeweken van het 30-jaars gemiddelde. De afwijking wordt uitgedrukt in aantal graaddagen t.o.v. het standaard aantal graaddagen (3200 in de periode 1960-1990). De grootste correcties (in PJ) vinden plaats bij het gasverbruik voor woningen en gebouwen; ook bij warmtelevering aan woningen op stadsverwarming vindt een correctie plaats.

#### *Finaal verbruik*

De relatie tussen finaal verbruik en het verbruiksaldo in (CBS-NEH) wordt gegeven in Figuur 2.3. Ingekochte energiedragers worden bij de verbruiker omgezet in de finale energiedragers warmte en elektriciteit. Vooral productie met warmtekracht installaties is hierbij van belang. Bij de omzetting treedt een (klein) mutatieverlies op zodat het totale finale verbruik van een sector kleiner is dan het totale verbruiksaldo. Belangrijker is echter dat het finaal verbruik anders van samenstelling is dan het verbruiksaldo. Bijvoorbeeld bij de papierindustrie is het CBS-verbruiksaldo van elektriciteit slechts de helft van de werkelijke inzet van elektriciteit binnen de sector. In het protocol wordt gewerkt met de grootte van finaal verbruik; hiermee wordt de relatie tussen energieverbruik en de ermee uitgevoerde activiteiten beter weergegeven.





Figuur 2.3 *Relatie verbruiksaldo met finaalverbruik en verbruik in primaire termen*

Verder blijkt in de praktijk dat de verbruiksonwikkeling en besparing bij finaal elektriciteitsverbruik zich geheel anders ontwikkelen dan bij finaal verbruik van brandstof/warmte. Dit hangt samen met de sterk verschillende toepassingen van beide soorten energiedragers. Daarom wordt in de protocolaanpak onderscheid gemaakt tussen elektriciteit en brandstof/warmte. Dit laatste geldt overigens ook voor het niet-energetisch verbruik; er is dus in feite sprake van drie zo goed als gescheiden eindverbruik toepassingen:

- finaal elektriciteitsverbruik,
- finaal brandstof/warmteverbruik,
- finaal niet-energetisch verbruik.

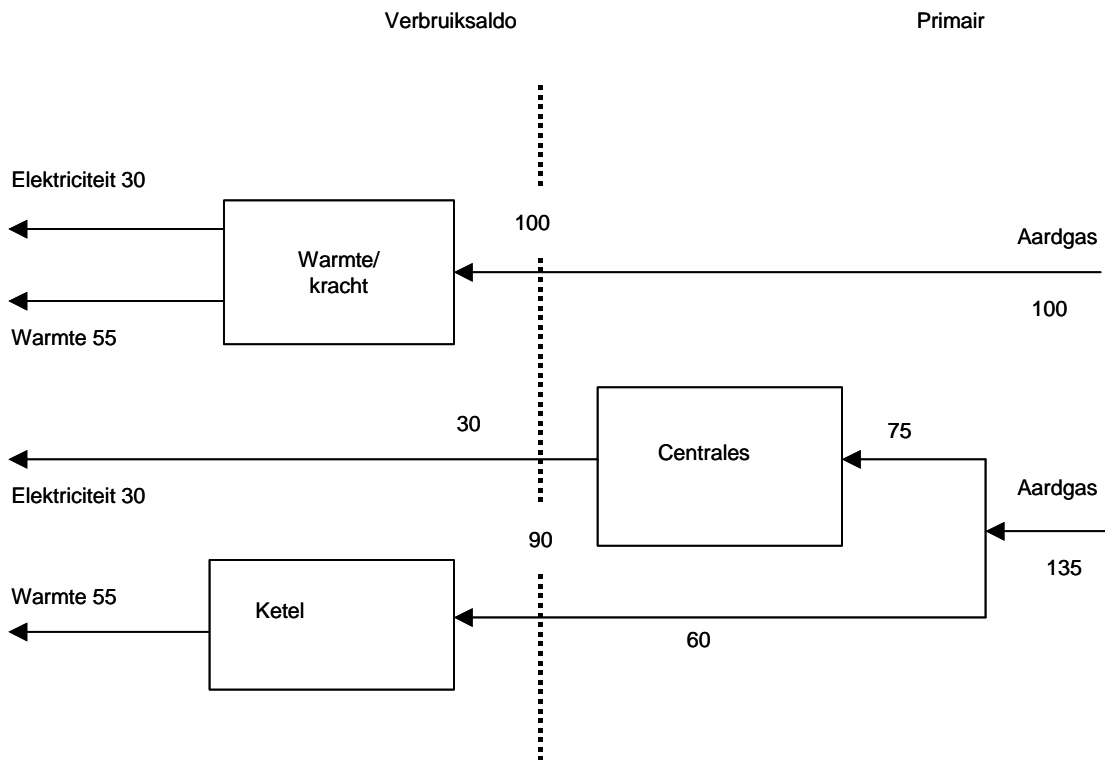
Het finaal elektriciteitsverbruik is de som van inkoop en eigen productie van elektriciteit. Het finaal brandstof/warmteverbruik bestaat in de verbruiksector Transport geheel uit motorbrandstoffen. In de andere sectoren is het de som van aanvoer van stoom of warm water, eigen productie van warmte in wkk-installaties en warmte uit finaal verbruik van brandstoffen (d.w.z. niet ingezet voor wkk of verbruikt in de vorm van feedstocks).

#### *Energieverbruik in primaire termen*

Een voor het protocol noodzakelijk bewerking op de statistische gegevens betreft een vertaling van het verbruiksaldo in een verbruik in primaire termen. Het verbruiksaldo van een sector is een optelsom van energiedragers op basis van hun energie-inhoud. De meest hoogwaardige energiedrager elektriciteit kan overal met een (zeer) hoog omzetrendement ingezet worden. Daardoor lijkt zoveel mogelijk inzetten van elektriciteit gunstig voor de verbruiksonwikkeling. Maar bij het opwekken van elektriciteit ontstaan relatief grote verliezen in centrales. Voor een goed inzicht in de ontwikkelingen moet dus rekening worden gehouden met de omzetverliezen elders die gepaard gaan met het verbruik van elke energiedrager.

In het protocol wordt daarom bij eindverbruiksectoren de grootte 'verbruik in primaire termen' gehanteerd. Het verbruik in primaire termen van een eindverbruiksector is gelijk aan het verbruiksaldo, met per energiedrager een ophoogfactor die aangeeft hoeveel omzettingsverlies elders is gemaakt om deze energiedrager aan de sector te leveren (zie ook einde paragraaf).

Een belangrijke praktische overweging om te werken met het verbruik in primaire termen is het zichtbaar maken van het besparend effect van gecombineerde warmtekrachtproductie. In Figuur 2.4 wordt dit geïllustreerd aan de hand van de productie van dezelfde hoeveelheden warmte en elektriciteit met respectievelijk warmtekracht en met gescheiden opwekking. Bij warmtekracht ligt het verbruiksaldo hoger (100 t.o.v. 90) maar is het verbruik in primaire termen juist lager dan bij gescheiden opwekking (100 t.o.v. 135). Het uitdrukken van energieverbruik in primaire termen is dus nodig om het besparend effect van warmtekracht zichtbaar te maken.



Figuur 2.4 Verbruiksaldo en verbruik in primaire termen bij warmtekracht en gescheiden opwekking

#### Statisch en dynamisch verbruik in primaire termen

Het verbruik in primaire termen in een bepaald jaar kan bepaald worden met ophoogfactoren die gelden voor het betreffende jaar. Omdat de ophoogfactoren per jaar kunnen verschillen wordt gesproken van 'dynamisch verbruik in primaire termen'. De ontwikkeling van dit verbruik is de resultante van enerzijds verbruikontwikkelingen bij de eindverbruiker, en anderzijds ontwikkelingen bij de energiebedrijven. Het dynamisch verbruik in primaire termen van huishoudens zal bijvoorbeeld afnemen als elektriciteit efficiënter wordt opgewekt, ook als huishoudens evenveel elektriciteit blijven gebruiken.

Het verbruik in primaire termen kan ook bepaald worden met vaste ophoogfactoren die gelden voor het basisjaar, het z.g. 'statisch verbruik in primaire termen'. De ontwikkeling van deze verbruiksgrootte wordt niet beïnvloed door de ontwikkelingen bij de energiebedrijven. Het statisch verbruik in primaire termen geeft dus een zuiverder beeld van de verbruikontwikkeling bij eindverbruikers.

In het protocol worden bij de eindverbruiksectoren alle verbruiksgrootten uitgedrukt in primaire termen met vaste ophoogfactoren, d.w.z. er wordt gewerkt met verbruik in statisch primaire termen.

### *Ophoogfactoren*

De in het protocol gebruikte ophoogfactoren geven per type energiedrager de omzettingsverliezen bij energiebedrijven weer voor een vast basisjaar (zie Tabel 4.1). Voor de Nederlandse elektriciteitsvoorziening ligt het overall omzetrendement (inclusief netverliezen) onder de 40%. Dit betekent dat per PJ elektriciteit ongeveer 2,7 PJ brandstof wordt ingezet, ofwel een ophoogfactor van rond de 2,7. Voor olieproducten bedraagt de ophoogfactor ongeveer 1,05 - 1,10 en voor aardgas rond de 1,01. Voor aangevoerde warmte geldt een factor kleiner dan 1 omdat voor het verkrijgen van 1 PJ warmte uit een elektriciteitscentrale minder dan 1 PJ *extra* brandstof nodig is (zie Tabel 4.1). Er wordt bij de hoogte van de ophoogfactor geen onderscheid gemaakt naar soort afnemer; de waarde is gebaseerd op de totale aflevering vanuit de energiebedrijven en geldt voor alle eindverbruikers in gelijke mate. De ophoogfactoren per energiedrager gelden ook voor energiedragers die worden ingezet voor niet-energetische toepassingen.

## 2.4 Bepaling besparing per sector en totaal

Op basis van de hiervoor beschreven uitgangspunten is een rekenschema opgezet voor de feitelijke bepaling van de besparingscijfers. Hierna volgt een korte beschrijving van de aanpak.

### *Onderscheiden sectoren*

In het protocol worden de volgende sectoren onderscheiden:

1. Huishoudens
2. Industrie (inclusief Bouwnijverheid)
3. Land- en tuinbouw
4. Diensten
5. Transport
6. Raffinaderijen
7. Elektriciteitsvoorziening
8. Overige energiebedrijven.

(Zie Bijlage A voor de sectordefinitie.)

Voor zover nodig voor de analyse worden de sectoren verder opgesplitst; de besparingsresultaten worden echter alleen bepaald op sector en nationaal niveau. De protocolaanpak bepaalt besparingscijfers voor:

- finaal verbruik (sectoren 1 t/m 6),
- wkk-productie (sectoren 2, 3, 4 en 6) en warmte-aanvoer (sectoren 1 t/m 4),
- conversie bij elektriciteitsbedrijven (sector 7).

Bij overige energiebedrijven, waaronder de gasvoorziening, wordt geen besparing bepaald (zie ook Hoofdstuk 4).

### *Besparing op finaal verbruik*

Het finale verbruik wordt opgedeeld in een aantal deelverbruiken, waarbij de trend gekoppeld kan worden aan die van een ERG (energierrelevante grootheid). Per deelverbruik worden tijdreeksen geconstrueerd voor het referentieverbruik. Deze reeksen worden gesommeerd tot op sector niveau en vergeleken met de tijdreeksen voor het gerealiseerd finaal verbruik; het verschil is de besparing op finaal verbruik. In verband met het sommeren van ongelijkwaardige energiedragers worden alle verbruikcijfers uitgedrukt in statisch primaire termen (zie Paragraaf 2.3). De besparing op het finaal verbruik wordt ook uitgedrukt in PJ primair.

### *Besparing via wkk*

De besparing door efficiëntere conversie bij eindverbruikers betreft hoofdzakelijk warmtekrachtproductie (wkk). De besparing wordt bepaald door de wkk-input te vergelijken met het uitgespaarde verbruik bij gescheiden opwekking: als referentie voor de warmte geldt een ketel

met een per sector gebruikelijk rendement; de referentie voor elektriciteit is het gemiddelde opwekrendement van de centrale elektriciteitsproductie. De besparing wordt bepaald in PJ voor zowel basisjaar als beschouwd jaar; de toename van de besparing t.o.v. het basisjaar wordt geboekt als de behaalde besparing met wkk.

De besparing door levering van warmte (uit wkk van de elektriciteitsbedrijven) wordt bepaald door de afgenomen warmte om te rekenen in primaire termen en deze te vergelijken met het verbruik bij het zelf opwekken van de warmte. Bij het omrekenen van de warmte naar primaire energie wordt een ophoogfactor van slechts 0,5 gebruikt (zie ook Paragraaf 2.3). Daardoor levert warmtelevering een besparing op voor de verbruiker.

#### *Besparing elektriciteitsvoorziening*

Bij centrales worden de omzetverliezen bepaald per type centrale (kolen, vuilverbranding, kern en gas), zowel bij het actuele rendement als bij het rendement voor het basisjaar. Het verschil, gesommeerd over alle typen centrales, vormt de besparing (uitgedrukt in PJ brandstof). Door deze aanpak wordt voorkomen dat verschuivingen in de brandstofmix het besparingscijfer beïnvloeden. Verder wordt de besparing van extra wkk-productie bij elektriciteitsbedrijven op dezelfde wijze bepaald als bij wkk van eindverbruikers.

#### *Sectorale en nationale besparing*

De besparing in PJ bij het finaal verbruik en bij wkk kan worden opgeteld tot de sectorale besparing. Gesommeerd over de sectoren, en inclusief de besparing bij centrales levert dit de nationale besparing. Indien deze wordt gerelateerd aan het TVB levert dit uiteindelijk het nationale besparingspercentage op.

#### *Onzekerheidsanalyse*

Voor alle inputdata geldt een onzekerheidsmarge; verder wordt aan de relatie tussen de ERG en het referentieverbruik ook een marge toegekend die aangeeft hoe 'goed' de ERG-trend het verbruik-exclusief-besparing weergeeft. M.b.v. een algoritme worden de marges in de inputgegevens vertaald naar een marge in de resulterende besparingscijfers. Door de z.g. wet van de grote aantallen is de marge in het nationale cijfer kleiner dan de marge voor de sectoren. De marges zijn ook kleiner naarmate de periode langer is (zie Bijlage C en (Gijsen, 2003)). Vanwege de relatief grote onzekerheid in m.n. de cijfers van het meest recente jaar wordt in de rapportage gewerkt met een gemiddelde inclusief twee voorgaande jaren. Dit vermindert tevens de onzekerheidsmarge.

### 3. GEREALISEERDE BESPARING 1995 - 2002

#### 3.1 Aanpak en inputgegevens

De algemene aanpak voor het berekenen van de besparing conform het protocol energiebesparing is beschreven in het voorgaande hoofdstuk. Als basisjaar is hier 1995 gehanteerd; in vorige besparingsanalyses (Boonekamp, 2002) en (Vreuls, 2003) was dit 1990. Een van de overwegingen voor verandering was de noodzaak tot een nieuwe aanpak bij de industrie, waarvoor echter geen cijfers voor eerdere jaren beschikbaar waren (zie ook Hoofdstuk 4). De verandering van basisjaar is aangegrepen om ook in andere sectoren beperkte verbeteringen aan te brengen in de bepaling van besparing.

Alle energieverbruikgegevens zijn afkomstig uit het MONIT-systeem van ECN (Boonekamp, 1998) dat de basisdata overneemt van (CBS-NEH). In MONIT worden de CBS-gegevens gecorrigeerd voor jaarlijkse variaties in de temperatuur en wordt de decentrale wkk-productie ondergebracht bij de industrie. Ook zijn hier het gerealiseerde finaal eindverbruik en de ophoogfactoren (zie Hoofdstuk 2) bepaald die nodig zijn in de besparingsanalyse. De benodigde sociaal-economische en fysieke gegevens zijn afkomstige uit diverse bronnen (zie toelichting per hoofdstuk).

#### 3.2 Besparing per sector en nationaal

De besparing per 2002<sup>3</sup> is bepaald als een gemiddelde voor de jaren 1995-2002. Daarbij wordt onderscheid gemaakt naar:

- eindverbruiksectoren: industrie<sup>4</sup>, diensten, huishoudens, land- en tuinbouw en transport<sup>5</sup>,
- energiesectoren raffinaderijen en elektriciteitsvoorziening,
- het nationale niveau (zie Tabel 3.1).

Voor eindverbruiksectoren en raffinage is zowel de besparing op het finale verbruik als het effect van efficiëntere conversie (wkk-productie en levering van warmte) bepaald. De besparingen in de elektriciteitsvoorziening staan vermeld in de kolom 'nationaal'. De totale nationale besparing blijkt uit te komen op 1,0% per jaar; per sector varieert de totale jaarlijkse besparing tussen 0,4 en 1,7%. De bijdrage van efficiëntere conversie bedraagt ongeveer 0,2 à 0,6% voor de betreffende sectoren.

Tabel 3.1 *Besparingsresultaten voor de periode 1995-2002*

[%]	Nationaal	Industrie	Diensten	Huishoudens	Land- en tuinbouw	Transport	Raffinage
Eindverbruik							
Besparingseffect	-0,7	-0,8	0,0	-1,2	-1,1	-0,4	-0,8
WKK-besparing	-0,2	-0,2	-0,5	0,0	-0,6	0,0	-0,2
Energiesector							
Besparingseffect	-0,1						
WKK-besparing	0,0						
<i>Totale besparing</i>	<i>-1,0</i>	<i>-1,0</i>	<i>-0,5</i>	<i>-1,2</i>	<i>-1,7</i>	<i>-0,4</i>	<i>-1,0</i>

<sup>3</sup> De verbruikcijfers voor 2002 zijn gemiddeld met de twee voorgaande jaren alvorens de percentages te bepalen.

<sup>4</sup> Inclusief bouwnijverheid, cokesfabrieken en decentrale wkk-productie.

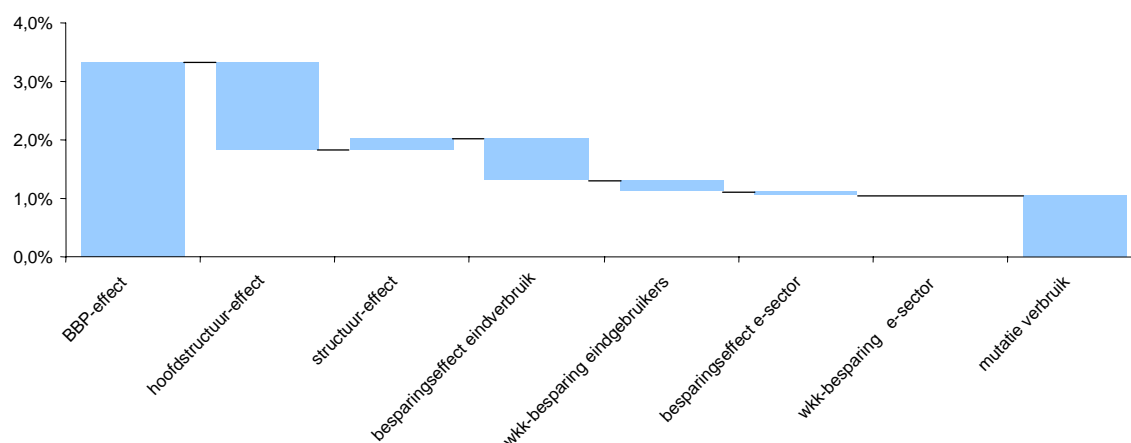
<sup>5</sup> Inclusief verbruik voor mobiele werktuigen in de sectoren Land- en tuinbouw, Bouw en Diensten.

De wijze van bepaling van de besparing per sector wordt beschreven in Hoofdstuk 4. Per sector kunnen de volgende kanttekeningen gemaakt worden bij de resultaten:

- Bij Diensten kon geen besparingscijfer voor finaal verbruik worden vastgesteld omdat geen goede grootte beschikbaar is voor het referentieverbruik en de verbruiksdata onbetrouwbaar zijn (zie ook Paragraaf 3.3). Mede gezien de realisatie van zuiniger nieuwbouw is er geen reden om aan te nemen dat er een ontsparring is opgetreden; een besparing kan echter niet onderbouwd worden. De finale besparing is hier op praktische gronden op nul gesteld; op deze wijze wordt het nationale besparingscijfer niet beïnvloed door een (onbetrouwbaar) cijfer voor Diensten. Echter, de wkk-besparing is wel bepaald.
- Bij de industrie is het besparingscijfer gerelateerd aan het totale verbruik inclusief verbruik als grondstof; dit is niet direct vergelijkbaar met het cijfer uit de MJA-evaluaties welke alleen gebaseerd is op het energetische verbruik.
- WKK-productie bij Diensten en Land- en tuinbouw betreft zowel de eigen wkk als de toename van warmtelevering, waarvan de besparing wordt toegerekend aan de eindverbruikers. De wkk-besparing in de industrie is inclusief die van decentrale productie.

