

# Energie in de glastuinbouw van Nederland

## Ontwikkelingen in de sector en op de bedrijven t/m 2003

Anita van der Knijff  
Jan Benninga  
Christiaan Reijnders



Projectcode 64496

September 2004

Rapport 3.04.13

LEI, Den Haag

Het LEI beweegt zich op een breed terrein van onderzoek dat in diverse domeinen kan worden opgedeeld. Dit rapport valt binnen het domein:

- Wettelijke en dienstverlenende taken
- Bedrijfsontwikkeling en concurrentiepositie
- Natuurlijke hulpbronnen en milieu
- Ruimte en Economie
- Ketens
- Beleid
- Gamma, instituties, mens en beleving
- Modellen en Data

Energie in de glastuinbouw van Nederland; Ontwikkelingen in de sector en op de bedrijven t/m 2003

Knijff, van der A., J. Benninga en C.E. Reijnders

Rapportnummer 3.04.13; ISBN 90-5242-935-9; Prijs € 14,50

65 p., fig., tab., bijl.

Door de glastuinbouwsector wordt in het kader van het Convenant Glastuinbouw en Milieu een verbetering van de energie-efficiëntie-index (EE-index) met 65% in 2010 nagestreefd ten opzichte van het basisjaar 1980. In dit rapport zijn de resultaten van de jaarlijkse monitoring naar de ontwikkelingen in de EE-index, de CO<sub>2</sub>-emissie en de penetratiegraden van energiebesparende opties en energievragende activiteiten in de glastuinbouw beschreven.

Voor 2003 is de EE-index geraamd op 50-51%. Dit is een verbetering ten opzichte van 2002, toen de EE-index 52% bedroeg. Deze verbetering is het gevolg van een daling van het primair brandstofverbruik per m<sup>2</sup> en een stijging van de fysieke productie per m<sup>2</sup> met 1,5%. De CO<sub>2</sub>-emissie van de glastuinbouwsector in 2003 is geraamd op 7,2-7,5 miljoen ton.

De penetratiegraden van de meeste energiebesparende opties en energievragende activiteiten zijn per eind 2003 iets lager dan het jaar daarvoor. Echter, over meerdere jaren bezien is een duidelijke, stijgende trend waarneembaar. De energiebesparende opties met de hoogste penetratiegraden zijn: klimaatcomputer (95% van de bedrijven), beweegbaar scherm (77% van het areaal) en condensor (76% van de ketels).

Bestellingen:

Telefoon: 070-3358330

Telefax: 070-3615624

E-mail: publicatie.lei@wur.nl

Informatie:

Telefoon: 070-3358330

Telefax: 070-3615624

E-mail: informatie.lei@wur.nl

© LEI, 2004

Vermenigvuldiging of overname van gegevens:

- toegestaan mits met duidelijke bronvermelding
- niet toegestaan



Op al onze onderzoeksopdrachten zijn de Algemene Voorwaarden van de Dienst Landbouwkundig Onderzoek (DLO-NL) van toepassing. Deze zijn gedeponereerd bij de Kamer van Koophandel Midden-Gelderland te Arnhem.



# Inhoud

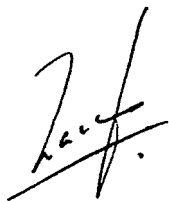
	Blz.
<b>Woord vooraf</b>	7
<b>Samenvatting</b>	9
<b>1. Inleiding</b>	13
1.1 Inleiding	13
1.2 Doelstelling	13
1.3 Leeswijzer	14
<b>2. Methodiekbeschrijving</b>	15
2.1 Methodiek voor bepalen EE-index en CO <sub>2</sub> -emissie	15
2.2 Methodiek voor bepalen penetratiegraden energiebesparende opties en energievragende activiteiten	16
2.3 Methodiek voor bepalen primair brandstofbesparing restwarmte en w/k-warmte van energiebedrijven	16
<b>3. Ontwikkeling EE-index en CO<sub>2</sub>-emissie van de sector</b>	18
3.1 Inleiding	18
3.2 EE-index	18
3.3 CO <sub>2</sub> -emissie	20
3.3.1 CO <sub>2</sub> -emissie in de lijn van het Convenant Glastuinbouw en Milieu	20
3.3.2 CO <sub>2</sub> -emissie conform IPCC	21
3.4 Trendmatige ontwikkelingen energiegebruik, primair brandstofverbruik, fysieke productie en areaal glastuinbouw	22
3.5 Effect restwarmte- en w/k-projecten	26
<b>4. Ontwikkeling energiebesparende opties en energievragende activiteiten op de bedrijven</b>	27
4.1 Inleiding	27
4.2 Penetratiegraden energiebesparende opties	27
4.3 Energiebesparing met energiebesparende opties	32
4.4 Penetratiegraden energievragende activiteiten	34