### 3.3 Volume-, structuur- en besparingseffecten

In Figuur 3.1. wordt de opgetreden mutatie in het nationaal verbruik opgesplitst naar zogenaamde volume-, structuur- en besparingseffecten. Op nationaal niveau geldt als volume-effect de (hypothetische) toename in het totale verbruik conform de groei van het BBP (Bruto Binnenlands Product). Op sectoraal niveau kan ook een verbruikstrend bepaald worden op basis van de volume-ontwikkeling per sector (bij industriegroei toegevoegde waarde, bij huishoudens groei aantal huishoudens, bij transport groei transportprestatie, etc.). Opgeteld levert dit een kleinere toename van het totaal energieverbruik op; dit verschil wordt weergegeven met het hoofdstructuureffect. Binnen de verbruiksectoren vinden allerlei veranderingen (uitgezonderd besparing) plaats die effect hebben op het energieverbruik. Dit structuureffect is soms positief, bijvoorbeeld door meer elektrische apparaten per huishouden, en soms negatief, bijvoorbeeld door een energie-extensievere productiestructuur in de industrie. Per saldo blijken deze structuureffecten te leiden tot een iets hoger verbruik. Tenslotte worden in de figuur een aantal besparingseffecten getoond. De som van besparings-, structuur- en volume-effect levert per definitie de mutatie in het verbruik op.



Figuur 3.1 *Decompositie mutatie nationaal energieverbruik 1995-2002*

### 3.4 Onzekerheden in de resultaten

De onzekerheden worden bepaald door drie factoren (Gijzen, 2004):

- foutenmarge in de energiedata voor het basisjaar en alle analyse-jaren,
- foutenmarge in de waarde van de ERG (energie relevante grootheid),
- de kwaliteit van de ERG als ‘voorspeller’ van het verbruik-exclusief-besparing.

De marges in alle gebruikte inputs zijn m.b.v. een stochastische methodiek vertaald in een marge voor de totale besparing per sector en nationaal (zie Tabel 3.2). De marge in het nationale besparingscijfer voor 2002 bedraagt 0,3%-punt. Die voor de sectoren is hoger (zie Bijlage C); bij Diensten was, vanwege het gebrek aan geschikte grootheden om het juiste referentieverbruik te bepalen en de slechte kwaliteit van de verbruiksdata de onzekerheidsmarge in het besparingscijfer zo groot dat feitelijk geen cijfer kan worden gepresenteerd.

### 3.5 Trendmatige ontwikkeling besparing

In Tabel 3.2 worden de nationale besparingscijfers gegeven voor verschillende perioden vanaf 1995. Hieruit kan geconcludeerd worden dat het besparingstempo geleidelijk afneemt. Dit geldt zowel voor de besparing op finaal verbruik als voor besparing bij wkk en centrales.

Eenzijds moet hierbij rekening worden gehouden met de tamelijk grote onzekerheidsmarge in de cijfers, m.n. voor finaal verbruik. Anderzijds is deze trend in meerdere sectoren zichtbaar en wordt ze ook ondersteund door de aanvullende analyses (zie Hoofdstuk 4).

Tabel 3.2 *Trend in de nationale besparing vanaf 1995*

[gemiddeld % per jaar]	1995-2000	1995-2001	1995-2002
Finaal verbruik	0,8	0,8	0,7
WKK en centrales	0,4	0,3	0,3
<i>Totaal</i>	<i>1,2</i>	<i>1,1</i>	<i>1,0</i>

## 4. VERBRUIK- EN BESPARINGSTRENDS PER SECTOR

### 4.1 Inleiding

In dit hoofdstuk wordt dieper ingegaan op de wijze van bepaling van de besparing en op de achterliggende verbruiksentwikkelingen per sector. Het betreft o.a. de ontwikkeling van energie-intensiteiten in de tijd en sectorspecifieke trends: stabilisatie van het elektriciteitsverbruik bij huishoudens, verschuivingen in de sectorstructuur in de industrie, de invloed van assimilatiebelichting bij de glastuinbouw, etc. De verbruikscijfers zijn gecorrigeerd voor jaarlijkse afwijkingen in de gemiddelde buitentemperatuur, tenzij anders is aangegeven.

#### *Gebruikte ophoogfactoren*

Zoals in Hoofdstuk 2 is beschreven wordt in het protocol gewerkt met verbruikscijfers in primaire termen. Daartoe wordt het verbruik van elke energiedrager vermenigvuldigd met een specifieke ophoogfactor. De ophoogfactor is gebaseerd op de gemaakte conversieverliezen, in het basisjaar 1995, om de betreffende energiedrager te kunnen leveren aan de verbruiksectoren. In Tabel 4.1 worden de in het protocol 1995-2002 gebruikte ophoogfactoren gepresenteerd; ter vergelijking zijn ook de waarden voor 2002 gegeven.

Tabel 4.1 *Gehanteerde ophoogfactoren per energiedrager*

	1995	2002
Kolen/cokes	1,087	1,051
Olieproducten	1,070	1,080
Aardgas	1,012	1,018
Warmte (aangevoerd)	0,5	0,5
Elektriciteit	2,746	2,689

#### *Toelichting ophoogfactoren*

Bij kolen/cokes bepalen de omzetverliezen van de cokesfabricage de ophoogfactor; deze is afgenomen na 1995 door het uit bedrijf nemen van een van de twee productie locaties (zie Paragraaf 4.9). Het eigen verbruik van raffinaderijen bepaalt de ophoogfactor voor olieproducten; de toename is een gevolg van extra bewerkingen, o.a. vanwege hogere producteisen (zie Paragraaf 4.7). In de gasvoorziening wordt aardgas, en recent ook elektriciteit, gebruikt voor compressoren. De ophoogfactor neemt toe omdat door de afnemende druk in de gasvelden steeds meer compressie moet plaats vinden. De ophoogfactor voor afgeleverde warmte is een gekozen waarde op basis van een schatting van de extra brandstof die bij elektriciteitsproductie nodig is om tevens een eenheid warmte af te leveren. Omdat deze warmte anders geloosd zou worden in het koelwater is de warmte deels 'gratis'; daarom is de ophoogfactor kleiner dan 1. De brandstof input van centrales die niet toegerekend wordt aan warmte komt terecht in de ophoogfactor voor elektriciteit. Deze ophoogfactor betreft ook productie in vuilverbrandingsinstallaties en netverliezen bij distributiebedrijven (zie Paragraaf 4.8).



## 4.2 Huishoudens

### *Ontwikkeling besparing volgens protocolaanpak*

In de aanpak van het protocol energiebesparing wordt het huishoudelijk verbruik als volgt gesplitst in deelverbruiken:

- brandstof en warmte voor ruimteverwarming (huishoudens),
- brandstof en warmte voor warm tapwater (inwoners),
- elektriciteitsverbruik voor apparaten en verlichting (overall penetratiegraad<sup>6</sup>).

Zonder besparing wordt elk deelverbruik verondersteld toe te nemen conform de groei van de vermelde grootheden. De som van de deelverbruiken, uitgedrukt in primaire energie, vormt het referentieverbruik. Dit blijkt harder te groeien dan het statistisch verbruik (gecorrigeerd voor temperatuur); er wordt dus een besparing gerealiseerd. In Tabel 4.2 wordt de aldus berekende besparing gegeven in % per jaar. Vanwege de onzekerheden, m.n. in de cijfers van het meest recente jaar, is hierbij steeds gemiddeld met twee voorafgaande jaren. De besparing bedraagt 1,2% voor de periode 1995-2002. Sinds eind jaren negentig lijkt de besparing wat af te nemen, namelijk van 1,4% naar 1,2%.

Tabel 4.2 *Ontwikkeling besparing bij huishoudens volgens de protocolaanpak*

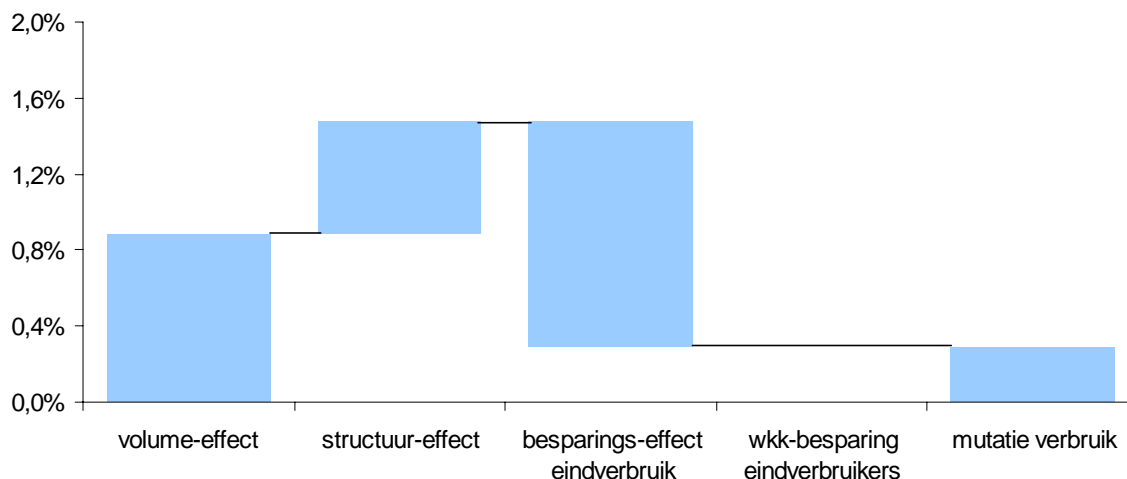
[% per jaar]	1995-1999	1995-2000	1995-2001	1995-2002
Finaal verbruik	1,4	1,2 à 1,3	1,1 à 1,2	1,2
WKK en stadsverwarming	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Totaal</i>	<i>1,4</i>	<i>1,2 à 1,3</i>	<i>1,1 à 1,2</i>	<i>1,2</i>

Naast besparing op het finale verbruik kan bij huishoudens ook bespaard worden door een grotere toepassing van stadsverwarming. Het aantal aansluitingen is vanaf 1990 met ongeveer 50% toegenomen. Het verbruik volgens de statistieken (temperatuur gecorrigeerd) is echter nauwelijks toegenomen omdat de afname per woning flink is gedaald. Voor zover dit laatste een gevolg is van besparing op de warmtevraag valt dit onder het besparingscijfer voor finaal verbruik. Omdat geen extra warmte is geproduceerd t.o.v. 1995, noch een andere wijze van productie, is er ook geen extra besparing bij stadsverwarming gerealiseerd. Er kan dus ook geen besparing in verband met stadsverwarming toegerekend worden aan de sector huishoudens (zie Tabel 4.2).

### *Volume-, structuur- en besparingseffecten*

De beperkte toename van het verbruik van huishoudens is de resultante van relatief grote, maar tegengestelde, effecten (zie Figuur 4.1).

<sup>6</sup> Overall penetratiegraad is een gemiddelde van de toename van de penetratie bij alle grote huishoudelijke apparaten, gewogen voor het verbruik per apparaat.



Figuur 4.1 *Volume-, structuur- en besparingseffecten huishoudens 1995-2002*

Het volume-effect betreft de verbruikstoename conform de groei van het aantal huishoudens. Het structuur-effect betreft de:

- iets snellere toename van aantal woningen t.o.v. aantal huishoudens bij ruimteverwarming,
- afname van de gemiddelde grootte van huishouden bij warm water verbruik,
- toename van het bezit van grote elektrische apparaten per huishouden bij het elektriciteitsverbruik.

Samen leiden deze drie ontwikkelingen tot een grotere verbruikstoename dan het geval zou zijn volgens het aantal huishoudens; het structureffect komt dus bovenop het volume-effect (zie Figuur 4.1). Inclusief het besparingseffect resulteert een beperkte verbruikstoename van slechts 0,3% per jaar.

Er zijn ook andere factoren, dan de hiervoor genoemde, van invloed geweest op het verbruik. Deze maken echter geen deel uit van het structureffect; het betreft o.a.:

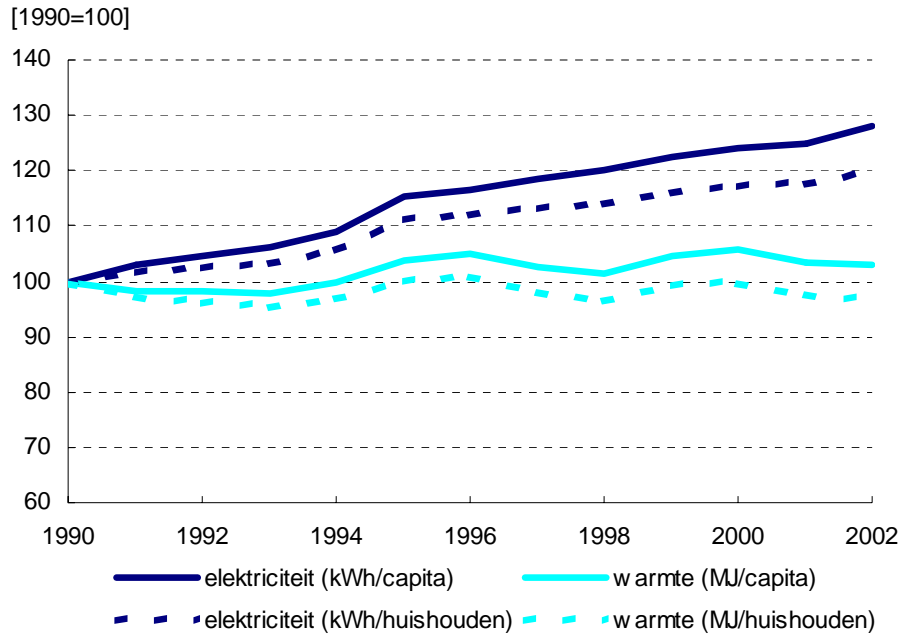
- dalende aanwezigheidsgraad in de woning (door toename arbeidsparticipatie),
- intensiever gebruik van apparaten,
- hoger zetten van de verwarmingsthermostaat.

Het eventuele verbruikseffect van deze factoren is onderdeel van het besparingseffect.

#### *Achtergrond verbruiksentwikkelingen*

In de periode 1990-2002 is het aantal inwoners gegroeid met 0,6 à 0,7% per jaar en het aantal huishoudens met 1,2%. De consumptie is gegroeid met gemiddeld 2,8% volgens (CBS-NR). Per saldo is nauwelijks sprake van een toename van het verbruik, namelijk van 460 naar 467 PJ. De brandstofmix is de afgelopen decennia maar zeer beperkt veranderd. Van belang zijn gas, elektriciteit en overige energiedragers (warmte). Het elektriciteitsverbruik neemt toe met 38% in de periode 1990-2002; het gasverbruik daalt met 2 à 3% en het warmteverbruik groeit relatief sterk, van 5,6 tot 7,7 PJ, maar het aandeel blijft klein. Doordat het aandeel van elektriciteit stijgt, van 13 naar 18%, neemt het primair verbruik sterker toe dan het verbruik, namelijk met 5%.

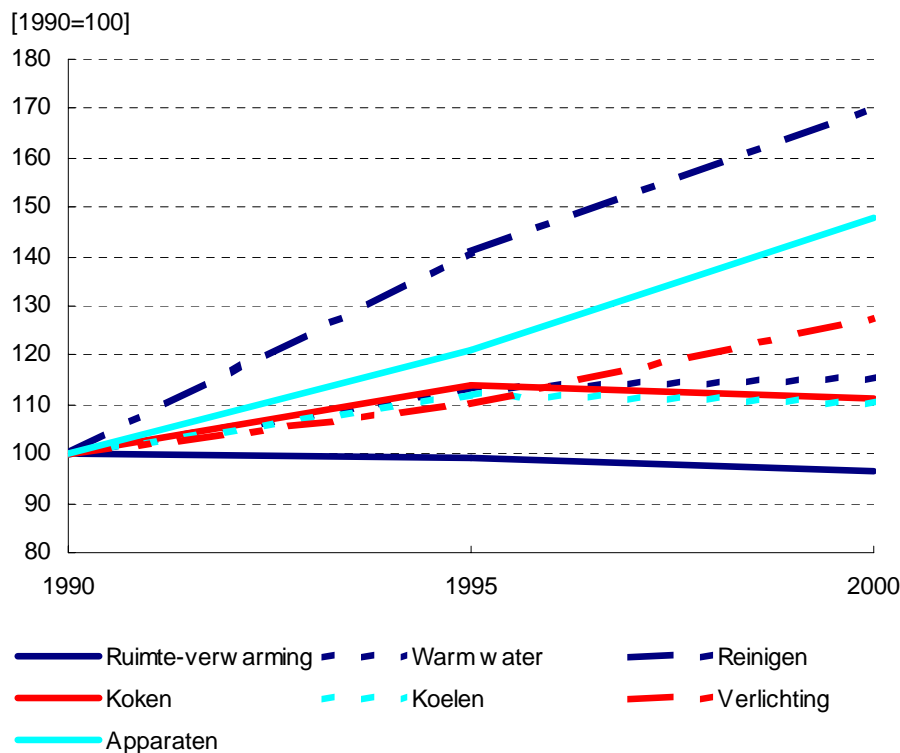
In Figuur 4.2 wordt de groei van het finale verbruik van warmte en elektriciteit afgezet tegen die van inwoners en huishoudens. In tegenstelling tot de groei bij het elektriciteitsverbruik per huishouden is er bij warmte bijna sprake van stabilisatie.



Figuur 4.2 Warmte- en elektriciteit-intensiteit huishoudens 1990-2002

Opgemerkt moet worden dat het *brandstof*verbruik per huishouden zich nog gunstiger ontwikkelt dan *warmte* omdat het gemiddelde ketelrendement is gestegen.

Het huishoudelijk verbruik kan worden opgedeeld naar de energiefuncties: ruimteverwarming, warm tapwater, reiniging, koken, koelen, verlichting en overige apparaten. De verbruikstrends per functie worden voor de periode 1990-2000 gegeven in Figuur 4.3.



Figuur 4.3 Primair verbruik per energiefunctie bij huishoudens

Vanwege de vergelijkbaarheid is elektriciteitsverbruik hier omgerekend naar primair verbruik. De trends zijn gebaseerd op een aparte analyse met een simulatiemodel van het historisch huishoudelijke energieverbruik (Boonekamp, 1997). Het verbruik voor ruimteverwarming daalt iets dankzij isolatie, efficiëntere ketels en veel zuinige nieuwbouw. Het verbruik voor reinigen stijgt het sterkst, vooral door de verdere penetratie van de wasdroger. Ook het verbruik van overige apparaten stijgt door een sterke toename van het bezit van allerlei apparaten. Omdat het verbruik voor deze functies betrekkelijk bescheiden is neemt het totaal primair verbruik toch slechts beperkt toe.

De groei van de consumptie wordt vaak gezien als een belangrijke oorzaak van een stijgend energieverbruik. Uit Figuur 4.3. blijkt dat dit vooral geldt voor de energiefuncties waar elektriciteitsverbruik een rol speelt. In Tabel 4.3 wordt de relatie met consumptie gegeven voor een aantal deelperioden.

Tabel 4.3 *Groei consumptie en elektriciteitsverbruik huishoudens*

[% per jaar]	1990-1994	1994-1998	1998-2002	1990-2002
Consumptiegroei	2,3	3,4	2,6	2,8
Idem per huishouden	0,8	2,4	1,6	1,6
Finaal elektriciteitsverbruik	2,9	3,0	2,3	2,7
Idem per huishouden	1,4	2,0	1,3	1,5
Elektriciteit t.o.v. consumptie	+0,6	-0,4	-0,3	-0,1

Tot 1994 blijkt het verbruik harder te groeien dan de consumptie (intensiteit +0,6%) maar bij hogere inkomensgroei in de periode 1994-1998 blijft de groei van het verbruik achter (intensiteit -0,4%). Deze ont koppeling blijft bestaan bij de na 1998 afnemende consumptiegroei. Dit zou kunnen duiden op een structurele verzadigingstrend waarbij enkele belangrijke elektrische apparaten, zoals wasdroger en vaatwasser, hun maximum penetratie hebben bereikt en er geen nieuwe 'zware' verbruiksopties opkomen.

### 4.3 Industrie (inclusief Bouw)

#### *Ontwikkeling besparing volgens protocolaanpak*

Het verbruik van de sector Bouwnijverheid en cokesfabrieken (resp. 4% en 1% van het industriële verbruik) zijn ook ondergebracht bij de industrie; dit spoort met de gehanteerde indeling van sectoren bij het formuleren van streefwaarden voor sectorale CO<sub>2</sub>-emissies.

Voor de bepaling van de besparing wordt het industriële verbruik opgedeeld naar de drie toepassingen elektriciteit, brandstof/warmte en feedstock en naar de volgende subsectoren:

- voeding- en genotmiddelen (V&G),
- chemie,
- ijzer- en staalfabricage,
- non-ferro (aluminium, zink),
- papier en grafisch,
- bouwmaterialen,
- overige metaal,
- overige industrie.

In (Neelis, 2004) is voor de eerste zes subsectoren, dus exclusief de overige metaal en de overige industrie, een ontwikkeling van het referentieverbruik bepaald. Daarbij is het elektriciteit- en warmteverbruik toegedeeld aan geproduceerde fysieke producten. Elk deelverbruik is opgeschaald conform de ontwikkeling van de fysieke productie<sup>7</sup>. Voor de overige metaal en overige

<sup>7</sup> Eerder is in de protocolaanpak het referentieverbruik gebruikt, zoals bepaald in het kader van de MJA's.

industrie is het referentieverbruik bepaald aan de hand van de trend in de afzet in constante prijzen (CBS-NR). Het aldus bepaalde referentieverbruik minus het statistische verbruik geeft de finale besparing volgens het protocol.

In Tabel 4.4 wordt de berekende besparing gegeven als gemiddelde vanaf 1995 tot het betreffende jaar. De besparing op finaal verbruik lijkt sinds 2000 wat af te nemen, namelijk van 1% naar 0,8%. Opgemerkt moet worden dat voor de V&G, Chemie en Non-ferro nog geen fysieke gegevens beschikbaar waren voor het jaar 2002; voor het laatste jaar is deels gewerkt met schattingen. Dit heeft overigens een beperkt effect op de marge omdat de waarde voor 2002 is gemiddeld met de (complete) waarden van de twee voorgaande jaren.

Tabel 4.4 *Ontwikkeling besparing bij de industrie<sup>8</sup> volgens de protocolaanpak*

[% per jaar]	1995-2000	1995-2001	1995-2002
Finaal verbruik	1,0	1,0	0,8
Wkk en warmtelevering	0,1 à 0,2	0,1 à 0,2	0,2
<i>Totaal</i>	<i>1,1 à 1,2</i>	<i>1,1 à 1,2</i>	<i>1,0</i>

De wkk-besparing in de industrie is de som van:

- eigen wkk-productie,
- decentrale productie bij industriële bedrijven,
- een kleine bijdrage door afname van warmte uit wkk-productie elders.

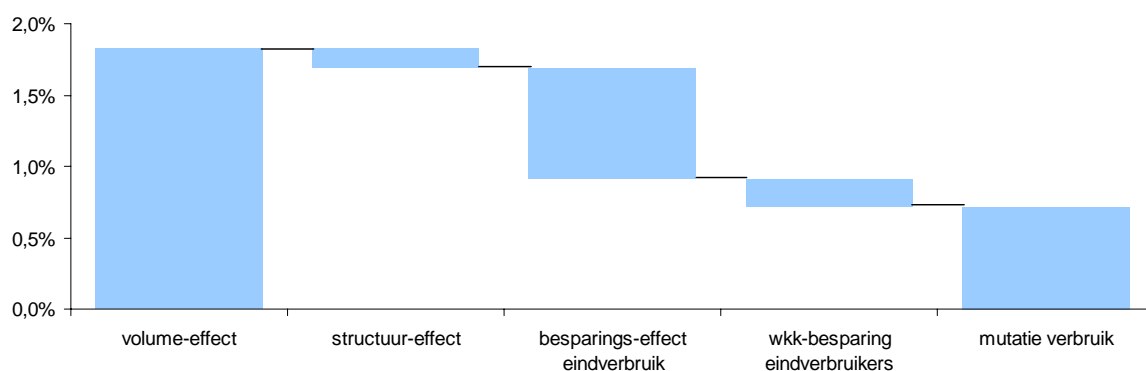
Zoals uit Tabel 4.4 blijkt heeft wkk in de periode 1990-2002 een substantiële bijdrage geleverd aan de totale industriële besparing (zie ook toelichting wkk-besparing in Hoofdstuk 5).

#### *Volume-, structuur- en besparingseffecten*

De toename van het verbruik van de industrie is de resultante van relatief grote, maar tegengestelde, effecten (zie Figuur 4.4). Het volume-effect betreft de verbruikstoename conform de groei van de totale toegevoegde waarde (TW) van de industrie.

Het structuur-effect betreft de:

- verschuiving tussen de aandelen van energie-intensieve en energie-extensieve subsectoren,
- verandering in de verhouding tussen TW en fysieke productie per subsector,
- verandering in de verhouding tussen TW en afzet in constante prijzen (overige metaal en overige industrie).



Figuur 4.4 *Volume-, structuur- en besparingseffecten industrie (inclusief Bouw) 1995-2002*

Samen leiden deze ontwikkelingen tot een iets kleinere verbruikstoename dan het geval zou zijn volgens de groei van de TW in de industrie; het structureffect compenseert het volume-effect

<sup>8</sup> Inclusief Bouwnijverheid en cokesfabrieken.

dus voor een klein deel (zie Figuur 4.4). Inclusief de besparingseffecten resulteert een verbruikstoename van 0,7% per jaar.

Er zijn ook andere factoren aanwezig die het verbruik beïnvloeden. Deze maken echter geen deel uit van het structureffect; het betreft bijvoorbeeld:

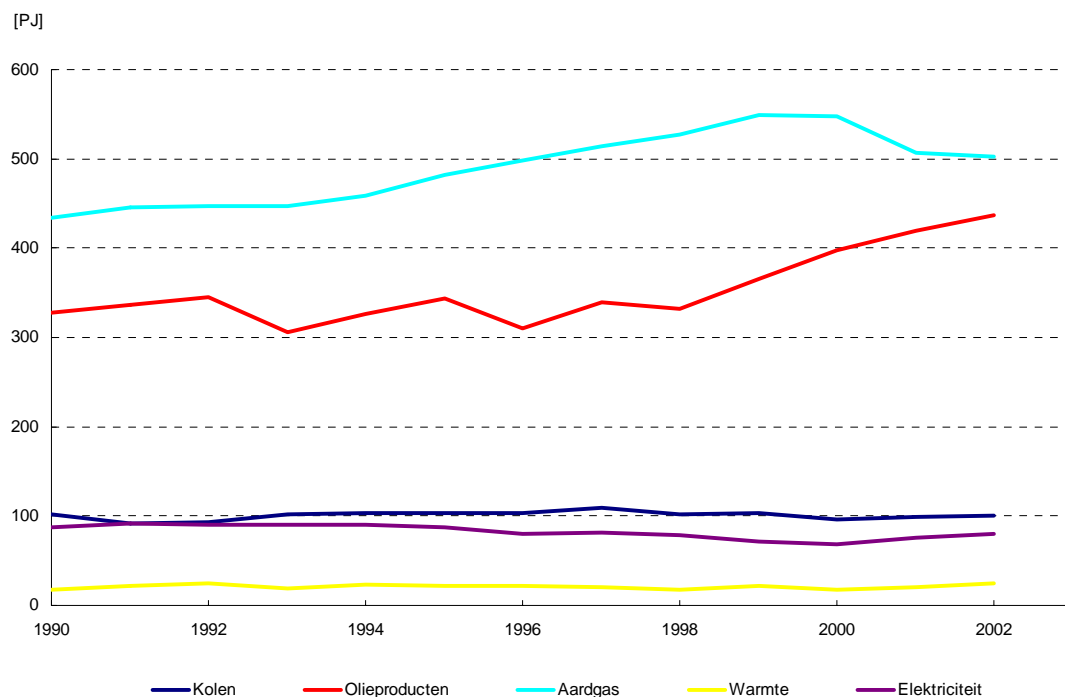
- extra bewerkingen op fysieke bulkproducten (bijvoorbeeld coating van staal),
- extra ventilatie i.v.m. ARBO of milieu-eisen,
- een van de afzet afwijkende fysieke productie trend bij de overige metaal en overige industrie,
- veranderingen in de bezettingsgraad van energie-intensieve productieprocessen.

Het eventuele verbruikseffect van deze factoren komt terecht in het besparingseffect.

### *Achtergrond verbruiksentwikkelingen Industrie*

In verband met de herkenbaarheid van gegevens en resultaten beperkt de analyse zich hier tot de industrie, dus exclusief het (relatief kleine) verbruik van de Bouw en cokesfabrieken. Mede vanwege de aansluiting bij geformuleerd beleid betreft de analyse de periode vanaf 1990.

Het totale verbruik varieert in periode 1990-2002 tussen 960 en 1132 PJ; per saldo is er dus sprake van een toename van 17%. Uit Figuur 4.5 blijkt dat vooral het olieverbruik stijgt, met name voor gebruik als feedstock (+46%); het verbruiksaldo van elektriciteit daalt omdat steeds meer elektriciteit zelf wordt opgewekt. De groei van het totale verbruik in primaire termen (12%) is lager dan die van het totale verbruik vanwege het afnemende aandeel van elektriciteit.



Figuur 4.5 Verbruik per energiedrager in de industrie 1990-2002 (exclusief Bouw)

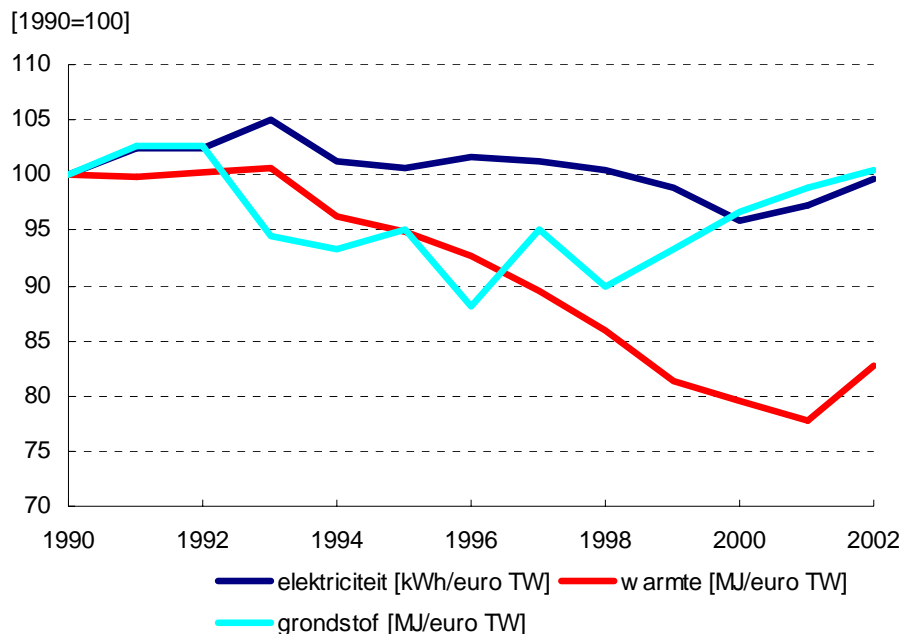
De industrie bestaat uit de subsectoren Voeding & Genotmiddelen, Basismetaal, Chemie, Papier, Overige metaal, Bouwmaterialen en Overige industrie. Het primaire verbruik van de chemie is verreweg het grootst en neemt nog iets toe, met name aan het eind van de periode 1990-2002 (van 57 naar 60%). De Basismetaal komt op de tweede plaats met een aandeel van 15% in 1990, dit is iets afgenomen in 2002. Het aandeel van de V&G neemt toe van 9 naar 10%, dat van de Bouwmaterialen neemt relatief sterk af (van 4,4 naar 3,1%), evenals dat van de Overige

industrie (van 5,0 naar 3,6%). De subsectoren Papier en Overige metaal handhaven hun aandeel (resp. ongeveer 4 en 6%).

Bij de finale energievraag worden drie duidelijk verschillende toepassingen onderscheiden:

- warmte/ondervuring,
- elektriciteitsverbruik,
- energiedragers als grondstof (feedstocks).

In Figuur 4.6 is de finale vraag afgezet tegen de productie, uitgedrukt in €toegevoegde waarde (TW) volgens (CBS-NR). De finale elektriciteitsvraag, gedekt met wkk of aanvoer via het net, groeide in de periode 1990-2002 bijna even hard als de TW (1,7% om 1,8% per jaar). Het feedstockverbruik nam overall even hard toe als de TW, maar opmerkelijk is de omslag die hier halverwege de jaren negentig heeft plaats gevonden (zie discussie). De finale warmtevraag van de industrie wordt gedekt met wkk-warmte, warmte uit ketels of aangevoerde warmte. Deze finale warmtevraag neemt weinig toe; de warmte-intensiteit daalt met 1,6%/jaar gemiddeld. Echter, ook hier is recent sprake van een omslag in de trendmatige daling.



Figuur 4.6 *Elektriciteits-, warmte- en grondstof-intensiteit Industrie 1990-2002*

In Tabel 4.5 wordt de economische ontwikkeling van de meest energie-intensieve sectoren en die van de totale industrie gegeven. Hieruit blijkt dat het meest energie-intensieve onderdeel van de industrie, de chemie, in de periode 1990-2002 harder is gegroeid dan de totale industrie. In acht van de twaalf jaar ligt de groei van de chemie boven die van de industrie. Andere energie-intensieve subsectoren, zoals basismetaleel en papier, groeiden echter langzamer dan de industrie in totaal. Maar per saldo hebben de subsector ontwikkelingen tussen 1990 en 2002 tot een energie-intensievere productiestructuur geleid, met name in de laatste vier jaar.

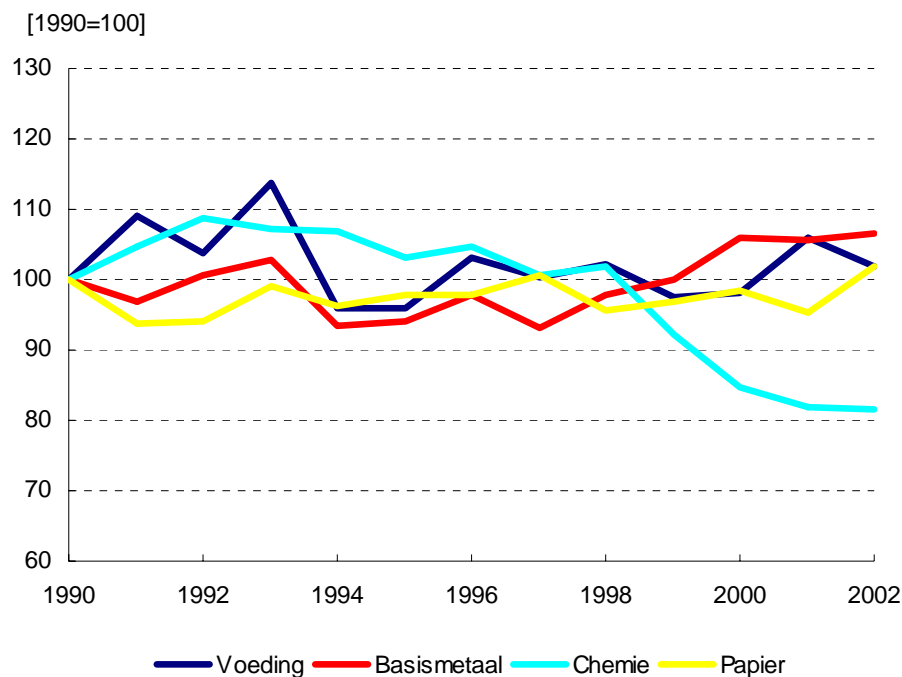
Tabel 4.5 *Jaarlijkse groei TW industrie en energie-intensieve subsectoren*

[%]	90-91	91-92	92-93	93-94	94-95	95-96	96-97	97-98	98-99	99-00	00-01	01-02	90-02
Industrie	0,6	1,0	-1,7	6,8	3,2	0,4	3,5	3,0	3,0	3,9	-0,9	-1,2	1,8
Chemie	-3,7	-3,3	0,2	10,9	6,4	-3,7	5,3	-0,4	6,7	7,9	3,5	2,9	2,6
Basismetaal	-3,3	-7,0	-2,5	9,6	1,1	-2,4	8,3	2,0	0,3	1,7	-1,3	-1,9	0,3
Papier	2,6	0,6	-0,1	4,3	0,8	1,8	4,4	5,8	1,4	1,9	-1,6	-3,1	1,5

Bron: (CBS-NR)

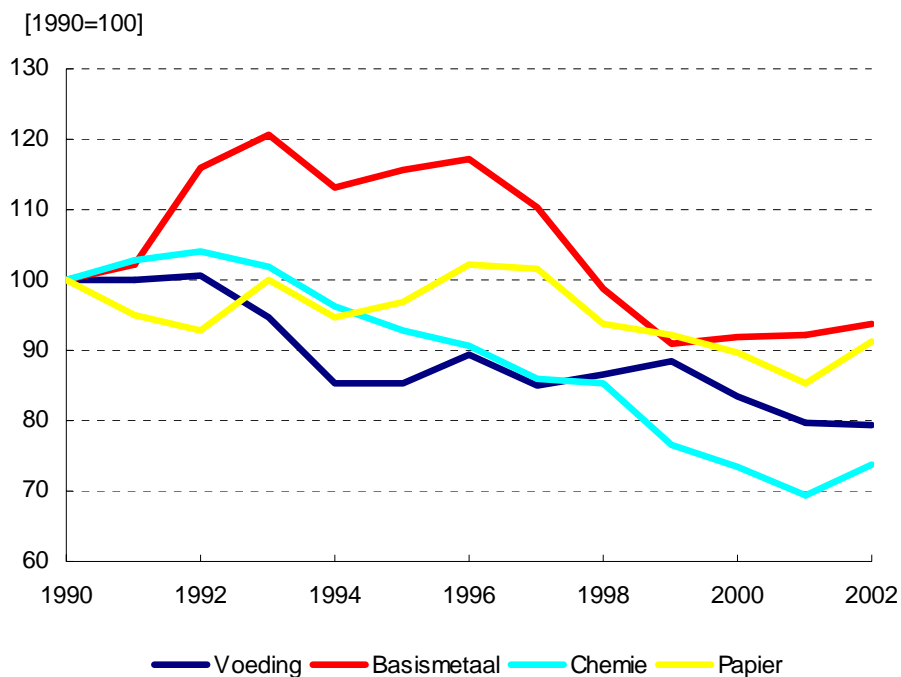
Naast de verschuivingen *tussen* de sectoren zijn ook de ontwikkelingen *binnen* de sectoren van belang voor de verhouding tussen totale productie en totaal verbruik. In Figuur 4.7 en 4.8 worden de trends in de intensiteiten van respectievelijk elektriciteit en warmte gegeven voor de belangrijkste sectoren.

Bij elektriciteit liggen de intensiteiten steeds rond het niveau van 1990, behalve binnen de chemie vanaf 1998. Bij warmte is er in alle sectoren een duidelijke trend omlaag, zij het dat die bij de basismetaal eerst stijgt vanaf 1990. De verschillen tussen de sectoren zijn hier ook groter dan bij elektriciteit.



Figuur 4.7 *Finale intensiteit elektriciteitsverbruik industriesectoren [MJ/€]*





Figuur 4.8 *Finale intensiteit warmteverbruik industriesectoren [MJ/€]*

De gunstige ontwikkelingen bij de finale intensiteiten per sector, met name bij warmte, compenseren de verbruikseffecten van de ongunstiger sectorstructuur, d.w.z. een relatief sterke groei van de energie-intensieve chemie. Bij het feedstockverbruik lijkt er vanaf 1990 eerst ontkoppeling op te treden tussen TW en grondstofgebruik, maar dit wordt volledig tenietgedaan door een zeer sterke verbruiksgroei in de periode 1998-2002 (zie Figuur 4.6). Per saldo verandert de grondstofintensiteit niet tussen 1990 en 2002. Al met al resulteren de ontwikkelingen in een totaal primair verbruik dat langzamer groeit (1,0%/jaar) dan de industriële productie (TW 1,8%/jaar).

Bij de industrie wordt vaak aangenomen dat een meer dan gemiddelde groei samengaat met dematerialisatie, met andere woorden afnemende intensiteiten. Hier is echter geen verband gevonden tussen het niveau van de TW-groei en de ontkoppeling tussen TW en verbruik. Er lijken dus andere factoren, zoals sterk fluctuerende marges op de wereldmarkt en de aantrekkelijkheid van Nederland als vestigingsplaats voor deze activiteiten binnen Europa, een rol te spelen in de ontwikkeling van de intensiteiten.

#### 4.4 Land- en tuinbouw

##### *Ontwikkeling besparing volgens protocolaanpak*

Het verbruik van motorbrandstof voor mobiele werktuigen (tractoren, etc.) in de landbouw is hier toegerekend aan de sector Transport. Het verbruik van de sector L&T wordt gesplitst in de deelverbruiken:

- glastuinbouw (tuinbouwproductie),
- overige L&T (productievolume).

Zonder besparing wordt het elektriciteits- en warmteverbruik van de glastuinbouw verondersteld toe te nemen conform de hoeveelheid tuinbouwproducten volgens het LEI (Knijff, 2003). Bij de overige L&T neemt het referentieverbruik toe conform de afzet in €. Het verschil tussen het totale referentieverbruik en het statistisch verbruik (gecorrigeerd voor temperatuur) levert de besparingscijfers zoals gegeven in Tabel 4.6.