	Blz.
<b>5. Ontwikkeling restwarmte- en warmte/kracht-projecten</b>	38
5.1 Inleiding	38
5.2 Restwarmteprojecten	39
5.3 W/k-installaties van energiebedrijven	40
5.4 W/k-installaties van tuinders	43
<b>6. Conclusies</b>	45
<b>Literatuur</b>	47
<b>Bijlagen</b>	
1 Uitgebreide methodiekbeschrijving bepaling EE-index en CO <sub>2</sub> -emissie	49
2 Toelichting Informatienet	56
3 Uitgebreide methodiekbeschrijving bepaling primair brandstofbesparing restwarmte en w/k-warmte van energiebedrijven	57
4 Achtergrondinformatie EE-index en CO <sub>2</sub> -emissie van de sector	60

## Woord vooraf

De glastuinbouwsector en de overheid hebben in het kader van het Convenant Glastuinbouw en Milieu (1997) afgesproken om een verbetering van de energie-efficiëntie-index (EE-index) met 65% in 2010 na te streven ten opzichte van het basisjaar 1980. Om na te gaan in hoeverre de convenantpartners 'op schema liggen', wordt door het LEI jaarlijks de ontwikkelingen in de EE-index en de CO<sub>2</sub>-emissie gemonitord. Daarnaast worden de ontwikkelingen in de penetratiegraden van de belangrijkste energiebesparende opties en energievragende activiteiten op de bedrijven gemonitord. De voorlopige resultaten voor 2003 zijn in dit rapport beschreven.

Dit monitoringsproject is uitgevoerd in opdracht van het Productschap Tuinbouw en de Novem. Het project is gefinancierd door het Productschap Tuinbouw en het Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit. De volgende LEI-medewerkers hebben aan dit project meegewerkt: ir. J. Benninga, ir. R.W. van der Meer, ing. J.K. Nienhuis, ing. C.E. Reijnders, J.L. Qualm, ing. N.J.A. van der Velden, A.W. van Vliet en H.J. van Welzen. De projectleiding was in handen van ir. A. van der Knijff. Het projectteam is bijgestaan door een externe begeleidingscommissie bestaande uit de volgende personen: ir. M. Dieleman (Novem), ir. J.A.M. Mourits (LNV), drs. F.J. Nieman (Novem) en ir. P.J. Smits (Productschap Tuinbouw). De leden van de begeleidingscommissie worden hierbij bedankt voor hun bijdrage aan dit project.



Prof.dr.ir. L.C. Zachariasse  
Algemeen directeur LEI B.V.





# Samenvatting

## *Inleiding*

De Nederlandse glastuinbouwsector en de Nederlandse overheid hebben diverse afspraken gemaakt die tot doel hebben dat de glastuinbouwsector minder energie verbruikt en/of efficiënter met energie omgaat. Zo is in het kader van het Convenant Glastuinbouw en Milieu (1997) afgesproken om een verbetering van de energie-efficiëntie (primair brandstofverbruik per eenheid product) met 65% in 2010 na te streven ten opzichte van het basisjaar 1980. De energie-efficiëntie-index (EE-index) kan verbeterd worden door een daling van het primair brandstofverbruik en/of een stijging van de fysieke productie. Een lager primair brandstofverbruik leidt bovendien tot een lagere CO<sub>2</sub>-emissie.

Over de hoogte van de maximale CO<sub>2</sub>-emissie (streefwaarde) door de glastuinbouwsector is in juli 2004 een akkoord bereikt tussen de glastuinbouwsector en de overheid. Uitgaande van het huidige areaal van 10.500 ha (inclusief opkweek) bedraagt de streefwaarde voor het jaar 2010 6,5 miljoen ton CO<sub>2</sub>. Afhankelijk van de omvang van eventuele areaaluitbreiding wordt de streefwaarde verhoogd met maximaal 0,6 miljoen ton CO<sub>2</sub> tot maximaal 7,1 miljoen ton CO<sub>2</sub> bij een areaal van 11.500 ha. Bij verdere areaalgroei blijft de streefwaarde maximaal 7,1 miljoen ton CO<sub>2</sub> (LTO, 2004).