Tabel 4.6 *Ontwikkeling besparing L&T volgens de protocolaanpak*

[% per jaar] <sup>a</sup>	1995-1999	1995-2000	1995-2001	1995-2002
Finaal verbruik	0,6	0,5	1,1	1,1
Wkk en warmtelevering	0,8	0,7	0,6	0,6
<i>Totaal</i>	<i>1,4</i>	<i>1,2</i>	<i>1,7</i>	<i>1,7</i>

<sup>a</sup> Exclusief verbruik voor mobiele werktuigen.

De finale besparing blijkt sterk te fluctueren in recente jaren; in 2001 en 2002 ligt deze dubbel zo hoog als in voorgaande jaren. Dit beeld komt overeen met de forse jaar-op-jaar fluctuaties in de efficiency-index welke het LEI jaarlijks publiceert (Knijff, 2003).

In de glastuinbouw wordt ook bespaard door toepassing van wkk. Het betreft:

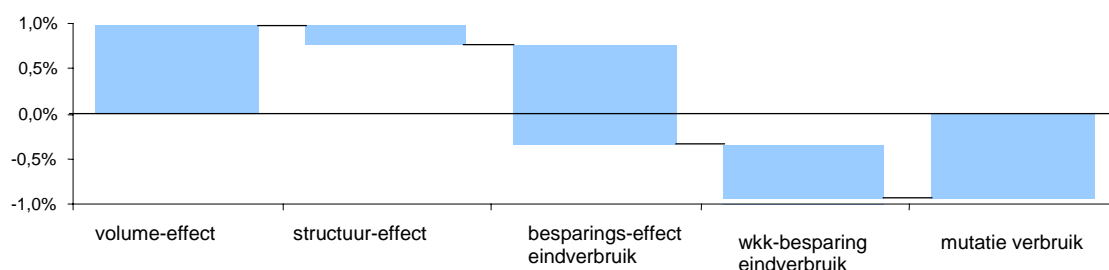
- eigen wkk-installaties (gasmotoren),
- gasmotoren van distributiebedrijven bij glastuinbouw bedrijven,
- aftap van grote centrales,
- een enkele grootschalige STEG in joint-venture eigendom.

De laatste drie opties komen in de statistieken voor als warmtelevering aan de L&T. In de protocolaanpak wordt aan warmtelevering ook een besparing toegerekend, vergelijkbaar met die van eigen wkk. Zoals uit Tabel 4.6 blijkt heeft wkk in de periode 1990-2002 een grote bijdrage geleverd aan de totale besparing (zie toelichting wkk-besparing in Hoofdstuk 5).

#### *Volume-, structuur- en besparingseffecten*

De toename van het verbruik in de L&T is de resultante van tegengestelde effecten (zie Figuur 4.9). Het volume-effect betreft de verbruikstoename conform de groei van de totale toegevoegde waarde (TW). Het structuur-effect betreft de:

- verschuiving tussen de aandelen van de subsectoren glastuinbouw en overige L&T,
- verandering in de verhouding tussen TW en fysieke productie in de glastuinbouw,
- verandering in de verhouding tussen TW en afzet bij overige L&T.



Figuur 4.9 *Volume-, structuur- en besparingseffecten L&T 1995-2002*

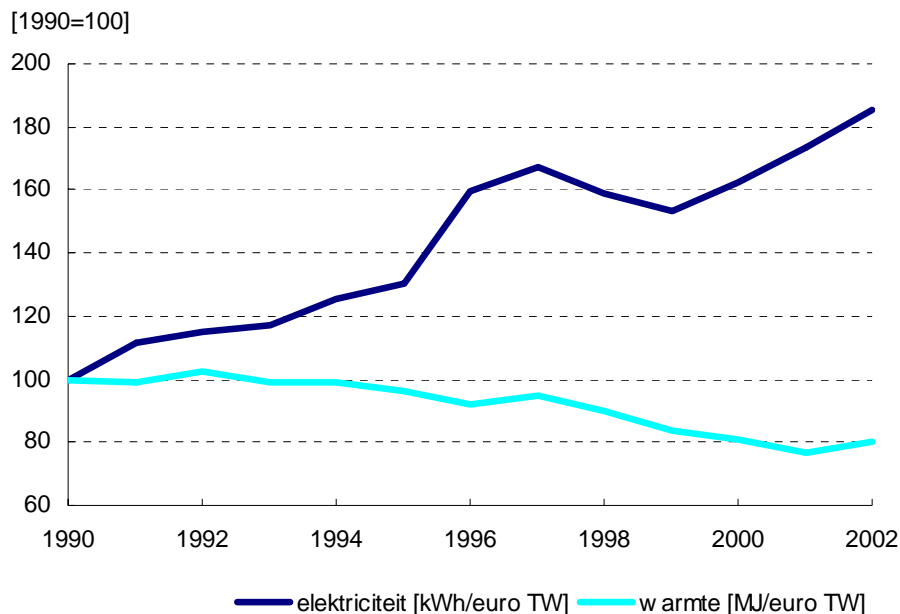
Samen leiden deze ontwikkelingen tot een iets kleinere verbruikstoename dan het geval zou zijn volgens de volume-ontwikkeling (zie Figuur 4.9). Inclusief de diverse besparingseffecten resulteert een afname van het verbruik met 1,0% per jaar.

Er zijn ook andere factoren dan de hiervoor genoemde aanwezig die het verbruik beïnvloeden. Deze maken echter geen deel uit van het structureffect; het betreft bijvoorbeeld verschillen in de ontwikkeling van afzet en fysieke productie in de overige L&T (aantallen dieren en ha land per teelt). Het eventuele verbruikseffect van deze factoren komt terecht in het besparingseffect.

### *Achtergrond verbruiksentwikkelingen L&T*

In verband met de herkenbaarheid van gegevens en resultaten betreft de achtergrondanalyse de L&T-sector inclusief het verbruik van mobiele werktuigen. Het totale verbruik volgens (CBS-NEH) varieert tussen 180 PJ en 202 PJ; over de periode 1990-2002 is de toename per saldo slechts 3%. Er is sprake van een dalende trend; van 2,8%/jaar verbruiksgroei in 1990-1994 tot -1,3%/jaar voor 1998-2002. Het brandstofverbruik wordt overheerst door het gasverbruik van de glastuinbouw. Het elektriciteitsverbruik neemt sterk toe in de periode 1990-2002 (+54%), hoofdzakelijk vanwege een zeer sterke toename van assimilatiebelichting in de glastuinbouw. Het gasverbruik daalt maar het verbruik van aangevoerde warmte groeit explosief, van 2 PJ tot 17 PJ.

De verbruiksentwikkelingen in de totale L&T kunnen worden afgezet tegen die van de productie, uitgedrukt in €toegevoegde waarde (TW). Daarbij wordt onderscheid gemaakt naar finaal elektriciteits- en finaal warmteverbruik. Het finaal elektriciteitsverbruik stijgt met 7% per jaar; deze stijging wordt grotendeels opgevangen met meer eigen wkk-productie. Vergeleken met de 1,4% groei van de TW betekent dit een enorme stijging van de elektriciteitsintensiteit met +5% per jaar (zie Figuur 4.10). Het finale warmteverbruik, afkomstig van omzetting van gas in ketels of wkk, daalt iets; de warmte-intensiteit daalt daarmee met 1,8% per jaar.



Figuur 4.10 *Elektriciteits- en warmte-intensiteit Land- en tuinbouw 1990-2002*

### *Verbruik- en productietrends exclusief assimilatiebelichting*

De sterke stijging van het finaal elektriciteitsverbruik wordt voor een groot deel veroorzaakt door een sterke toename van assimilatiebelichting in de tuinbouw. Zonder assimilatiebelichting zou het elektriciteitsverbruik slechts gestegen zijn met 4% (Bakker, 2004). Er is echter nauwelijks een verband te leggen tussen het groeitempo van energieverbruik en dat van de TW-groei omdat de TW in de sector L&T van jaar op jaar sterk kan fluctueren en omdat de TW sterk bepaald wordt door de subsectoren landbouw en veeteelt die weinig energie verbruiken.

## 4.5 Dienstensectoren

### *Ontwikkeling besparing volgens protocolaanpak*

Het verbruik van motorbrandstof voor mobiele werktuigen in de sector Diensten is hier toegerekend aan de sector Transport. Het totale finale verbruik is opgesplitst naar de subsectoren:

- handel/horeca/reparatiebedrijven,
- rest commerciële dienstverlening,
- onderwijs,
- zorgsectoren,
- overheid.

Bij het bepalen van het referentieverbruik is verondersteld dat, zonder besparing, het finale verbruik van de meeste subsectoren toeneemt conform de ontwikkeling van de afzet in € Echter, het warmteverbruik van de non-profit subsectoren is opgeschaald conform het aantal werknemers resp. leerlingen in deze subsectoren. Het resulterende referentieverbruik van Diensten blijkt *minder hard* te groeien dan het gerealiseerde verbruik. Dit zou betekenen dat er jaarlijks een *ontsparring* van ongeveer 1% zou zijn opgetreden (zie waarde tussen haakjes in Tabel 4.7).

In het protocol wordt er vanuit gegaan dat, uitzonderlijke situaties daargelaten, er een besparing groter dan 0 wordt gerealiseerd. Eenmaal toegepaste efficiëntere technieken worden immers niet meer vervangen door de oude minder efficiënte technieken. Wel zou afnemende good house-keeping tijdelijk voor een ontsparing kunnen zorgen. Maar daar staat tegenover dat de voortdurende uitbreiding van het gebouwenbestand met aanzienlijk zuiniger nieuwbouw zorgt voor een constante besparingsbijdrage. Uit de onzekerheidsanalyse blijkt dat het finale besparingscijfer bij Diensten een zeer grote marge heeft. Daarom wordt hier gesteld dat de besparing op finaal verbruik gelijk is aan 0. Hiermee wordt bereikt dat de totale nationale besparing niet beïnvloed wordt door het cijfer voor Diensten.

Tabel 4.7 *Ontwikkeling besparing Diensten volgens protocolaanpak*

[% per jaar]	1995-2000	1995-2001	1995-2002
Finaal verbruik	0 (-1,0) <sup>a</sup>	0 (-1,0)	0 (-1,1)
WKK en warmtelevering	0,6	0,5 à 0,6	0,5
<i>Totaal</i>	<i>0,6</i>	<i>0,5 à 0,6</i>	<i>0,5</i>

<sup>a</sup> Oorspronkelijk gevonden ontsparing welke niet is verwerkt.

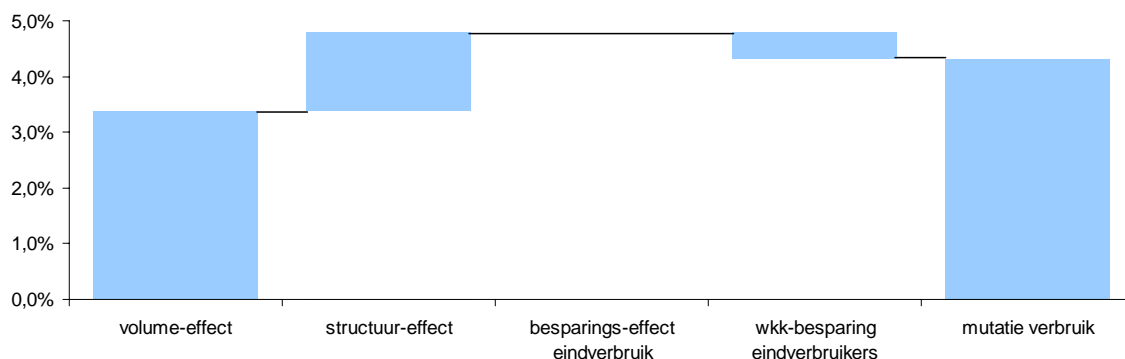
De besparing via wkk-productie betreft bij de sector Diensten:

- eigen gasmotoren bij ziekenhuizen en rioolwaterzuivering,
- gasmotoren van distributiebedrijven bij kantoren,
- warmtelevering via stadsverwarming aan kantoren.

De laatste twee opties komen in de statistieken voor als warmtelevering aan Diensten. In de protocolaanpak wordt aan deze warmtelevering ook een besparing toegerekend, vergelijkbaar met die van eigen wkk. Zoals uit Tabel 4.7 blijkt heeft wkk in de periode 1990-2002 een flinke besparingsbijdrage geleverd (zie toelichting wkk-besparing in Hoofdstuk 5).

### *Volume-, structuur- en besparingseffecten*

De toename van het verbruik bij Diensten is vooral een gevolg van het volume-effect (zie Figuur 4.11). Het volume-effect betreft de verbruikstoename conform de groei van de totale toegevoegde waarde (TW).



Figuur 4.11 *Volume-, structuur- en besparingseffecten Diensten 1995-2002*

Het structuur-effect betreft de:

- verschuiving tussen de aandelen van de vijf eerdergenoemde subsectoren,
- verandering in de verhouding tussen TW en afzet bij subsectoren,
- verandering in de verhouding tussen TW en fysieke grootheden bij non-profit subsectoren (werknemers, leerlingen).

Samen leiden deze ontwikkelingen tot een nog grotere verbruikstoename dan het geval zou zijn volgens de volume-ontwikkeling. Zoals eerder beschreven is het finale besparingseffect gelijk aan 0 gesteld. Inclusief het besparingseffect van wkk resulteert een sterke toename van het verbruik.

Andere factoren die het verbruik beïnvloeden, maar die niet meegenomen zijn als onderdeel van het structureffect, zijn o.a.:

- een toenemend vloeroppervlak per werknemer in kantoren,
- een toenemend vloeroppervlak per €afzet in de detailhandel,
- een grotere penetratie van airconditioning in kantoren,
- een sterke toename van ICT-apparatuur in alle subsectoren.

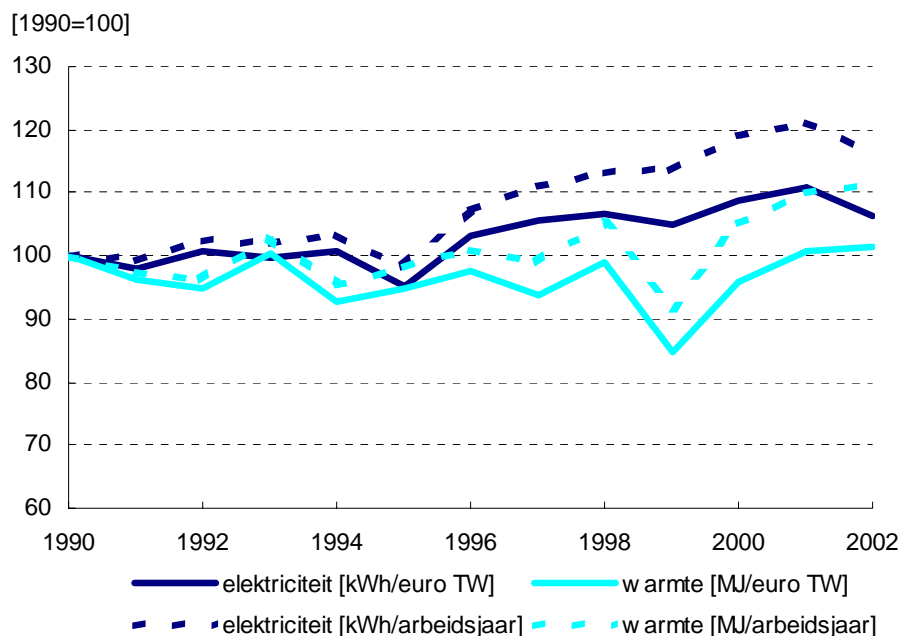
In de meeste gevallen leiden deze factoren tot een hoger verbruik. Dit verbruiksverhogend effect komt terecht in het hier bepaalde finale besparingseffect. Dit vormt waarschijnlijk de oorzaak van de gevonden negatieve waarde voor het besparingseffect.

De conclusie moet zijn dat met de gebruikte grootheden (afzet en werknemers) en de verbruiksdata niet het juiste referentieverbruik kan worden bepaald. Grote structurele veranderingen in het energieverbruik, zoals de ICT-golf en airconditioning, worden hiermee niet gedekt. Momenteel ontbreken de gegevens om deze structurele verbruikstrends te verwerken in het referentieverbruik.

#### *Achtergrond verbruiksentwikkelingen Diensten*

In verband met de herkenbaarheid van gegevens en resultaten betreft de analyse hier het energieverbruik inclusief het (kleine) verbruik van mobiele werktuigen. Allereerst moet opgemerkt worden dat de verbruikscijfers, met name voor olie en warmtelevering, onbetrouwbarder zijn dan die voor andere sectoren. Het totale (temperatuur gecorrigeerd) verbruik in periode 1990-2002 stijgt van 251 PJ naar 351 PJ, een toename van 40%. De jaarlijkse groei varieert sterk, voor 1990-1994 ligt de groei op slechts 0,5%/jaar, wordt daarna zeer hoog (5,5%/jaar) en tenslotte voor 1998-2002 weer lager (2,6%). Het elektriciteitsverbruik neemt sterk toe (+48%); opvallend is dat ook het gasverbruik sterk stijgt (+37%). De (onbetrouwbare) trend voor het warmteverbruik duidt op een zeer sterke groei, mogelijk met een factor drie, tot ongeveer 20 PJ in 2002.

De ontwikkeling van het verbruik in de dienstensector kan afgezet worden tegen de TW in € of tegen het aantal werknemers, uitgedrukt in arbeidsjaren (volgens (CBS-NR)). In Figuur 4.12 worden de energie-intensiteiten gegeven voor het finaal elektriciteits- en warmteverbruik, zowel ten opzichte van de TW als ten opzichte van arbeidsjaren. Omdat de TW harder groeit dan de arbeidsjaren loopt de trend voor het verbruik per €TW steeds verder weg van het verbruik per arbeidsjaar. De 'dip' in de warmte-intensiteit in 1999 wordt veroorzaakt door een van de trend afwijkend cijfer voor 1999 in het statistische brandstofverbruik.



Figuur 4.12 *Elektriciteits- en warmte-intensiteiten Diensten 1990-2002*

#### *Ontwikkeling TW en verbruik in de tijd*

In de Dienstensector heeft de economische groei aanzienlijk gefluctueerd in de periode 1990-2002 (zie Tabel 4.8). Het effect daarvan op het energieverbruik wordt hier nader beschouwd. Bij een 'normale' groei lijkt het elektriciteitsverbruik in deze sector gelijk op te gaan met die van de TW (zie periode 1990-1994 en 1998-2002). Per arbeidsjaar neemt het verbruik wel steeds toe. Bij de extra hoge groei in de periode 1994-1998 groeit het verbruik van elektriciteit relatief nog sneller. De intensiteiten (voor TW en arbeidsjaren) nemen duidelijk toe. Voor het warmteverbruik gelden globaal dezelfde trends. Men mag dus concluderen dat de extra hoge groei bij Diensten is bereikt met nieuwe activiteiten die relatief veel energie hebben gevegd.

Tabel 4.8 *Relatie groeivoeten en finaal verbruik sector Diensten*

[%/jaar]	1990-1994	1994-1998	1998-2002	1990-2002
Groei				
- TW	2,0	4,4	2,7	3,1
- Arbeidsvolume	1,3	3,5	2,0	2,3
Finaal elektriciteit	2,2	5,9	2,7	3,6
- MJ <sub>e</sub> /€	+0,2	+1,4	-0,1	+0,5
- MJ <sub>e</sub> /arbeitsjaar	+0,9	+2,3	+0,6	+1,3
Finaal thermisch	0,2	6,1	3,4	3,2
- MJ <sub>th</sub> /€	-1,9	+1,6	+0,6	+0,1
- MJ <sub>th</sub> /arbeitsjaar	-1,2	+2,5	+1,4	+0,9

## 4.6 Transport

### *Ontwikkeling besparing volgens protocolaanpak*

In verband met de aansluiting op de sectordefinitie, zoals gehanteerd bij de streefwaarden voor de CO<sub>2</sub>-emissie (Boonekamp, 2003), is het verbruik van alle mobiele werktuigen ondergebracht bij het verbruik van transport. Het totale verbruik van transport is opgedeeld in de volgende categorieën:

- Personen-weg (reizigerskilometer)
- Bestelauto's (voertuigkilometer)
- Vrachtauto's (ladingtonkm binnenlands vervoer)
- Trekkers (ladingtonkm binnenlands vervoer)
- Autobussen (reizigerkilometers van bus/tram/metro)
- Binnenvaart (vervoerd gewicht)
- Luchtvaart (Energieverbruik luchtvaart)
- Spoorwegen-Passagiers (reizigerkilometer per spoor)
- Spoorwegen-Goederen (ladingtonkm per spoor, binnenlands)
- Mobiele werktuigen (Energieverbruik Mobiele werktuigen).