## *Doelstelling monitor*

De doelstelling van deze monitor is tweeledig, namelijk:

1. het bepalen en analyseren van de ontwikkelingen in de EE-index en CO<sub>2</sub>-emissie, waarbij de jaren 2002 (definitief) en 2003 (raming) centraal staan.
2. het in kaart brengen van de ontwikkelingen in de penetratiegraden van de energiebesparende opties en de energievragende activiteiten op de bedrijven, waarbij het accent ligt op de periode per eind 2001-2003.

## *EE-index*

De definitieve EE-index voor 2002 is vastgesteld op 52% en is gelijk aan die van 2001, terwijl vorig jaar bij de raming van de EE-index voor 2002 nog uitgegaan werd van een verbetering. Dit verschil tussen de raming en definitieve EE-index voor 2002 kan verklaard worden door bijgestelde (hogere) gasverkopen aan beschermde afnemers. Deze bijstelling is grotendeels het gevolg van meet- en allocatieproblemen van gas naar sectoren en afnemers (vrije en beschermde afnemers) die samenhangen met de liberalisering van de energiemarkt.

Voor de raming van de EE-index 2003 is een range aangehouden, dit in tegenstelling tot voorgaande jaren. Deze aanpassing komt voort uit het feit dat er nog onvoldoende, betrouwbare informatie beschikbaar is, met name over het totale gasverbruik en restwarmteverbruik door de sector, om een nauwkeurige raming te kunnen maken van het primair brandstofver-

bruik. De EE-index voor 2003 is geraamd op 50-51% (tabel s.1). Dit is een verbetering ten opzichte van 2002, toen de EE-index 52% bedroeg. Deze verbetering van de EE-index in 2003 is het gevolg van een daling van het primair brandstofverbruik per m<sup>2</sup> en een stijging van de fysieke productie per m<sup>2</sup> met 1,5%. Ondanks deze lichte verbetering blijft de EE-index achter bij de doelstelling; voor 2000 was namelijk reeds een EE-index van 50% beoogd.

### *CO<sub>2</sub>-emissie*

De CO<sub>2</sub>-emissie van de glastuinbouw wordt jaarlijks parallel aan de EE-index gemonitord. Dit betreft de CO<sub>2</sub>-emissie berekend op basis van het primair brandstofverbruik bepaald conform het Convenant Glastuinbouw en Milieu.

Voor 2002 is de absolute CO<sub>2</sub>-emissie van de glastuinbouwsector op 7,53 miljoen ton vastgesteld en de CO<sub>2</sub>-index op 100%. Hiermee is de CO<sub>2</sub>-index gelijk aan het basisjaar 1990 en is 4%-punten hoger dan in 2001, terwijl vorig jaar bij de raming nog uitgegaan werd van een verbetering van de CO<sub>2</sub>-index met 1%-punt. Ook deze afwijking in de CO<sub>2</sub>-emissie en CO<sub>2</sub>-index voor 2002 is het gevolg van de sterke bijstelling van de gasverkopen aan beschermde afnemers.

Voor de raming van de CO<sub>2</sub>-emissie en CO<sub>2</sub>-index 2003 is evenals bij de EE-index een range gehanteerd. Omdat er nog onvoldoende, betrouwbare informatie beschikbaar is, met name over het totale gasverbruik en restwarmteverbruik door de sector, om een nauwkeurige raming te kunnen maken van het primair brandstofverbruik. Bij de bepaling van de CO<sub>2</sub>-emissie is voor het primair brandstofverbruik dezelfde range gehanteerd als bij de raming van de EE-index. De CO<sub>2</sub>-emissie van de glastuinbouwsector in 2003 is geraamd op 7,2-7,5 miljoen ton tegenover 7,5 miljoen ton in 2002 (tabel s.1). Deze ontwikkeling in de CO<sub>2</sub>-emissie hangt samen met de geraamde daling van het primair brandstofverbruik per m<sup>2</sup>. Het effect van de daling van het areaal glastuinbouw met 25 ha is bijna te verwaarlozen.

*Tabel s.1 Ontwikkeling van de EE-index, CO<sub>2</sub>-emissie en CO<sub>2</sub>-index in de glastuinbouw gecorrigeerd voor temperatuur*

	1980	1990	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003r
EE-index (%)	100	67	60	63	58	60	57	56	52	52	50-51
CO <sub>2</sub> -emissie (miljoen ton)		7,6	8,0	8,2	7,7	7,9	7,9	7,7	7,3	7,5	7,2-7,5
CO <sub>2</sub> -index (%)		100	105	109	101	104	104	102	96	100	95-99

r = raming  
Bron: LEI.

### *Verklarende factoren ontwikkeling EE-index en CO<sub>2</sub>-emissie*

De verklarende factoren achter de EE-index zijn: het primair brandstofverbruik en de fysieke productie. De CO<sub>2</sub>-emissie daarentegen wordt beïnvloed door het primair brandstofverbruik per m<sup>2</sup> en het areaal glastuinbouw. In deze monitor is vooral ingezoomd op de ontwikkeling 2001/2002 en is slechts summier ingegaan op de ontwikkeling 2002/2003.

In 2002 heeft zich een duidelijke verschuiving voorgedaan in de energievoorziening. Het aandeel warmte van derden (restwarmte en w/k-warmte van energiebedrijven) is gedaald van 11,3% in 2001 naar 9,8% in 2002. Belangrijke oorzaak van de daling van het aandeel warmte van derden aan de sector is de liberalisering van de energiemarkt, waardoor het rendement van restwarmte- en w/k-projecten onder druk kwam te staan. Daarom zijn vooral kleinere w/k-installaties van energiebedrijven uit bedrijf genomen en zijn restwarmteprojecten gedeeltelijk stil gelegd. Bovendien is door de invoering van een nieuwe afrekenstelsel voor aardgas voor tuinders ook minder aantrekkelijk geworden om restwarmte- of w/k-warmte af te nemen om in de basislast van de energievraag te kunnen voorzien. Doordat er minder restwarmte en w/k-warmte door de sector is afgenomen plus onder invloed van (teelt)intensiverende maatregelen is het aandeel aardgas toegenomen van 84,2% in 2001 tot 85,7% in 2002. Deze trend heeft zich in 2003 doorgezet.

Het energiegebruik per m<sup>2</sup> (vóór omrekening naar primair brandstofverbruik) steeg in 2002 met bijna 3%. In 2002 is zowel de brandstof- als de elektriciteitintensiteit toegenomen. Een combinatie van factoren verklaren deze ontwikkeling; onder andere de lagere gasprijs, de toenemende penetratiegraad en het gebruik van energiebesparende opties en het continue proces van intensivering. Aangezien het energiegebruik weinig informatie geeft over de milieubelasting die samenhangt met de productie van de verschillende energiesoorten, is het energiegebruik omgerekend naar primair brandstofverbruik. Het primair brandstofverbruik per m<sup>2</sup> nam in 2002 met bijna 4% per m<sup>2</sup> toe. Deze sterkere stijging van het primair brandstofverbruik is het gevolg van het feit dat er minder warmte van derden aan de sector is geleverd. Hierdoor kon de sector minder profiteren van de voordelen van warmte van derden (een lager primair brandstofverbruik per Gigajoule warmte) en is er meer gas verstoekt op de bedrijven om in de warmtebehoefte van het gewas te kunnen voorzien. Voor 2003 wijzen de eerste ramingen op een daling van het primair brandstofverbruik per m<sup>2</sup>.

De fysieke productie per m<sup>2</sup> is de laatste jaren mede onder invloed van een hoog instalniveau gestegen. In 2002 nam de fysieke productie met 2% per m<sup>2</sup> toe. In 2003 is de fysieke productie opnieuw gestegen; gemiddeld met 1,5% per m<sup>2</sup>.

Het areaal glastuinbouw is de laatste jaren redelijk stabiel en laat van jaar tot jaar kleine fluctuaties zien, zo blijkt uit de CBS-Meitelling. In 2002 is het areaal glastuinbouw (exclusief opkweek) met 41 ha gegroeid. In 2003 daarentegen daalde het areaal glastuinbouw (exclusief opkweek) met 25 ha tot 10.166 ha.