Per categorie is verondersteld dat het verbruik toeneemt conform de trend voor de betreffende ERG (tussen haakjes weergegeven). Gesommeerd over de onderdelen levert dit het referentieverbruik op. Uit het verschil met het gerealiseerd verbruik volgt de besparing. Er lijkt recent sprake van een dalende tendens voor de besparing (zie Tabel 4.9). Echter, gezien de invloed van niet meegenomen factoren (zie volume- en structuureffecten) kunnen hier geen harde conclusies uit worden getrokken. Omdat geen wkk-productie aanwezig is de totale besparing gelijk aan die op finaal verbruik.

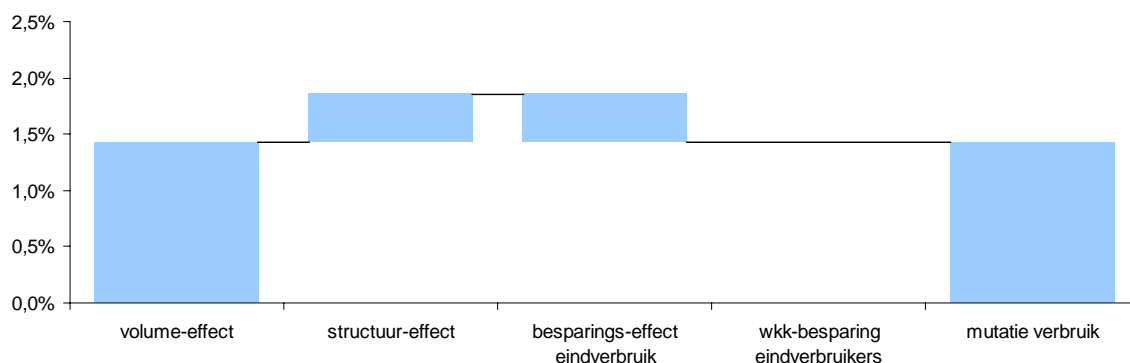
Tabel 4.9 *Ontwikkeling besparing Transport volgens de protocolaanpak*

[% per jaar]	1995-1999	1995-2000	1995-2001	1995-2002
Finaal verbruik	0,6	0,7	0,6	0,4
WKK	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Totaal</i>	<i>0,6</i>	<i>0,7</i>	<i>0,6</i>	<i>0,4</i>

### *Volume-, structuur- en besparingseffecten*

Het volume-effect bij de sector transport is niet gekoppeld aan de groei van de TW van transportbedrijven omdat een flink deel van het energieverbruik, namelijk dat van particulier autogebruik, geen relatie heeft met deze TW. Het volume-effect is hier gedefinieerd als de toename van het verbruik conform de ontwikkeling van de totale transportprestatie<sup>9</sup> (zie Figuur 4.13). Het structuur-effect betreft van deze prestatie afwijkende trends voor de ERG per vervoerswijze; vaak heeft dit te maken met verschuivingen in de z.g. modal split bij personen- en vrachtvervoer. Deze verschuivingen leiden tot een extra verbruikstoename. Deze wordt min of meer gecompenseerd door het besparingseffect; maar per saldo resulteert een sterke toename van het verbruik.

<sup>9</sup> Naar energieverbruik gewogen prestatie in de vorm van personen-km en ton-km.



Figuur 4.13 *Volume-, structuur- en besparingseffecten Transport*<sup>10</sup> 1995-2002

Andere factoren die het verbruik beïnvloeden, maar geen onderdeel uitmaken het structureffect, zijn o.a.:

- zwaardere personenauto's,
- sterke penetratie van airconditioning in auto's,
- lagere maximum/gemiddelde rijsnelheden,
- hogere beladinggraden van vrachtauto's.

Bij personenvervoer leiden deze factoren tot een extra verbruik; bij vrachtvervoer is het uiteindelijk effect van deze factoren onzeker; dit totale effect maakt onderdeel uit van het hiervoor gepresenteerde finale besparingseffect.

#### *Achtergrond verbruiksentwikkelingen Transport*

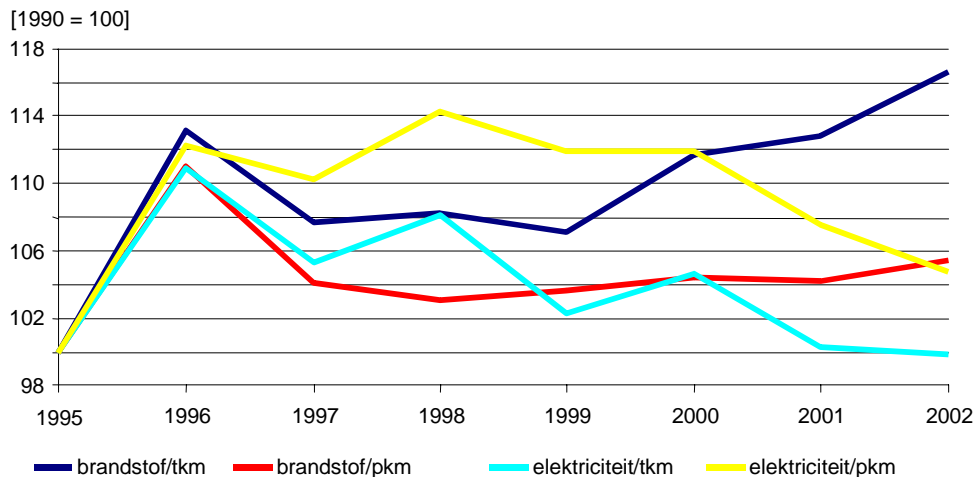
De sector transport omvat zowel personen- als vrachtvervoer; dit vindt voornamelijk per auto plaats, maar ook per trein, bus, binnenvaartschip en vliegtuig (binnenlands). Verder zijn nu ook de mobiele werktuigen in de sector ondergebracht. Het totale verbruik in periode 1995-2002 stijgt van 453 PJ naar 508 PJ, een toename van 12%. De totale brandstofmix<sup>11</sup> kan bij transport nauwelijks veranderen omdat bijna uitsluitend olie wordt gebruikt. Het aandeel van de transportsector in het totale binnenlandse olieconsumptie bedraagt bijna 50% (waarvan ongeveer 30% personen- en 20% vrachtvervoer). Het elektriciteitsverbruik door railtransport nam toe van 5,3 tot 5,6 PJ.

De *energie-intensiteit* van de sector transport wordt hier gepresenteerd voor de periode vanaf 1990. In tegenstelling tot de andere verbruiksectoren wordt hier geen warmteverbruik beschouwd omdat dit niet waargenomen kan worden in het proces van omzetting van brandstof naar mechanische energie voor het voortbewegen van de voertuigen. Het verbruik wordt gerelateerd aan de transportprestatie welke wordt uitgedrukt in personen- respectievelijk tonkilometers (zie Figuur 4.14)

<sup>10</sup> Inclusief verbruik mobiele werktuigen in de sectoren L&T, Bouw en Diensten.

<sup>11</sup> Met brandstofmix wordt hier de verdeling over de primaire energiedragers (kolen, olie, enz.) bedoeld.





Figuur 4.14 *Elektriciteit- en brandstof-intensiteiten personen- en vrachtvervoer 1990-2002*

Bij het brandstofverbruik voor transport lijkt einde jaren negentig sprake van een ongunstiger intensiteit-trend, met name bij het brandstofverbruik per ton-km. Bij het personenvervoer kan dit een gevolg zijn van het aflopen van het effect van de rond 1983 flink verbeterde efficiency bij nieuwe auto's. Als medio jaren negentig het gehele park vervangen is door zuiniger auto's daalt het gemiddelde verbruik van auto's niet meer verder (Brink, 1999). Echter, met de gebruikte methode kan dit effect ook veroorzaakt zijn door structureffecten, zoals zwaardere auto's. Hetzelfde geldt voor de ongunstiger trends bij vrachtvervoer. Voor het totale brandstofverbruik (inclusief mobiele werktuigen) is de toename per jaar hoger dan die van de transportprestatie; de totale brandstofintensiteit neemt daardoor toe met +0,3%/jaar over de gehele periode. Het totale elektriciteitsverbruik stijgt ook sneller dan de totale transportprestatie, waardoor de elektriciteitsintensiteit stijgt (+0,4% per jaar).

Het *personenautogebruik*, in gereden kilometers, is in 2002 met 10% toegenomen ten opzichte van 1995. Ongeveer eenderde van de groei van de autokilometers kan worden verklaard uit de autonome groei van de bevolking ((AVV, 1997) update van de data door RIVM; (Statline)). Tweederde van de groei is een gevolg van de toename van het gemiddeld aantal autokilometers per persoon. Nederlanders zijn meer gaan rijden door inkomensgroei en sociaal-culturele (gedrags)veranderingen, zoals het wonen met minder personen in een woning, de geëmancipeerde werkverdeling tussen mannen en vrouwen en het combineren van werk- en zorgtaken (Harms, 2003). Ook een grotere verscheidenheid in vrijetijdsbesteding buitenshuis is een culturele trend die het autogebruik heeft gestimuleerd. Ook het *infrastructuurbeleid* heeft de groei van het autogebruik bevorderd. Nieuwe wegcapaciteit werd gebouwd en bestaande capaciteit werd uitgebreid. Ook werden er rondwegen bij steden aangelegd. De verbetering van het wegennet stimuleert de groei van het autogebruik waardoor reisafstanden toenemen (Anema, 1997). Door dit gevoerde infrastructuurbeleid is het autogebruik naar schatting met 10 tot 20% toegenomen (RIVM, 2003).

Het *mobilitéitsbeleid* van de overheid heeft in de periode tussen 1990 en 2000 de hoeveelheid autokilometers proberen te beperken door maatregelen gericht op gedragsverandering: stimuleren carpoolen, stimuleren van openbaarvervoer (OV-gebruik). Het OV-gebruik is vooral gestimuleerd via investeren in OV-infrastructuur. Dit heeft wel geleid tot een toename van het OV-gebruik met 20% tussen 1995 en 2002, maar niet als vervanging van het autogebruik. In de ogen van veel mensen blijft de auto kwalitatief superieur door meer comfort en (veel) kortere reistijden (RIVM, 2003).

De eerder gegeven besparingscijfers voor transport kunnen verbijzonderd worden naar personen- en goederenvervoer. De *besparing voor personenvervoer* bedraagt in recente jaren ongeveer 0,4% per jaar. Zoals eerder opgemerkt bevat dit cijfer een aantal verbruiksverhogende structureffecten die het besparingscijfer beïnvloeden.

Het aantal *vervoerde tonkilometers* binnen Nederland is in 2002 met 11% toegenomen ten opzichte van 1995. Er werd meer vracht vervoerd over een langere afstand. Dit komt enerzijds door de toenemende economische groei, maar anderzijds ook door allerlei economische motieven die hebben geleid tot een toenemende afstand waarover een gemiddelde vracht werd vervoerd. De gemiddelde ritlengte voor binnenlands vervoer nam tussen 1985 en 2001 toen met ongeveer 35% (AVV, 2002; OECD, 2002).

Het aandeel wegvervoer in het totale goederenvervoer nam toe omdat het wegvervoer veel innovatiever was dan de 'concurrenten' bij binnenvaart en spoor. Door innovaties werd het binnenlandse wegvervoer in de periode 1972 tot 1997 ongeveer 2% per jaar goedkoper en bijna 1% per jaar sneller. Dit verklaart eenderde tot de helft van de groei in het goederenvervoer over de weg (Dings, 1999).

De besparing voor vrachtvervoer loopt in recente jaren sterk terug, van ongeveer 2% per jaar naar ongeveer 1% per jaar.

## 4.7 Raffinage

### *Ontwikkeling besparing volgens protocolaanpak*

Vanwege gebrek aan gegevens kan het totale eigen verbruik van alle raffinaderijen niet nader opgesplitst worden in onderdelen. Voor het bepalen van het referentieverbruik zijn de volgende reeksen beschikbaar:

- afzet in €basisprijzen 1995,
- toegevoegde waarde in €basisprijzen 1995,
- idem marktprijzen 1995,
- aflevering olieproducten uit MONIT,
- eigen productie olieproducten (verbruiksaldo volgens (CBS-NEH)),
- doorzet olie-grondstoffen (incl. aardgascondensaat) volgens (CBS-NEH),
- aanvoer ruwe olie en condensaat conform (Statline).

Alle genoemde reeksen, behalve de aflevering van producten, tonen een dalende trend; als deze reeksen worden gebruikt als ERG daalt het referentieverbruik tussen 1995 en 2002. Het gerealiseerde finale warmteverbruik is in de periode 1995-2002 echter toegenomen met 10% en het finale elektriciteitsverbruik met 20%. Tezamen zou dit in de analyse resulteren in een sterke ontsparring. De toenemende aflevering van producten lijkt dus geen goede maat voor de groei van het energieverbruik omdat deze in toenemende mate bestaat uit ingekochte halffabrikaten/eindproducten waar weinig bewerkingen op nodig zijn. De reden dat besparing zo moeilijk is te destilleren uit de verbruiks- en volume-trends is gelegen in het feit dat het eigen verbruik van raffinage ook beïnvloed wordt door een andere samenstelling van de ruwe olie input, veranderingen in de outputmix en aanscherping van de eisen voor de productkwaliteit.

Teneinde toch een referentieverbruik vast te stellen wordt hier een alternatieve aanpak gevolgd. Voor de periode tot en met 1999 zijn de z.g. MJA-efficiency indices (Nuijen, 2000) beschikbaar. Hieruit kan het referentieverbruik (totale eigen verbruik bij afwezigheid van besparing) bepaald worden. Verder wordt in het kader van het Benchmark-convenant uitgegaan van ongeveer 4% besparing in de periode 2001-2010, inclusief autonome besparingen (Kroon, 2004). Uitgaande van 0,4% besparing per jaar voor 2001 en 2002, en een schatting voor 2000, is een referentieverbruik voor de jaren na 1999 bepaald. Uit de vergelijking met het gerealiseerd verbruik volgt de besparing op finaal verbruik.

Uit Tabel 4.10 blijkt dat de gemiddelde finale besparing 1995-2002 uitkomt op 0,8%; tezamen met de besparing op wkk levert dit een totale besparing van 1,0% per jaar. De laatste jaren lijkt er sprake van een afnemende besparing, zowel bij het finale verbruik als bij wkk.

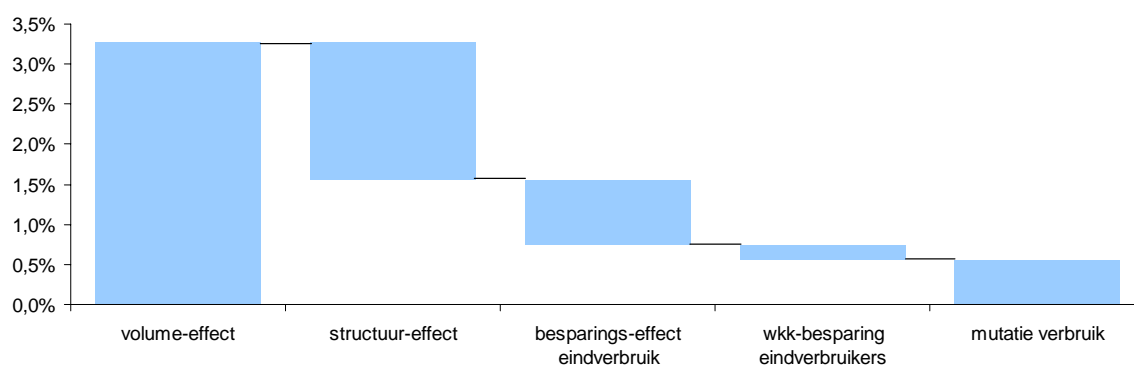
Tabel 4.10 *Ontwikkeling besparing Raffinaderijen volgens de protocolaanpak*

[% per jaar]	1995-2000	1995-2001	1995-2002
Finaal verbruik	1,0	0,9 à 1,0	0,8
Wkk en warmtelevering	0,3 à 0,4	0,2 à 0,3	0,2
<i>Totaal</i>	<i>1,3</i>	<i>1,2</i>	<i>1,0</i>

Bij de besparingscijfers moeten verschillende kanttekeningen gezet worden. Uit de MJA-indices van SenterNovem voor 1990-1999 volgt een besparing in PJ die geleidelijk stijgt tot 1997, maar in 1998 en 1999 ineens dubbel zo groot wordt. Het gerealiseerde jaarlijkse besparingspercentage volgens de MJA-evaluatie (inclusief wkk-besparing) ligt aanzienlijk hoger dan het verwachte percentage in de Benchmark periode. Zelfs als rekening wordt gehouden met het wegvallen van de historische bijdrage van wkk-besparing is het verschil moeilijk verklaarbaar.

#### *Volume-, structuur- en besparingseffecten*

Het volume-effect bij de sector raffinaderijen is gekoppeld aan de groei van totale aflevering van olieproducten (zie Figuur 4.15). Het structuur-effect betreft het verschil tussen deze ontwikkeling en de trend voor het referentieverbruik op basis van MJA en Benchmarking gegevens. Er is sprake van een verbruiksverminderend structuureffect, mogelijk omdat steeds meer weinig bewerkte halffabrikaten worden ingezet voor de aflevering. Inclusief de besparing resulteert een beperkte verbruikstoename van 0,6% per jaar.



Figuur 4.15 *Volume-, structuur- en besparingseffecten Raffinaderijen 1995-2002*

Andere factoren die het referentieverbruik beïnvloeden zijn o.a.:

- zwaardere milieu-eisen aan raffinage producten,
- relatief meer hoogwaardige producten (extra secundaire capaciteit nodig),
- bezettingsgraad van de raffinagecapaciteit,
- zwaardere of lichtere ruwe olie.

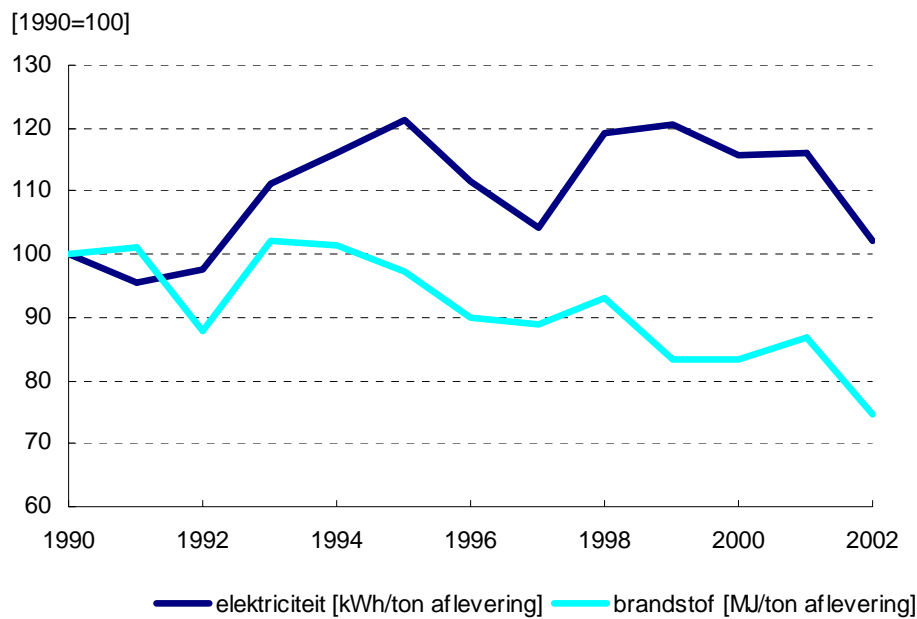
In beginsel zijn deze factoren alle meegenomen in het referentieverbruik zoals bepaald op basis van de MJA en Benchmarking gegevens.

#### *Achtergrond verbruiksentwikkelingen Raffinage*

Raffinaderijen vallen in de energiestatistieken niet onder de eindverbruiksectoren maar onder het energieaanbod (energiesector). De raffinageactiviteit is in feite een afgeleide van de verbruiksentwikkeling in de eindverbruiksectoren. Daarom wordt in de analyse niet uitgegaan van de TW als volumegrootte maar van de fysieke output. Dit betekent ook dat temperatuurcorrecties op het verbruik van eindverbruiksectoren doorwerken in de productie en het eigen verbruik van raffinaderijen. Voor het overige worden raffinaderijen in de analyse hetzelfde behandeld als bijvoorbeeld industriële sectoren.

Het totale verbruik in periode 1990-2002 varieert tussen 157 en 191 PJ; over de gehele periode stijgt het verbruik met 7%. Tot 1998 is de groei echter veel hoger geweest (1,9%/jaar). De brandstofmix bij raffinage is altijd gebaseerd geweest op olie; echter, het aandeel van aardgas is verdubbeld van 11% naar 22%, o.a. vanwege de productie van waterstof voor verwerking in de producten. Het elektriciteitsverbruik schommelt rond de 0 omdat het finale verbruik bijna geheel zelf wordt opgewekt. Het verbruiksaldo van warmte is negatief omdat warmte wordt geleverd aan de industrie.