### *Penetratiegraden energiebesparende opties*

Door de glastuinbouwsector is de laatste jaren veel geïnvesteerd in energiebesparende opties. De energiebesparende opties met de hoogste penetratiegraad per eind 2003 zijn: klimaatcomputer (95% van de bedrijven), beweegbaar scherm (77% van het areaal) en condensors (76% van de verwarmingsketels). De gemiddelde jaarlijkse stijging van de penetratiegraad over de laatste tien jaar bedroeg voor beweegbaar scherm 1,7%, voor warmteopslag 2,4% en voor condensors 1,5%. Met name door een toename van de toepassing van schermen bij tomaat is de penetratiegraad van beweegbare schermen de laatste jaren toegenomen. Bij tomaat is het percentage areaal met scherm vanaf 1998 tot eind 2003 toegenomen van circa 16% tot circa 38%. Voor warmteopslag en condensor lijkt de penetratiegraad te stabiliseren.

### *Penetratiegraden energievragende activiteiten*

De laatste jaren heeft het proces van intensivering zich verder voortgezet, zo blijkt uit de toename van de penetratiegraad van diverse energievragende activiteiten. Het areaal belichting nam de afgelopen jaren met gemiddeld 1,9% per jaar toe. Per eind 2001 werd op 19% van het areaal belichting toegepast. Voor 2003 is het areaal belichting geschat op 2.050 ha. Parallel aan de toename van het areaal belichting is de gemiddelde belichtingsintensiteit gestegen. Per eind 2001 bedroeg de gemiddelde belichtingsintensiteit  $38 \text{ W}_e/\text{m}^2$ .

Het aandeel bedrijven dat  $\text{CO}_2$  doseert, vertoont de laatste jaren een lichte stijging van 0,5% per jaar. Per eind 2003 werd door 87% van de bedrijven  $\text{CO}_2$  gedoseerd. Circa 51% van de bedrijven deed dit ook met de ketel in perioden zonder warmtevraag. De warmte die op dat moment niet nuttig aangewend kan worden, wordt veelal tijdelijk opgeslagen in warmtebuffers.

### *Energiebesparing versus intensivering*

Door de toenemende penetratiegraad van energiebesparende opties wordt steeds meer energie (brandstof) bespaard. In 2003 is ten opzichte van 1992 bijna 8% meer brandstof bespaard. Dit komt overeen met een vermeden energiegebruik van bijna 340 miljoen  $\text{m}^3$  a.e.. In deze berekening is het effect van restwarmte- en w/k-projecten buiten beschouwing gelaten.

Hoewel over het effect van het intensiveringsproces op het energiegebruik per  $\text{m}^2$  geen kwantitatieve informatie voorhanden is, wijzen schattingen uit dat vanaf 2000 het energiebesparingseffect groter is dan het intensiveringseffect. Ofwel het extra energiegebruik per  $\text{m}^2$  door intensivering werd (ruim) gecompenseerd door de inzet van energiebesparende opties.

### *Restwarmte- en w/k-projecten*

Het rendement van w/k-installaties van energiebedrijven en restwarmteprojecten staat de laatste jaren onder druk door de liberalisering van de energiemarkt. Daarom zijn vooral kleinere w/k-installaties van energiebedrijven weggehaald. In totaal daalde het opgesteld vermogen in 2003 met 61 MWe tot 433 MWe per 1 januari 2004. In 2003 was zowel het aantal restwarmteaansluitingen als de geleverde hoeveelheid restwarmte nagenoeg gelijk aan 2002.

Naar schatting stond per 1 januari 2003 670 MWe opgesteld in eigen beheer. Dit is een stijging van 70 MWe ten opzichte van 1 januari 2002. Deze schatting van het opgesteld w/k-vermogen is gebaseerd op de volgende uitgangspunten: 2.300 ha belichting (inclusief opkweek), het gegeven dat 75% van het areaal belichting een eigen w/k-installatie heeft en een gemiddeld lampvermogen van  $38,7 \text{ W}_e/\text{m}^2$ .

# 1. Inleiding

## 1.1 Inleiding

In het Convenant Glastuinbouw en Milieu<sup>1</sup> (1997) hebben de glastuinbouwsector en de overheid vastgelegd een verbetering van de energie-efficiëntie-index (EE-index) met 65% in 2010 na te streven ten opzichte van het basisjaar 1980. Naast deze sectordoelstelling uit het Convenant zijn op bedrijfsniveau energienormen per gewas vastgelegd in het Besluit Glastuinbouw. In het kader hiervan zijn tuinders verplicht het energieverbruik per m<sup>2</sup> te registreren.