De verbruikontwikkeling kan afgezet worden aan de ruwe olie input of de producten-output. Raffinaderijen gebruiken in toenemende mate halffabrikaten die veel minder bewerkingen vereisen dan ruwe olie. De hoeveelheid ruwe olie is dus steeds minder geschikt om het eigen verbruik aan te relateren; daarom is hier de output gebruikt om de intensiteiten te bepalen voor het elektriciteit- en warmteverbruik (zie Figuur 4.16).



Figuur 4.16 *Elektriciteit- en brandstof-intensiteit Raffinaderijen 1990-2002*

Het finaal elektriciteitsverbruik stijgt met 2,8% per jaar over de gehele periode. De output van olieproducten is met 2,6% per jaar toegenomen, zodat de elektriciteitintensiteit iets is toegenomen. Het warmteverbruik neemt veel minder sterk toe, zodat de warmte-intensiteit met 2,4%/jaar daalt. De relatief sterke afname van het warmteverbruik in latere jaren valt samen met een hogere groei van de output. Behalve het effect van de bezettingsgraad kan ook een verschuiving tussen ingekochte en zelf geproduceerde intermediaire producten een rol spelen.

## 4.8 Elektriciteitsvoorziening

### *Opbouw elektriciteitsvoorziening*

In de totale elektriciteitsvraag wordt voorzien door:

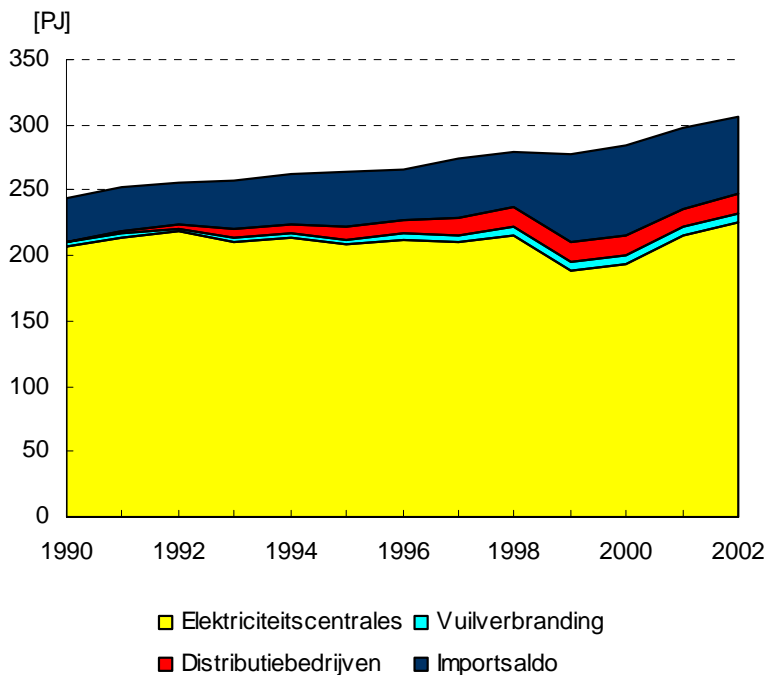
- centrale productie ('centrales'),
- vuilverbrandingsinstallaties,
- distributiebedrijven,
- import.

De decentrale productie met wkk-installaties is hier ondergebracht bij de industriële sectoren die de stoomproductie afnemen. Van de vier aanbodopties nemen de centrales nog steeds het grootste deel van de vraag voor hun rekening, hoewel de bijdrage van de andere bronnen relatief

sterker is gestegen (zie Figuur 4.17). Met name het aandeel van import is sterk toegenomen vanaf 1998.

#### *Ontwikkelingen bij centrales*

Het verbruik van centrales betreft het mutatieverbruik, d.w.z. de input aan brandstoffen minus de aflevering van elektriciteit en warmte. Het verbruik is niet gekoppeld aan economische ontwikkelingen maar aan de vraagontwikkeling bij de eindverbruiksectoren. Het totale mutatieverbruik in periode 1990-2002 daalt met 4% naar 292 PJ PJ; alleen tot 1992 was er bij centrales nog sprake van een toename (van 4%). De oorzaak ligt bij de sterke toename van decentrale productie en elektriciteitsimport. De laatste jaren is de productie van elektriciteit weer toegenomen; die van warmte is zelfs verdubbeld van 13 PJ naar 26 PJ . De brandstofmix, hoofdzakelijk bestaande uit kolen en aardgas, verandert weinig in de periode 1990-2002 (zie Tabel 4.11).



Figuur 4.17 *Elektriciteitsaanbod naar type 1990-2002*

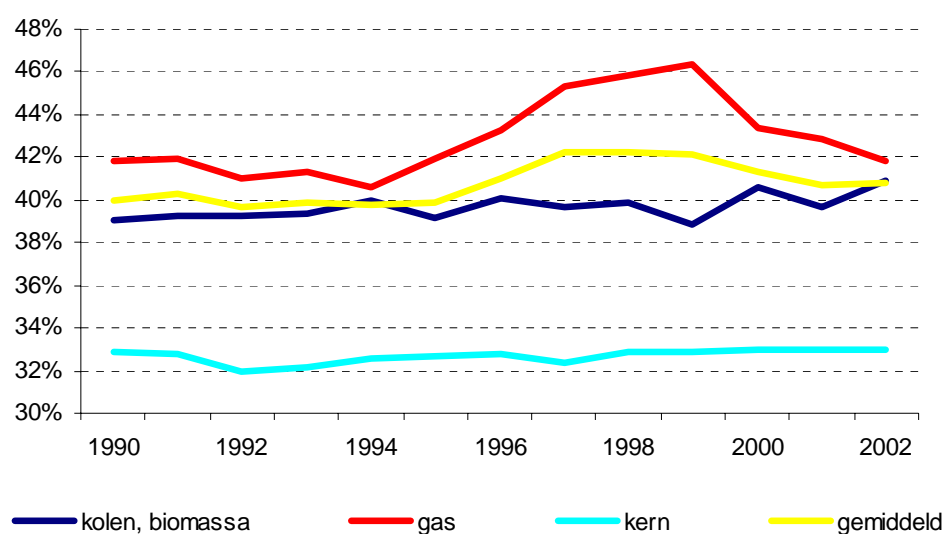
In Tabel 4.11 wordt het verloop van de in- en output (statistisch verbruik) en het totaalrendement getoond (in-/exclusief warmtelevering). Behalve kolen en aardgas wordt ook kernenergie (ongeveer 40 PJ) en restgassen ingezet (20 à 25 PJ). Tussen 1990 en 1995 veranderen productie en rendement weinig, wel bereikt de koleninzet een maximum in 1995. In 1996 en 1997 neemt het rendement aanzienlijk toe, met name bij gasgestookte centrales (zie Figuur 4.18) door de ingebruikname van de Eems-centrale. In 1999 wordt een minimum input bereikt door een sterke toename van de import. Dit gaat overigens niet ten koste van het rendement. Na 1999 herstelt de productie zich door een grotere vraag en wat minder import, waarbij het rendement iets daalt. Waarschijnlijk is dit te wijten aan het stoppen van de landelijke optimalisatie van de inzet van het productiepark omdat dat niet past in een geliberaliseerde elektriciteitsvoorziening. Hierdoor worden niet steeds de meest efficiënte centrales ingezet.

Tabel 4.11 *Input, output en overall rendement centrales 1990-2000*<sup>a</sup>

	1990	1995	1999	2002
Input [PJ]	524,6	535,9	453,4	546,0
- w.o. kolen	231,0	240,0	186,6	226,8
- w.o. aardgas	234,7	229,1	200,9	252,3
Output [PJ]				
- elektriciteit	207,2	210,1	190,8	226,2
- warmte	11,9	15,6	20,2	22,9
Rendementen [%]				
- totaal	41,8	42,1	46,5	45,6
- elektriciteit	40,0	39,8	43,0	42,3

<sup>a</sup> Op basis van statistische verbruikscijfers, zonder temperatuurcorrectie.

<sup>b</sup> Input gecorrigeerd voor aan warmteproductie toe te rekenen brandstof (bijstookfactor 0,5).



Figuur 4.18 *Rendementsontwikkeling per type centrale 1990-2002*

### *Ontwikkelingen bij vuilverbranding*

In Tabel 4.12 wordt het verloop van de in- en output en de rendementen getoond voor vuilverbrandingsinstallaties (VV).

Tabel 4.12 *Input en output en rendement vuilverbranding*

	1990	1994	1998	2002
Input [PJ]	16,1	19,8	42,6	45,8
Output [PJ]				
- elektriciteit	2,6	3,3	6,5	7,1
- warmte	0,6	0,0	5,9	7,8
Rendement elektrisch [%]	16,5	16,8	16,3	16,9

Het verbruik van warmte, in de vorm van brandbaar afval, neemt sterk toe in de periode 1990-2002. Met name rond 1996 vindt een sterke toename van de elektriciteitslevering plaats. Het elektrisch rendement verandert nauwelijks in de loop der jaren. Het totaalrendement neemt echter toe van 20% naar 32% door meer warmtelevering.

### Ontwikkelingen distributiebedrijven

Het finale verbruik betreft de netverliezen (12 PJ elektriciteit); verder wordt aardgas verbruikt voor de eigen (kleinschalige) wkk-productie. Uit Tabel 4.13 blijkt dat daarbij sprake is van een zeer sterke toename van productie en verbruik.

Tabel 4.13 *Input en output en rendement voor wkk-distributie*

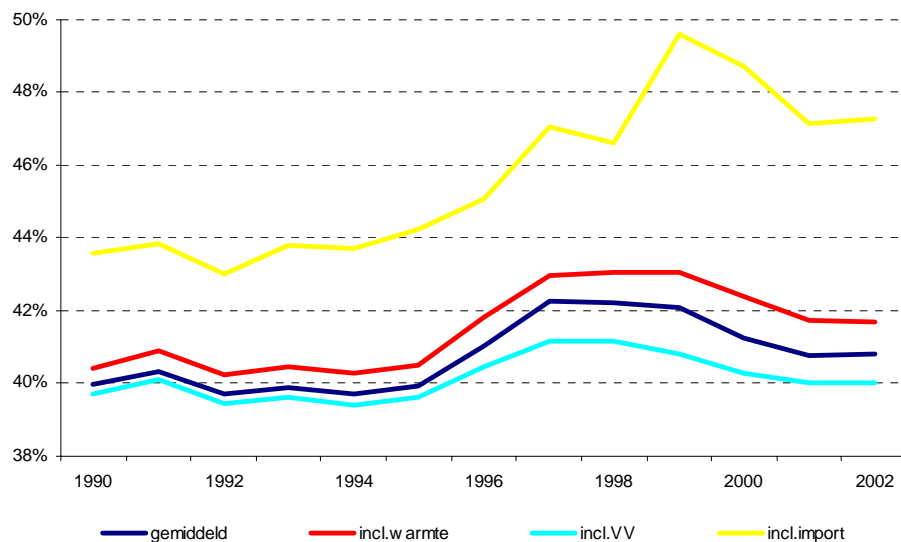
	1990	1994	1998	2002
Input [PJ]	1,9	17,2	32,9	38,4
Output [PJ]				
- elektriciteit	0,6	6,0	11,2	11,8
- warmte	0,7	7,2	14,9	16,4
Rendement [%]	68,4	76,4	79,3	73,4

### Ontwikkeling energie-intensiteit

Het energieverbruik van de elektriciteitsvoorziening kan afgezet worden tegen de toegevoegde waarde of omzet. Dit wordt hier niet gedaan omdat zowel verbruik als economisch resultaat gekoppeld zijn aan de vraag naar elektriciteit van andere sectoren. Het afzetten van het verbruik tegen de fysieke output, de elektriciteitsproductie, komt neer op een analyse van het totaal conversierendement van de elektriciteitsvoorziening.

### Totaal rendement voorziening

De trend in het totaal rendement voor de elektriciteitslevering wordt gegeven in Figuur 4.19 (zie 'gemiddeld'). Als echter gecorrigeerd wordt voor warmtelevering valt dit rendement hoger uit. Wordt vuilverbranding (VV), met een rendement van rond de 20%, meegenomen dan valt het gemiddeld rendement juist lager uit. Wordt het gemiddelde van productie en (verliesvrije) import genomen dan resulteert een aanzienlijk hoger 'rendement'.



Figuur 4.19 *Totaal rendement elektriciteitslevering, in- of exclusief warmtelevering, vuilverbranding(VV) of import*

### *Besparing volgens protocolaanpak*

De besparing bij centrales is gedefinieerd als het verschil tussen de brandstofinput bij de gerealiseerde rendementen en het hypothetische verbruik bij de rendementen in het basisjaar. Het betreft rendementen per type centrale zodat verschuivingen tussen brandstoffen geen invloed hebben op de besparing. Per 1998 is een flinke besparing bereikt ter grootte van 8% van de totale input; zoals hiervoor beschreven neemt het rendement daarna echter weer af. Over de gehele periode 1995-2002 wordt een besparing gerealiseerd van ongeveer 15 PJ; dit komt op nationaal niveau overeen met 0,5% van het totale verbruik.

De besparing bij vuilverbranding en wkk-productie van distributiebedrijven wordt op dezelfde wijze berekend als bij wkk van eindverbruiksectoren. In totaal wordt t.o.v. 1995 een extra besparing van 3 PJ gerealiseerd; ook hier is in eerste instantie meer bespaard door een flinke uitbreiding van het vermogen, maar deze besparing is gedeeltelijk verloren gegaan door een afnemend opwekrendement bij wkk-distributie. Voor de gehele elektriciteitsvoorziening resulteren genoemde ontwikkelingen in een jaarlijkse bijdrage aan de nationale besparing van een kleine 0,1%-punt (zie ook Tabel 3.1).

## 4.9 Overige energiebedrijven

### *Kenmerkende verbruiksentwikkelingen*

Naast elektriciteitsproductie en raffinage vindt in de energiesector ook productie plaats van cokes en winning/transport van aardgas en ruwe olie. Het verbruik voor cokesfabrieken is in de besparingsberekening ondergebracht bij de industrie, maar wordt hier apart toegelicht.

Het verbruik voor olie/gaswinning en gastransport neemt toe van 26 PJ naar 40 PJ in de periode 1990-2002. Tot 2000 bestaat de input voor compressoren zo goed als volledig uit aardgas, daarna vindt echter een sterke toename van elektriciteitsverbruik plaats (van 0,4 PJ naar 6 PJ).

De toename van het verbruik wordt deels veroorzaakt door een toename van de gasexport maar vooral door de dalende druk in de gasvelden waardoor meer compressorvermogen nodig is om het gas op druk te brengen voor transport. De toename van het eigen verbruik is te zien als een (verbruiksbevorderend) structureffect op nationaal niveau. In verband met gebrek aan gegevens zijn geen besparingen bepaald voor deze subsector; gezien het beperkte verbruik zal een eventueel besparingseffect verwaarloosbaar zijn op nationaal niveau.

Bij de cokesfabrieken vindt per saldo nauwelijks een verandering van het totale verbruik plaats (zie mutatieverbruik, Tabel 4.14). Wel is vanaf 1998 een duidelijke daling van de cokesproductie zichtbaar. Er blijkt sprake te zijn van een geleidelijke daling van het rendement van de cokesfabrieken.

Tabel 4.14 *Input, output en rendement cokesproductie*

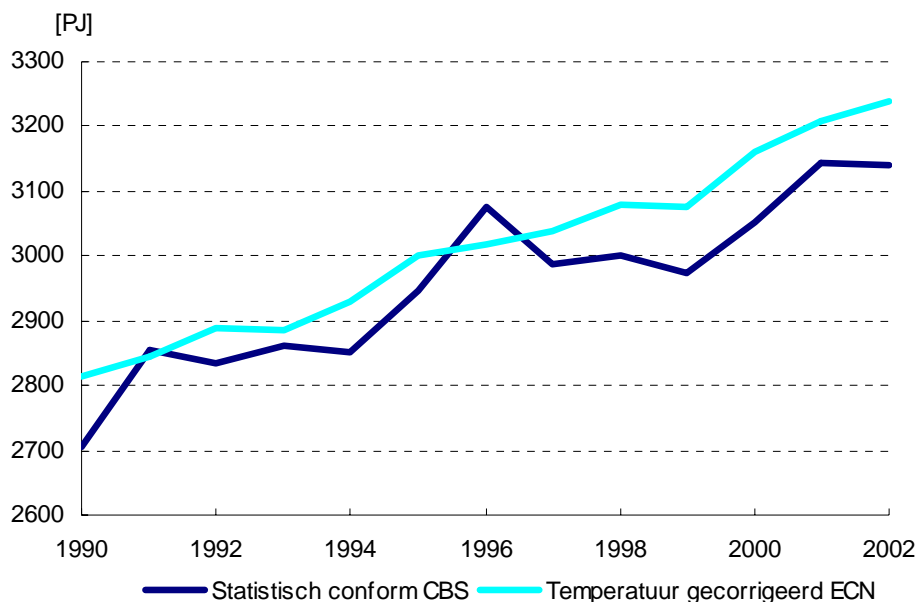
	1990	1994	1998	2002
Input [PJ]	111,6	119,7	114,6	85,9
Output [PJ]				
- cokes	78,0	82,3	80,6	60,3
- cokesgas/overig	20,7	21,1	18,1	12,3
Mutatieverbruik [PJ]	12,9	16,4	15,9	13,3
<i>Totaal rendement [%]</i>	<i>88,4</i>	<i>86,3</i>	<i>86,1</i>	<i>84,5</i>



## 4.10 Totaal Energieverbruik

### *Totaal verbruik*

Het totale temperatuurgecorrigeerde verbruik in de periode 1990-2002 stijgt van 2816 PJ naar 3243 PJ, ofwel een stijging van 1,2% per jaar. Vanaf 1995 bedraagt de stijging iets minder, namelijk 1,1% per jaar. Het statistische verbruik stijgt iets meer, namelijk 16% over de gehele periode (zie Figuur 4.20).



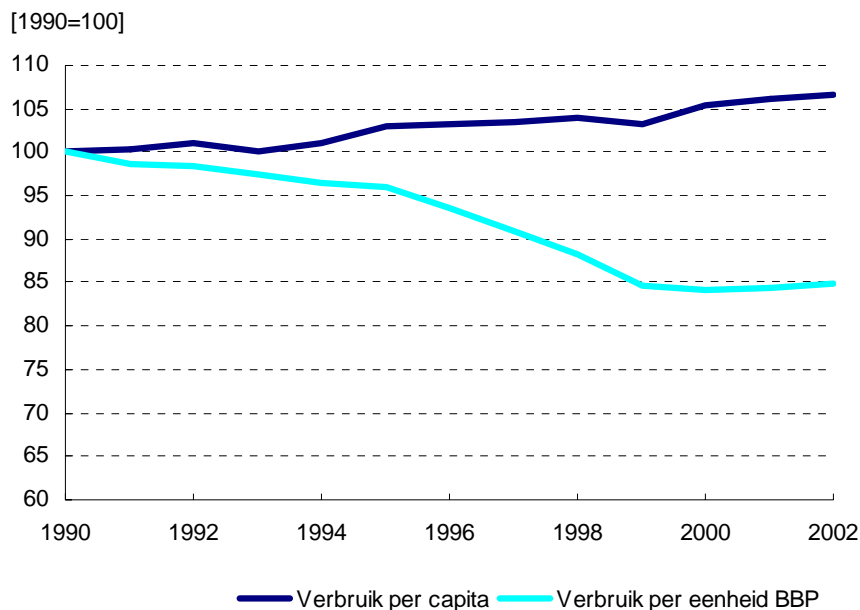
Figuur 4.20 *Statistisch en temperatuur gecorrigeerd totaal verbruik*

### *Nationale brandstofmix*

De nationale brandstofmix van kolen, olie, gas en overige energiedragers is de afgelopen decennia maar zeer beperkt veranderd; dit geldt ook voor de periode 1990-2002. Het olieconsumptie stijgt in deze periode het snelst (1,4%/jaar) terwijl het kolenverbruik iets daalt (-0,3%/jaar). Het aandeel van olie neemt daardoor toe tot meer dan eenderde, het gasaandeel blijft tegen de 50% en het kolenaandeel daalt naar 11%. De sterke groei bij olie hangt samen met de relatief sterke groei van het energieverbruik bij de twee belangrijkste sectoren van toepassing van olie, namelijk transport en industrie. De groei bij olie vindt vooral plaats in het laatste deel van de periode 1990-2002 als gevolg van een veel sterkere groei van olie als grondstof in de industrie. Voor gas is de toename juist minder sterk in de laatste jaren, o.a. vanwege minder gasverbruik in de Land- en Tuinbouw.