In het Convenant is de EE-index gedefinieerd als zijnde: het primair brandstofverbruik per eenheid product, waarbij 1980 geldt als basisjaar. Dit betekent dus dat de EE-index verbeterd kan worden door een daling van het primair brandstofverbruik, een stijging van de fysieke productie of een combinatie van beide factoren. Een lager primair brandstofverbruik leidt bovendien tot een lagere CO<sub>2</sub>-emissie.

Op nationaal niveau heeft Nederland zich in het kader van de Kyoto-klimaatconferentie in 1997 verplicht tot een reductie van de broeikasgassen (onder andere CO<sub>2</sub>) met 6% in de periode 2008-2012 ten opzichte van het basisjaar 1990. Deze reductiedoelstelling is vertaald naar een Uitvoeringsnota Klimaatbeleid. Voortvloeiend uit het Klimaatbeleid zijn voor het bereiken van het binnenlandse CO<sub>2</sub>-emissiedoel maximale emissieniveaus per sector (streefwaarden) geformuleerd. Voor de glastuinbouwsector bedraagt de streefwaarde voor het jaar 2010 6,5 miljoen ton CO<sub>2</sub> uitgaande van het huidige areaal van 10.500 ha (inclusief opkweek). Afhankelijk van de omvang van eventuele areaaluitbreiding wordt de streefwaarde verhoogd met maximaal 0,6 miljoen ton CO<sub>2</sub> tot maximaal 7,1 miljoen ton CO<sub>2</sub> bij een areaal van 11.500 ha. Bij verdere areaalgroei blijft de streefwaarde in totaal maximaal 7,1 miljoen ton CO<sub>2</sub> (LTO, 2004).

## 1.2 Doelstelling

Jaarlijks worden diverse ontwikkelingen in de glastuinbouwsector in het kader van het Convenant gemonitord. De doelstelling van deze monitor is tweeledig, namelijk:

1. het bepalen en analyseren van de ontwikkelingen in de EE-index, CO<sub>2</sub>-emissie en de achterliggende factoren, zoals het energiegebruik (voor omrekening naar primair brandstofverbruik), het primair brandstofverbruik, de fysieke productie en het areaal glastuinbouw. In deze rapportage ligt het accent op de jaren 2002 (definitief) en 2003 (raming).
2. het in kaart brengen van de ontwikkelingen in de penetratiegraden van de energiebesparende opties en de energievragende activiteiten op de bedrijven. Hierbij staat in deze rapportage de penetratiegraden in de periode per eind 2001-2003 centraal.

---

<sup>1</sup> In het vervolg van het rapport kortweg: het Convenant.

### **1.3 Leeswijzer**

In hoofdstuk 2 is een korte toelichting gegeven op de gevolgde monitoringsystematiek. De ontwikkelingen in de EE-index en de CO<sub>2</sub>-emissie in de sector t/m 2003 zijn in hoofdstuk 3 beschreven inclusief de trendmatige ontwikkelingen in de achterliggende factoren. In hoofdstuk 4 zijn de ontwikkelingen in de penetratiegraden van de belangrijkste energiebesparende opties en energie vragende activiteiten op de bedrijven t/m eind 2003 weergegeven. In hoofdstuk 5 zijn in het kort de actuele ontwikkelingen rondom de restwarmteprojecten en w/k-projecten van energiebedrijven beschreven. De belangrijkste conclusies van deze monitor zijn in hoofdstuk 6 vermeld. De diverse bijlagen bevatten meer achtergrondinformatie over de methodiek en de achterliggende ontwikkelingen in de EE-index en CO<sub>2</sub>-emissie.

## 2. Methodiekbeschrijving

### 2.1 Methodiek voor bepalen EE-index en CO<sub>2</sub>-emissie

In deze paragraaf zijn in het kort de methodiek voor het bepalen van de EE-index en de CO<sub>2</sub>-emissie beschreven. Een uitgebreide methodiekbeschrijving aan de hand van een schema is opgenomen in bijlage 1. Ook is in bijlage 1 een overzicht van de belangrijkste informatiebronnen weergegeven.

#### *EE-index en CO<sub>2</sub>-emissie*

De EE-index wordt op jaarbasis bepaald voor de totale glastuinbouw exclusief opkweek. Onder EE-index wordt verstaan het primair brandstofverbruik per eenheid product. Het basisjaar voor de EE-index is 1980. De opkweek wordt beschouwd als toelevering voor de productieglastuinbouw en wordt daarom buiten beschouwing gelaten.