### *Nationale energie-intensiteit*

De nationale energie-intensiteit kan uitgedrukt worden in totaal verbruik per capita of per eenheid BBP. Het totale verbruik stijgt in de periode 1990-2002 harder dan de bevolking (0,7% per jaar) zodat het verbruik per capita licht stijgt (zie Figuur 4.21). Het BBP stijgt veel harder dan het energieverbruik, namelijk met 2,6% per jaar. Daardoor daalt de nationale energie-intensiteit met 1,3 à 1,4% per jaar. De nationale energie-intensiteit is tussen 1999 en 2002 zo goed als onveranderd gebleven, na een sterke daling in voorgaande jaren. Deze recente ontwikkeling wijkt ook af van de trend in andere Europese landen (Odyssee, 2003). Voor de oorzaken van de stagnatie van de daling van de nationale intensiteit wordt verwezen naar (EVN, 2004).



Figuur 4.21 *Verbruik per capita en verbruik per eenheid BBP*

Uit Tabel 4.15 blijkt dat er een duidelijke correlatie bestaat tussen intensiteitsdaling en hoogte van de BBP-groei. In perioden met een bovengemiddelde economische groei daalt de energie-intensiteit zodanig snel dat de verbruiksgroei niet veel hoger is dan bij lage groei.

Tabel 4.14 *Ontwikkeling groei BBP, verbruik en intensiteit*

[%]	1990-1994	1994-1998	1998-2002	1990-2002
BBP-groei	1,9	3,6	2,2	2,6
TVB-groei	1,0	1,3	1,3	1,2
E-intensiteit	-0,9	-2,2	-0,9	-1,35

#### *Verbruik naar eindvorm*

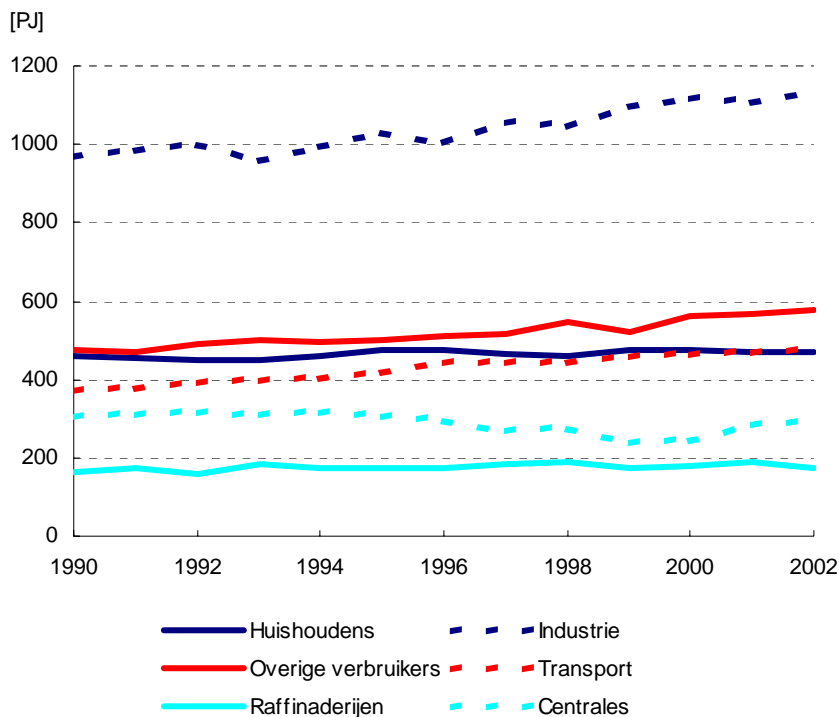
Energiedragers worden omgezet in de zogenaamde eindvormen:

- elektriciteit
- warmte
- grondstof.

Met deze eindvormen worden de met energie te dekken maatschappelijke behoefte aan verwarmde ruimten, voortbeweging van vervoermiddelen, proceswarmte in de industrie, etc. gedekt. Het verbruik van elektriciteit is het kleinst (378 PJ in 2002, exclusief netverliezen) maar groeit het snelst, namelijk met 2,8%/jaar. Het verbruik van warmte is verreweg het grootst (1732 PJ in 2002, eindverbruikers plus raffinage) maar groeit het minst snel (1,0%/jaar). Het verbruik van energiedragers als grondstof (482 PJ in 2002) zit er qua groei tussenin. Bij grondstof is sprake van een grote omslag in de groei, van -0,3% voor 1990-1994 naar 3,7% voor 1998-2002.

#### *Sectorale ontwikkelingen*

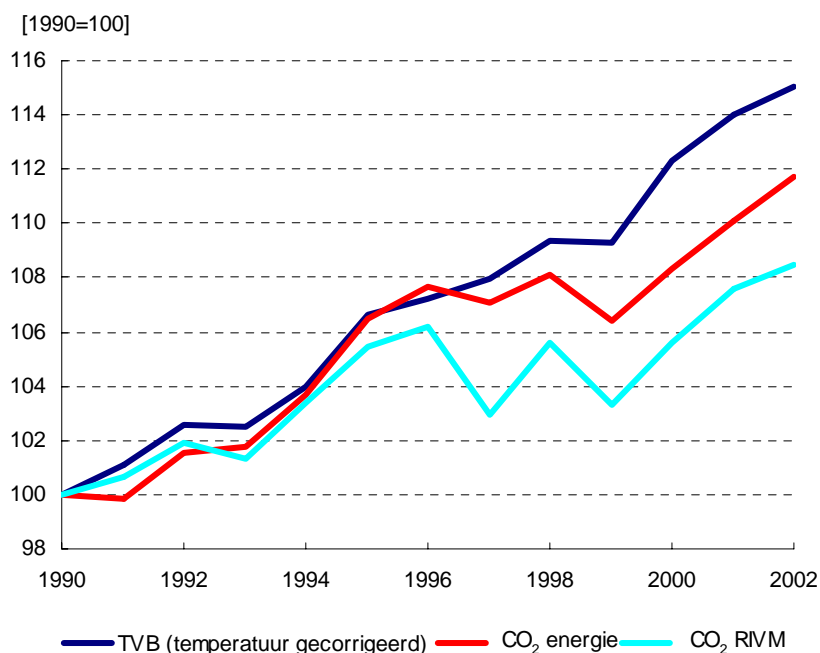
Vergeleken met de groei van het totale verbruik (1,2%/jaar) groeit het verbruik van de sectoren Diensten (2,8%/jaar) en transport (1,7%/jaar) bovengemiddeld (zie Figuur 4.22). Het verbruik van de sectoren Raffinage (0,6%/jaar), L&T (0,3%/jaar) en huishoudens (0,1%/jaar) groeit veel minder hard dan gemiddeld. Het verbruik van centrales neemt zelfs af met 0,4% per jaar. De industrie (inclusief decentrale wkk-productie) zit bijna op de gemiddelde groei (1,3%/jaar). Het aandeel van de industrie is het grootst en blijft zo goed als constant (bijna 35%).



Figuur 4.22 Ontwikkeling verbruik per sector 1990-2002

#### Energieverbruik en CO<sub>2</sub>-emissie

Uit Figuur 4.23 blijkt dat de energiegekoppelde CO<sub>2</sub>-emissie gelijk oploopt met het verbruik, uitgezonderd een forse ontkoppelingsstap per 1998. Dit wordt veroorzaakt door de forse toename van de elektriciteitsimport welke als CO<sub>2</sub>-vrij wordt beschouwd. De emissie conform RIVM/NMP-formaat (Emissieregistratie, inclusief procesemissies) maakt al eerder een sprong, maar loopt vanaf 1998 ook volgens dezelfde trend als het verbruik. De verschillen met de Emissieregistratie worden deels veroorzaakt door de gehanteerde emissiecoëfficiënten, maar voor een groot deel ook door een andere methode van dataverzameling.



Figuur 4.23 Ontwikkeling TVB en CO<sub>2</sub>-emissie 1990-2002

### *Structuureffecten in het totaal verbruik*

De totale verbruiksentwikkeling wordt in de protocolaanpak verklaard met:

- het volume-effect (BBP-groei),
- diverse structuur-effecten,
- besparingseffecten.

Het BBP-effect is gelijk aan de (hypothetische) verbruikstoename indien het totale binnenlandse verbruik zou meegroeien met het BBP. De berekende besparingseffecten verminderen deze verbruikstoename. Het resterende verschil met de werkelijke verbruikstoename kan toegerekend worden aan de structuureffecten. In Tabel 4.16 wordt aangegeven welke factoren op nationaal niveau het structuureffect bepalen. Deze structuurfactoren worden in het MONIT-systeem (Boonekamp, 2004) gekwantificeerd. Om een indruk te geven van de grootte van de bijdrage zijn in de tabel de globale waarden voor periode 1990-2002 gegeven.

Tabel 4.15 *Opbouw structuureffect in de protocolaanpak*

Protocol	MONIT-structuurfactoren	Bijdrage 1990-2002
Structuureffect	Groeiverschillen tussen hoofdsectoren en BBP	-330
	Verschuivingen tussen subsectoren industrie	-40
	Structurele veranderingen eindverbruik per subsector	-300 à -400
	Brandstofsubstitutie bij eindverbruikers	-20
	Export energiedragers	+80
	Structurele veranderingen bij energiesectoren	+10
	Import energiedragers	-55
	Brandstofsubstitutie in energiesectoren	+20

De belangrijkste structuur-bijdragen ontstaan door de groeiverschillen en de structurele veranderingen binnen sectoren. De groei van grootheden, die van belang zijn voor de ontwikkeling van het verbruik, blijft veelal achter bij die van het BBP. Beide structuur-effecten liggen in dezelfde orde van grootte als de verbruiksmutatie 1990-2002. Meer export van olieproducten en gas draagt voor 12% bij aan de toename van het totale verbruik; meer import levert echter een tegengestelde bijdrage in de periode 1990-2002. Sommige structuureffecten blijken dus de verbruikstoename af te remmen, anderen leiden juist tot een extra toename van het verbruik. Echter, de verbruiksremmende trends worden in de protocolaanpak niet gezien als besparing. Tenslotte blijken verschuivingen in de brandstofmix bij eindverbruikers en energiebedrijven per saldo geen effect uit te oefenen op de totale verbruiksentwikkeling.

## 5. BESPARING IN PERSPECTIEF

### 5.1 Vergelijking internationaal

In verband met het toenemende belang van het Europese energie- en klimaatbeleid voor Nederland worden de verbruiksontwikkelingen vergeleken met die voor de gehele EU-15 (15 landen). Het betreft resultaten verkregen in het kader van het Odyssee/MURE-project over energie-indicatoren (Odyssee, 2004). De Odyssee-resultaten voor Nederland worden ook gegeven om zicht te krijgen op eventuele verschillen in aanpak en gebruikte data.

In Tabel 5.1 worden de groei van de economie en het totaal verbruik (temperatuur gecorrigeerd) gegeven voor de periode vanaf 1990. In verband met de aansluiting op de eerder gepresenteerde besparingscijfers zijn ook de cijfers vanaf 1995 gegeven. Nederland heeft steeds een hogere economische groei gerealiseerd dan de EU als geheel. Over de gehele periode bezien is het energieverbruik ook iets sterker gegroeid, maar per saldo is de Nederlandse energie-intensiteit relatief sterker gedaald dan geldt voor de EU. In meer recente jaren blijft de Nederlandse verbruiksgroei achter bij die van de EU; dit resulteert in een nog gunstiger ontwikkeling van de intensiteit. Wel moet opgemerkt worden dat in deze periode de groei van het verbruik iets meer uiteen gaat lopen tussen PME en Odyssee.

Tabel 5.1 *Vergelijking verbruiksontwikkeling Nederland en EU*

[% per jaar]	Nederland vlg. PME	Europa vlg. Odyssee	Nederland vlg. Odyssee
<i>1990-2002</i>			
- BBP-groei	+2,6	+1,9	+2,5
- Totaal verbruik	+1,2	+0,9	+1,1
- Intensiteit	-1,3 à -1,4	-1,0	-1,3 à -1,4
<i>1995-2002</i>			
- BBP-groei	+2,9	+2,3	+2,9
- Totaal verbruik	+1,1	+1,3	+0,9
- Intensiteit	-1,7	-1,0	-2,0

In Tabel 5.2 wordt de efficiency ontwikkeling per sector vergeleken, ditmaal alleen voor de periode 1995-2002. Bij de industrie ligt de efficiency verbetering volgens PME op hetzelfde niveau als die van Europa. Echter, volgens Odyssee ligt de besparing in Nederland ver boven het Europese gemiddelde (zie Tabel 5.2, derde kolom). Dit is des te meer merkwaardig omdat industriële warmtekracht in de Europese statistieken niet onder industrie valt, en de gerealiseerde wkk-besparingen dus ook niet. Het hoge besparingscijfer in Odyssee wordt waarschijnlijk veroorzaakt door de methode, waarbij minder gebruik wordt gemaakt van fysieke grootheden dan in het PME voor het bepalen van de besparing. De onbetrouwbaarheid van het Odyssee-cijfer blijkt ook uit de gevonden ontsparing in de industrie voor de periode 1990-1995.

Bij huishoudens blijken de cijfers voor Nederland van PME en Odyssee wel goed vergelijkbaar. Nederland lijkt een besparing van meer dan 1% per jaar te realiseren terwijl Europa geen aantoonbare besparing realiseert. Dit laatste lijkt onwaarschijnlijk gezien de activiteiten in verschillende landen. Waarschijnlijk zijn de Odyssee-cijfers voor Europa en Nederland een onderschatting van de werkelijke besparing. Ook in dat geval mag geconcludeerd worden dat in Nederlandse huishoudens meer bespaard is als elders.

Tabel 5.2 *Vergelijking toename energie-efficiency Nederland en EU 1995-2002*

[%]	Nederland vlg. PME	Europa vlg. Odyssee	Nederland vlg. Odyssee
Energie-efficiency			
- nationaal	7	4	7
- industrie	7	8	13
- huishoudens	8	-1	7
- transport	3	5	-4

Bij transport ligt de PME-besparing voor Nederland ongeveer op hetzelfde niveau als die voor Europa. Echter Odyssee komt voor Nederland op een ontsparing, dus een aanzienlijk ongunstiger trend dan voor Europa. Gezien de grote verschillen in aanpak en de dataproblematiek (grensoverschrijdend verkeer, etc.) is het hier moeilijk om conclusies te trekken over de positie van Nederland t.o.v. Europa.

De nationale besparingscijfers volgens Odyssee en PME komen goed overeen; de Nederlandse totale efficiencyverbetering lijkt beter uit te vallen dan die van de EU. Gegeven de eerder gemaakte kanttekeningen is echter nader onderzoek nodig naar de vergelijkbaarheid van de cijfers voordat harde conclusies kunnen worden getrokken.

## 5.2 Besparing en CO<sub>2</sub>-emissiereductie

De totale gerealiseerde energiebesparing bestaat uit besparing op finaal verbruik van warmte/brandstof en elektriciteit, besparing met wkk of warmte-aanvoer en besparing door efficiëntere conversie in de energiesector (zie Hoofdstuk 3). Omgerekend in absolute termen bedraagt de totale besparing ongeveer 225 PJ.

Om de vermeden CO<sub>2</sub>-emissie te bepalen wordt de besparing op elektriciteit (in PJ<sub>e</sub>) omgerekend naar CO<sub>2</sub> met een emissiefactor per kWh. Voor de elektriciteitssector geldt dat de verhouding tussen aflevering en emissie sterk beïnvloed kan worden door import (of export) van elektriciteit. Hier is echter verondersteld dat besparing op elektriciteit leidt tot minder binnenlandse productie. Verder is verondersteld dat elke geleverde kWh dezelfde emissie kent en wordt steeds de gemiddelde emissiefactor voor het basisjaar gehanteerd. Het effect van een verlaging van de emissiecoëfficiënt door hogere conversierendementen wordt gezien als een emissiereductie van de energiesector. Deze aanpak voorkomt dubbelstellingen en is analoog aan de manier waarop besparing wordt bepaald. Voor wkk-productie wordt de emissie van de extra brandstofinzet vergeleken met de vermeden emissie door minder afname van elektriciteit uit het net. Bij warmtelevering is de reductie gelijk aan de emissie van vermeden brandstof minus de aan warmte toe te rekenen emissie (de extra brandstofinput in centrales). Bij de bepaling van emissies van brandstofverbruik wordt gewerkt met ophoogfactoren, zoals ook het geval is bij de besparingsberekeningen.

De vermeden CO<sub>2</sub>-emissie t.g.v. gerealiseerde energiebesparing sinds 1995 bedraagt de afgelopen jaren 14 à 16 Mton. Hiervan is 3 à 4 Mton toe te schrijven aan efficiëntere conversie (wkk en centrales); de rest komt van besparing op finaal verbruik. De besparing is voor een deel danken aan gevoerd energiebeleid en voor een deel een gevolg van autonome technische vooruitgang. De vermeden CO<sub>2</sub>-emissie sinds 1990 bedraagt 14 à 16 Mton, ofwel ongeveer 8% van de totale emissie in 2000.

Naast besparing draagt ook duurzame energieproductie bij aan een kleiner beslag op fossiele brandstoffen en reductie van de CO<sub>2</sub>-emissie. Sinds 1995 is hiermee 44 PJ primaire energieverbruik vermeden. Op basis van dezelfde emissiecoëfficiënten als voor de besparing bedraagt de

vermeden emissie door duurzame energieproductie de laatste jaren rond de 3 Mton CO<sub>2</sub> besparing draagt dus vijf maal zoveel bij aan de reductie dan duurzame energie.

### 5.3 Besparing met warmtekracht-koppeling

Besparing d.m.v. wkk-productie heeft een belangrijke bijdrage geleverd aan de gerealiseerde besparing in de periode 1995-2002, maar vanaf 1998 is er sprake van een trendbreuk. De besparingsbijdrage van wkk is verdeeld over meerdere sectoren. Om een totaalbeeld te schetsen wordt hier een totaalbeeld geschetst van alle wkk-productie, d.w.z.:

1. Eigen wkk-installaties in de industrie (exclusief raffinage),
2. Decentrale productie (hoofdzakelijk joint-venture wkk bij de industrie),
3. Eigen wkk bij tuinders (L&T) en kantoren (Diensten),
4. Kleinschalige wkk van distributiebedrijven (bij tuinders, diensten en huishoudens),
5. WKK bij raffinage.

Buiten beschouwing blijven:

- centrale stadsverwarming voor woningen of gebouwen,
- warmteplan-eenheden (centrale productie),
- warmte-aftap van conventionele gas- en kolencentrales,
- vuilverbrandingsinstallaties met warmtelevering.

De wkk-besparing is het saldo van uitgespaarde brandstofinzet van ketels en centrales en de inzet van extra brandstof voor wkk. Voor ketels geldt een rendement van 85-90% afhankelijk van de sector; voor elektriciteit geldt het gemiddelde rendement van centrales in het basisjaar. De aldus berekende besparing wordt vermeld in Tabel 5.3; per sector wordt hierna een toelichting gegeven.

#### *Industrie en decentraal*

Vanaf 1993 wordt in de energiestatistieken wkk-productie bij de industrie onderscheiden in 'eigen' wkk en joint-venture wkk (zie Tabel 5.3). Bij eigen wkk blijkt het besparingseffect af te nemen met 19 PJ in de periode 1990-2002. Slechts voor de jaren 1991 en 1992 is er nog sprake van een kleine toename. Een belangrijke oorzaak is de afname van de eigen productie ten gevolge van uit bedrijf name van installaties en omzetting naar joint-venture wkk (decentraal). Maar recent wordt de afname vooral bepaald door een lagere bedrijfstijd en een slechter wordend rendement, met name vanaf 1998. Bij joint-venture wkk blijkt de besparing vanaf 1993 sterk toe te nemen, deels door de overheveling van eigen wkk-vermogen naar joint-venture wkk-vermogen. In 2002 is de besparing van decentrale wkk echter niet hoger dan in het topjaar 1998. Deze stagnatie, ondanks de toename van de productie, hangt samen met een verslechtering van het wkk-rendement per 1999, vooral door minder warmteproductie.

#### *Land- en Tuinbouw en Diensten*

Bij de L&T blijft het rendement redelijk op peil; de wkk-besparing neemt hier steeds toe. In de sector Diensten neemt het rendement beduidend toe na 1995. Maar door de wat teruglopende productie is vanaf 1997 slechts sprake van een stabiliserende besparing.

#### *Distributiebedrijven*

Hier is tussen 1990 en 1996 sprake van een zeer sterke stijging van de productie en van het rendement. Tussen 1995 en 2002 treedt een lichte verslechtering van het rendement op. De maximale besparing wordt bereikt in 1998. De afname na 1998 wordt geheel veroorzaakt door het slechtere rendement; de wkk-productie is sinds 1998 nog iets toegenomen.

#### *Raffinage*

Ondanks een toename van de wkk-productie neemt de besparing van wkk bij raffinaderijen nauwelijks toe. De warmteproductie blijft achter bij de toename van de elektriciteitsproductie;

daardoor neemt het totale rendement af van 91% in 1990 tot 80% in 2002. Evenals in andere sectoren wordt in 1998 de maximum besparing bereikt.