De CO<sub>2</sub>-emissie wordt eveneens op jaarbasis bepaald voor de totale glastuinbouw exclusief opkweek. De CO<sub>2</sub>-emissie wordt berekend op basis van het primair brandstofverbruik bepaald conform het Convenant Glastuinbouw en Milieu. Het referentiejaar voor de CO<sub>2</sub>-emissie is 1990. De opkweek wordt beschouwd als toelevering voor de productieglastuinbouw en wordt daarom buiten beschouwing gelaten.

Voor een toelichting op de CO<sub>2</sub>-emissieberekening in het kader van de CO<sub>2</sub>-streefwaarden conform de IPCC-methode wordt verwezen naar paragraaf 3.3.2

#### *Energiegebruik en primair brandstofverbruik*

In de glastuinbouw worden verschillende soorten energie gebruikt, zoals aardgas, olie, elektriciteit, restwarmte en w/k-warmte. Het totale energiegebruik (voor omrekening naar primair brandstof) wordt berekend door de verschillende energiedragers bij elkaar op te tellen (in Joules). Het jaarlijks energiegebruik wordt mede beïnvloed door de verschillen in buitentemperatuur tussen de jaren. Om de invloed hiervan op te heffen, wordt het energiegebruik gecorrigeerd voor de verschillen in buitentemperatuur tussen de jaren. Als maatstaf voor de gemiddelde buitentemperatuur wordt uitgegaan van het aantal graaddagen (bijlage 1).

Het totale energiegebruik van de sector na temperatuurcorrectie wordt omgerekend naar primair brandstofverbruik; dat is de hoeveelheid brandstof die nodig is voor de productie van de verschillende energiesoorten. Voor de productie van een bepaalde eenheid energie zijn namelijk afhankelijk van de energiesoort, verschillende hoeveelheden brandstof nodig. In tegenstelling tot het energiegebruik zegt het primair brandstofverbruik wel iets over de milieubelasting. Door sommatie van het primair brandstofverbruik per energiedrager kan het totale primaire brandstofverbruik, uitgedrukt in aardgasequivalenten (a.e.) bepaald worden (bijlage 1).

### *Fysische productie*

De fysische productie in de glastuinbouw wordt bepaald door een groot aantal verschillende producten uitgedrukt in verschillende eenheden (kg, stuk, bos). De totale, fysische productie van de sector wordt daarom op een indirecte manier bepaald, namelijk via de geldelijke opbrengsten (omzet). Door de geldelijke opbrengsten te corrigeren voor de opbrengstprijsmutatie van de voortgebrachte producten kan de fysische productie bepaald worden (bijlage 1). De fysische productie wordt niet gecorrigeerd voor instraling (licht).

## **2.2 Methodiek voor bepalen penetratiegraden energiebesparende opties en energievragende activiteiten**

De penetratiegraden van energiebesparende opties (bijvoorbeeld schermen, warmtebuffer) en energievragende activiteiten (bijvoorbeeld CO<sub>2</sub>-dosereren, assimilatiebelichting) geven een indicatie in welke mate deze opties en activiteiten op de bedrijven voorkomen. De penetratiegraden worden jaarlijks per 31 december op basis van gegevens uit het Informatienet (bijlage 2) bepaald. Hiervoor vindt jaarlijks naast de standaard gegevensverzameling een uitgebreide gegevensverzameling met betrekking tot de energiebesparende opties en de energievragende activiteiten plaats.

De penetratiegraden worden dus bepaald op basis van een steekproef (Informatienet). Het gevolg hiervan is dat de resultaten een schatting zijn van de werkelijkheid met een foutenmarge van enkele procentpunten. Daarom wordt met behulp van regressieanalyse de trendmatige ontwikkeling van de penetratiegraden over meerdere jaren bepaald. Hiermee wordt de invloed van toevallige verschillen van jaar op jaar genivelleerd. Doordat de gevolgde werkwijze gebaseerd is op een steekproef die ieder jaar deels ververscht wordt, kan het voorkomen dat in bepaalde jaren de afwijkingen van de trend wat groter zijn dan in andere jaren. Een voorbeeld hiervan is het jaar 2002; dit jaar liet voor veel opties een wat hogere penetratiegraad zien dan volgens de trend verwacht zou mogen worden. Een ander gevolg van deze benadering is, dat de penetratiegraden voor opties of activiteiten met een lage penetratiegraad minder betrouwbaar zijn.