Tabel 5.3 *Besparing door wkk-productie 1990-2002*

[PJ]	1990	1995	1998	2002
Industrie				
- 'eigen'	32,3	21,9	17,4	13,3
- joint-venture	0,0	23,5	41,7	44,6
Kleinschalig				
- L&T	1,5	4,7	6,4	9,4
- Diensten	1,6	3,7	7,5	7,7
Energiesector				
- raffinage	9,8	7,7	11,8	9,6
- distributiebedrijven	0,6	10,2	15,7	13,0
<i>Totaal</i>	<i>45,8</i>	<i>71,6</i>	<i>100,5</i>	<i>97,6</i>
<i>(integraal)</i>	<i>(45,8)</i>	<i>(75,6)</i>	<i>(92,1)</i>	<i>(94,8)</i>

#### *Totale besparing wkk*

De totale besparing met (niet-centrale) wkk-productie neemt sterk toe tussen 1990 en bereikt in 1998 een maximum waarde (zie Tabel 5.3); daarna neemt de besparing weer af. Onder totaal is ook de besparing gegeven bij hantering van het lopende rendement voor de elektriciteitsvoorziening (zie 'integraal'). De integrale besparing is met name vanaf 1995 lager omdat het referentierendement voor elektriciteit toeneemt. Na 1998 worden centrales weer minder efficiënt en neemt de integrale wkk-besparing iets toe (i.t.t. de afname bij de besparing met constante referentie). De totale wkk-besparing neemt tussen 1990 en 2002 per saldo toe van 46 PJ naar 98 PJ (+52 PJ); voor de eindverbruiksectoren is dit 40 PJ (van 35 naar 75 PJ).

De toename van wkk-besparing vanaf 1995 bedraagt slechts 26 PJ (van 72 naar 98); dit is minder dan wordt gevonden in de berekeningen van het protocol omdat een aantal vormen van wkk hier niet meegenomen zijn (zie eerste alinea), waaronder extra warmtelevering door centrales (7 PJ) en vuilverbranding (8 PJ).

## 5.4 Andere evaluaties

### *LEI monitoring efficiency glastuinbouw*

In het kader van het GLAMI-convenant wordt door het LEI reeds jaren de efficiency ontwikkeling in de glastuinbouw bepaald. In Tabel 5.4 worden de resultaten voor recente jaren vergeleken met de protocolresultaten. Allereerst moet opgemerkt worden dat het LEI alleen de glastuinbouw beschouwt welke ongeveer 80% van het totale energieverbruik van de sector L&T voor haar rekening neemt. Verder verschilt de wijze van berekening enigszins t.a.v. temperatuurcorrectie en omrekening naar primair verbruik. Desondanks komen de trends in recente jaren redelijk overeen, van 2000 naar 2001 neemt de efficiency flink toe maar van 2001 naar 2002 is dit niet het geval.

Tabel 5.4 *Ontwikkeling energie efficiency L&T volgens PME en volgens LEI*

	1995	2000	2001	2002
PME, totale L&T:				
- vanaf 1995 [% per jaar]	0,0	1,1	1,5	1,6
LEI, glastuinbouw:				
- efficiency-index [1980=100]	60	56	52	52 <sup>a</sup>
- vanaf 1995 [% per jaar]		1,4	2,3	2,0

<sup>a</sup> Index was 50 volgens Knijff (2003), maar is in juni 2004 herzien.



## REFERENTIES

- Annema, J.A., T. D. Wolf (1997): *Generatie en substitutie van verkeer door uitbreiding van de hoofdinfrastructuur; de gevolgen van de landelijke milieudruk*, Bilthoven, RIVM, 1997.
- AVV (1997): *Trends - Mobiliteit in veranderend Nederland*. Rotterdam, Adviesdienst Verkeer en Vervoer, 1997.
- AVV (2002): *Goederenvervoer in Nederland*, uitgave 2002. Rotterdam, Adviesdienst Verkeer en Vervoer, 2002.
- Bakker, S.J.A. en P.G.M. Boonekamp (2004): *Het ProgNET-model; Robuuste Prognoses van Nederlandse Elektriciteitsvraag Trends*, ECN-C--04-036, ECN, Petten, Mei 2004.
- Boonekamp, P.G.M. (1997): *Monitoring the Energy Use of Households using a Simulation Model*, Energy Policy, 1997.
- Boonekamp, P.G.M. et al. (1998): *Monitoring energieverbruik 1982-1996. Methode, resultaten en perspectieven*. ECN-C--98-046, Petten, December 1998.
- Boonekamp, P.G.M., H. Mannaerts (CPB), H.H.J. Vreuls (Novem) en B. Wesselink (RIVM) (2001): *Protocol Monitoring Energiebesparing - CPB, ECN, Novem en RIVM*, ECN-C--01-129, Petten, December 2001.
- Boonekamp, P.G.M., R. Harmsen, A. Kets en M. Menkveld (2002): *Besparingstrends 1990-2000 - Besparing, instrumenten en effectiviteit*, ECN-C--02-015, Petten, Maart 2002.
- Boonekamp, P.G.M. et al. (2003): *Sectorale CO<sub>2</sub>-emissies tot 2010 – Update Referentieraming t.b.v. de besluitvorming over Streefwaarden*, ECN-C--03-095, Petten, December 2003.
- Boonekamp, P.G.M. (2004): *Energy and emission monitoring for policy use - Trend analysis with reconstructed energy balances*, Energy Policy 32 (969-988), July 2004.
- Brink, R.M.M. van den en J.A. Annema (1999): *Verkeer en vervoer in de Milieubalans 1998*, rapport 251701 036, RIVM, Februari 1999.
- CBS-NEH: *De Nederlandse Energiehuishouding*. Jaarlijkse publicatie CBS, Voorburg.
- CBS-NR: *Nationale Rekeningen*. Jaarlijkse publicatie CBS, Voorburg.
- Dings, J. et al. (1999): *Beter aanbod, meer goederenvervoer?*, Delft, CE, 1999.
- EVN (2004): *Energie Verslag Nederland*. Jaarlijkse publicatie ECN Beleidsstudies, Petten.
- Gijssen, A. en P.G.M. Boonekamp (2003): *Zekerheid over energiebesparing*, RIVM/NMP en ECN, Energietechniek 11, November 2003.
- Gijssen, A. (2004): *Onzekerheidsanalyse besparingscijfers (in voorbereiding)*, RIVM/NMP, najaar 2004.
- Harms, L. (2003): *Mobiel in de tijd*, Sociaal en Cultureel Planbureau, Den Haag 2003.
- Knijff, A. van der en J. Benninga (2003): *Energie in de glastuinbouw van Nederland - Ontwikkelingen in de sector en op de bedrijven t/m 2002*, Rapport 3.03.06, LEI, Den Haag, 2003.
- Kroon, P. (2004): *Persoonlijke mededeling*, P. Kroon, ECN, 2004.
- MB: *Milieubalans*. Jaarlijkse publicatie RIVM/NMP, Bilthoven.
- Neelis, M., A. Ramirez and M. Patel (2004): *Physical indicators as a basis for estimating energy savings in the Dutch industry*, NW&S, Utrecht University (to be published).

- Nuijen, W. en Booiij (2000): *Experiences with long term agreements on energy efficiency*, Novem, Utrecht, 2000.
- OECD (2002): *Project on decoupling transports impacts and economic growth. Review of the Links between Transport and economic growth*. Paris, Organisation for economic cooperation and development, 2002.
- Odyssee (2003): *Energy efficiency in the EU 1990-2001; SAVE-Odyssee project on energy efficiency indicators, ENERDATA and FhG/ISI*, June 2003.
- Odyssee (2004): *Odyssee database 1990-2002*, ADEME, July 2004.
- RIVM (2003): *Milieubalans 2003 - Het Nederlandse milieu verklaard*, Bilthoven, RIVM, 2003.
- Statline: <http://www.cbs.statline.nl>, CBS.
- Vreuls, H.H.J. (2003): *Workshop 26 maart 2003 - Verslag discussie & conclusies, Presentaties en Deelnemerslijst, Platform Monitoring Energiebesparing*, Novem, April 2003.

## BIJLAGE A SECTORINDELING PROTOCOL ENERGIEBESPARING

In verband met het formuleren van sectorale streefwaarden voor de CO<sub>2</sub>-emissie is in de huidige protocol berekening de indeling in sectoren iets gewijzigd. In Tabel A.1 worden de protocol sectoren gedefinieerd. Tevens worden de verschillen aangegeven met de eerder gehanteerde indeling.

Tabel A.1 *Indeling verbruikers volgens CBS en huidig of oorspronkelijk protocol*

Protocol analyse 1995-2002	CBS/MONIT-sectoren	Oorspronkelijk protocol
Huishoudens	Huishoudens	
Industrie	Chemie Voeding en genotmiddelen Papier Basismetaleen Cokesfabrieken Bouwmaterialen Overige metaal Overige industrie (excl.recycling) Overige industrie Bouw (incl. zand/grind, excl. mobiele werktuigen) Decentrale opwekking	Onderdeel E-sector           Onderdeel Diensten
Land- en tuinbouw	Land en Tuinbouw (excl. Mobiele werktuigen)	Incl.mobiele werktuigen
Diensten	Diensten (excl. mobiele werktuigen)	Incl.mobiele werktuigen
Transport	Transport (incl. mobiele werktuigen bij Bouw, Landbouw en Diensten)	Excl. mobiele werktuigen
Raffinage	Raffinaderijen	
Elektriciteitsvoorziening	Centrale opwekking Vuilverbranding Distributiebedrijven	
Overige E-bedrijven	Olie/gas-winning	Plus cokesfabrieken

## BIJLAGE B VERGELIJKING MET EERDERE EVALUATIES

### *Algemene vergelijking met eerdere resultaten*

In Tabel B.1 worden de besparingscijfers gegeven voor alle tot dusverre uitgevoerde protocol-exercities. Teneinde een goed beeld te schetsen van de verschillen zijn de cijfers hier gegeven in twee decimalen; voor inhoudelijke conclusies kan echter geen betekenis worden gehecht aan de tweede decimaal. Bij het vergelijken van de cijfers moet allereerst opgemerkt worden dat het hier verschillende perioden betreft. Verder is de aanpak in de hier gepresenteerde rapportage (zie laatste kolom) soms aanzienlijk gewijzigd; het betreft de volgende zaken:

- Opschuiven analyse-periode, van 1990-2001 naar 1995-2002.
- Wijziging van de sectordefinitie i.v.m. aansluiting bij de indeling welke gehanteerd wordt bij het beleid voor sectorale streefwaarden. Het betreft o.a. het overbrengen van verbruik voor mobiele werktuigen vanuit de sectoren L&T, Diensten en Bouw naar de sector Transport. Verder is de sector Bouw overgeheveld van Diensten naar Industrie. Tenslotte zijn cokesfabrieken nu ook toegerekend aan de Industrie.
- Bij de industrie wordt het referentieverbruik niet meer bepaald op basis van de (niet meer beschikbare) MJA-informatie maar met behulp van een analyse van de ontwikkeling van de fysieke productie (Neelis, 2004).
- Beperkte aanpassingen in de eerder gebruikte cijfers uit (CBS-NEH).
- Tenslotte diverse kleine wijzigingen in andere sectoren t.a.v. de opdeling van het totale energieverbruik en de keuze van de ERG.

Tabel B.1 *Vergelijking besparingscijfers drie Protocol-exercities*

3-jaars gemiddelden	1990-2000	1990-2001	1995-2002
Nationale besparing	1,24	1,19	0,98
- w.o. centrales	0,16	0,12	0,08
- w.o. wkk-besparing	0,18	0,13	0,19
- w.o. finaal verbruik	0,93	0,94	0,71
Besparing per sector (incl. wkk):			
- Industrie	1,27	1,32	0,97
- Huishoudens	1,49	1,15	1,18
- L&T	1,79	1,99	1,70
- Diensten	0,57	0,59	0,47
- Transport	0,41	0,39	0,44
- Raffinage	1,21	1,02	0,99

### *Gerealiseerde energiebesparing 1990 - 2000 volgens Protocol Energiebesparing*

De resultaten van de eerste protocol exercitie zijn samengevat in Tabel B.2 waarbij naast de totale besparing ook de volume- en structureffecten zijn vermeld. De toename bij het volume betreft meestal de groei van de toegevoegde waarde; bij huishoudens zijn dit de bestedingen en bij transport de vervoersprestatie. De structureffecten betreffen alle overige sociaal-economische veranderingen die effect hebben op het energieverbruik (dus uitgezonderd besparing en volume-effect).

De vermelde jaarlijkse besparing is de optelsom van een vermindering van de energievraag en efficiëntere conversie met wkk. Met name bij Diensten en Landbouw is de bijdrage van wkk in de totale besparing relatief groot. Het besparingscijfer voor de industrie betreft het totale verbruik inclusief feedstocks; exclusief feedstocks ligt het percentage anderhalf maal zo hoog. In het nationale cijfer is ook de besparing bij centrales verwerkt. Het besparingspercentage voor

wkk kan relatief nauwkeurig worden bepaald. De bijdrage aan de totale besparing is 0,2 %-punten.

Tabel B.2 *Volume-, structuur- en besparingseffecten periode 1990-2000*

[%/jaar] <sup>a</sup>	Nationaal	Industrie	Energiesector	Transport	Huishoudens	Diensten	Landbouw
Volume	+3,4	+2,0	+2,3	+4,3	+2,8	+3,7	+2,0
Structuur	-0,9	+0,1	-1,3	- 1,7	+0,1	-1,0	+1,1
Besparing	-1,2	-1,3	-0,9	-0,4	-1,5	-0,6	-1,8
Verbruik	+1,4	+0,9	+0,1	+2,1	+1,4	+2,1	+1,3

<sup>a</sup> Tevens gemiddeld over de jaren 1998, 1999 en 2000.

*Gerealiseerde besparingscijfers 1990 - 2001 volgens Protocol Energiebesparing*

De resultaten van de tweede protocol exercitie zijn samengevat in Tabel B.3. Bij de besparing is onderscheid gemaakt naar eindverbruik en wkk-productie. De besparing bij centrales is vermeld bij 'besparing omzetting' in de kolom 'Nederland'. In deze exercitie zijn ook de onzekerheidsmarges in de besparingscijfers bepaald; deze staan vermeld onder de tabel.

Tabel B.3 *Energiebesparingscijfers 1990 - 2001*

3-jaars gemiddelde	Nederland	Industrie	Raffinage	Transport	Huishoudens	Diensten	Landbouw
<i>2001<sup>a</sup></i>							
Volume-effect	2,8%	2,2%	2,0%	4,1%	3,0%	3,1%	2,0%
Structuur-effect	-0,3%	0,0%	n.v.t.	-1,6%	-0,4%	-0,2%	1,1%
Besp.-effect eindverbruik	-0,9%	-1,2%	-1,0%	-0,4%	-1,1%	-0,3%	-1,2%
Besp.-effect wkk	-0,1%	-0,1%	0,0%	n.v.t.	0,0%	-0,3%	-0,7%
Besparing verbruikers	-1,1%	-1,3%	-1,0%	-0,4%	-1,2%	-0,6%	-2,0%
<i>Energiegebruik</i>	<i>1,4%</i>	<i>0,9%</i>	<i>1,0%</i>	<i>2,1%</i>	<i>1,5%</i>	<i>2,3%</i>	<i>1,1%</i>
Besparing omzetting	-0,1%						
Totale besparing	-1,2%						
Onzekerheid (+/-)	0,3%	0,3%	0,4%	0,5%	0,7%	1,4%	1,3%

<sup>a</sup> Gemiddelden van de berekende jaarlijkse besparing voor de periode 1990-1999, 1990-2000 en 1990-2001.

## BIJLAGE C ONZEKERHEIDSANALYSE BESPARINGSCIJFERS

De onzekerheden worden bepaald door drie factoren (Gijsen, 2004):

- foutenmarge in de energiedata voor het basisjaar en alle analyse-jaren,
- meetfouten in de waarde van de ERG (energie relevante grootheid, waarmee het referentie-verbruik wordt bepaald),
- de kwaliteit van de ERG als ‘voorspeller’ van het verbruik-exclusief-besparing.

De eerste factor is ingeschat door CBS en berust voor de industriële sectoren op steekproeven, en voor de overige sectoren op ‘expert judgement’. De grens tussen de tweede en derde factor is vaak moeilijk te trekken. Immers, een grote marge in de waarde van de ERG betekent dat de kwaliteit van de ERG ook laag is. Veelal overheerst de onzekerheid van de derde factor; daarom is het effect van de tweede factor samen genomen met die van de laatste factor. De beperkte kwaliteit van een grootheid als ‘voorspeller’ is vaak wel duidelijk. Bijvoorbeeld bij transport is bekend dat naast de gebruikte grootheid ‘afgelegde personen-km’ ook de bezettingsgraad, air-conditioning en gewicht invloed hebben op het verbruik voor personenvervoer. Het aantal personen-km is dus geen ideale ‘voorspeller’ van de trend in dit energieverbruik. Toch is het moeilijk om de kwaliteit van de ERG uit te drukken in een procentuele marge aangezien het om een ‘voorspeller’ gaat en er dus een grote mate van subjectiviteit (‘expert judgement’) bij komt kijken.

De marges in alle gebruikte inputs zijn m.b.v. een stochastische methodiek vertaald in een marge voor de besparing per sector en nationaal (zie Tabel C.1). De marge op nationaal niveau is relatief kleiner dan die op sectoraal niveau vanwege de ‘wet van de grote aantallen’. Hierbij is verondersteld dat afwijkingen op sectorniveau elkaar min of meer compenseren. De onzekerheid t.a.v. het nationale besparingscijfer moet als volgt worden geïnterpreteerd: met de huidige inzichten kan met 95% zekerheid worden gezegd dat het nationale besparingscijfer voor 1995-2002 tussen de 0,7% en 1,3% ligt. Ook kan met 67 % zekerheid worden gezegd dat de besparing tussen de 1,15% en 0,85%. De besparingscijfers in Tabel 3.1 zijn om praktische redenen vermeld met een cijfer achter de komma. Uit de onzekerheidsmarges in de tabel blijkt dat dit niet altijd verantwoord is.

Tabel C.1 *Onzekerheidsmarge in de besparingscijfers (incl. w/k besparing)*

	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
Industrie	2,6	1,3	1,0	0,8	0,6	0,5	0,5
Huishoudens	5,9	2,8	2,4	1,8	1,4	1,2	1,0
Diensten	-	-	-	-	-	-	-
Transport	3,4	1,7	1,4	1,0	0,8	0,7	0,6
L&T	6,5	3,7	3,4	2,5	2,0	1,7	1,5
Raffinaderijen	5,0	2,7	2,5	1,8	1,5	1,2	1,1
<i>Nationaal</i>	<i>1,8</i>	<i>0,9</i>	<i>0,8</i>	<i>0,6</i>	<i>0,5</i>	<i>0,4</i>	<i>0,3</i>

Toelichting onzekerheidsmarges:

- Naarmate de trend langer wordt, worden de onzekerheden kleiner. Dit komt doordat naarmate het zichtjaar verder van het basisjaar aflight, de berekende onzekerheid wordt ‘uitgesmeerd’ over meer jaren, en dus kleiner wordt.
- Bij de industrie geldt dat het referentieverbruik per sector is gebaseerd op fysieke ontwikkelingen. Omdat de fysieke gegevens van CBS voor het jaar 2002 nog niet vrijgegeven konden worden moest voor het laatste jaar soms een schatting worden gedaan. De onzekerheidsmarge in het besparingscijfer voor 2002 is dus wat groter dan voor eerdere jaren.

- Bij raffinage is het referentieverbruik gebaseerd op informatie uit de MJA-evaluatie en de Benchmark exercitie. Het is hier onzeker in hoeverre structurele effecten, zoals verschuivingen in de productmix en aanscherping van producteisen, hierin zijn meegenomen. De marge is hier groter dan in de industrie.
- Bij Diensten is vanwege het gebrek aan geschikte grootheden om het juiste referentieverbruik te bepalen en de slechte kwaliteit van de verbruiksdata de onzekerheidsmarge in het besparingscijfer zo groot dat feitelijk geen cijfer kan worden gepresenteerd (zie Tabel C.1).

Op nationaal niveau hebben de volgende factoren de grootste bijdrage in de onzekerheid:

- De onzekerheid van de voorspelbaarheid van de ERG van de sector Huishoudens.
- De onzekerheid van de voorspelbaarheid van de ERG van de sector Chemie.
- De onzekerheid van het gerealiseerde finale energiegebruik van de Dienstensector.

Als deze onzekerheden op 0 worden gezet, dan zouden de nationale onzekerheidsmarge dalen van 0,3% tot 0,2%. Voor een uitgebreide analyse wordt verwezen naar (Gijsen, 2004).