## **2.3 Methodiek voor bepalen primair brandstofbesparing restwarmte en w/k-warmte van energiebedrijven**

In deze paragraaf is in het kort de methodiek voor het bepalen van de primair brandstofbesparing door sector als gevolg van het gebruik van restwarmte en w/k-warmte beschreven. Een uitgebreide methodiekbeschrijving inclusief een overzicht van de belangrijkste informatiebronnen is opgenomen in bijlage 3.

### *Primair brandstofbesparing restwarmte en w/k-warmte van energiebedrijven*

De hoeveelheid primair brandstof die de glastuinbouwsector kan besparen door gebruik te maken van restwarmte respectievelijk w/k-warmte is simpel gezegd de som van de aardgasbesparing in de ketel op de individuele glastuinbouwbedrijven minus de extra benodigde brandstof voor de productie van restwarmte cq w/k-warmte.



De aardgasbesparing in de ketel is afhankelijk van de totale geleverde hoeveelheid restwarmte cq w/k-warmte en de aardgasbesparing per geleverde eenheid warmte. De aardgasbesparing per geleverde eenheid warmte wordt ook wel de marginale aardgasbesparing genoemd. De marginale aardgasbesparing kan afgeleid worden uit de relatie tussen het gasverbruik van de ketel en de geproduceerde hoeveelheid warmte (bijlage 3).

Bij de productie van restwarmte wordt in de elektriciteitscentrale cq STEG-eenheid meer brandstof gebruikt dan wanneer alleen elektriciteit geproduceerd wordt. Dit extra brandstofverbruik wordt ook wel het primair brandstofverbruik voor restwarmte genoemd. De hoogte hiervan is afhankelijk van het elektrisch gebruiksrendement van de elektriciteitscentrale cq STEG-eenheid in de situatie zonder warmtelevering en in de situatie met warmtelevering, het thermisch gebruiksrendement en de transportverliezen (Van der Velden en Verhaegh, 1996). Het extra brandstofverbruik door de w/k-installatie bij de productie van w/k-warmte is afhankelijk van het elektrisch en thermisch gebruiksrendement van w/k-installaties en het elektrisch gebruiksrendement van elektriciteitscentrales (Van der Velden en Verhaegh, 1996). Op basis van deze rendementen wordt een omrekeningsfactor voor zowel restwarmte als w/k-warmte bepaald (bijlage 1). Door de gecombineerde productie van elektriciteit en warmte bij restwarmteprojecten en w/k-installaties van energiebedrijven, waarbij de warmte nuttig aangewend kan worden, wordt landelijk gezien primair brandstof bespaard. Bij de bepaling van de omrekeningsfactoren voor restwarmte en warmte van w/k-installaties van energiebedrijven wordt ervan uitgegaan dat deze landelijke besparing door het gebruik van restwarmte en w/k-warmte toegerekend wordt aan de glastuinbouw (bijlage 1 en 3).

## 3. Ontwikkeling EE-index en CO<sub>2</sub>-emissie van de sector

### 3.1 Inleiding

In dit hoofdstuk zijn de ontwikkelingen in de EE-index (paragraaf 3.2) en CO<sub>2</sub>-emissie (paragraaf 3.3), beide gecorrigeerd voor de buitentemperatuur, beschreven. Hierbij ligt het accent op de jaren 2002 (definitief) en 2003 (raming). In vergelijking met voorgaande rapportages is voor het ramingsjaar een range gehanteerd voor de EE-index en de CO<sub>2</sub>-emissie. In paragraaf 3.4 zijn de trendmatige ontwikkelingen beschreven in achtereenvolgens het energiegebruik, het primair brandstofverbruik, de fysieke productie en het areaal glastuinbouw. Deze factoren zijn de zogenaamde achterliggende factoren achter de EE-index en CO<sub>2</sub>-emissie. Het effect van restwarmte en w/k-warmte op de EE-index en CO<sub>2</sub>-emissie is in paragraaf 3.5 gekwantificeerd.

### 3.2 EE-index

#### *Definitieve EE-index 2002*

De EE-index voor 2002 is definitief vastgesteld op 52%. Hiermee wijkt de definitieve EE-index voor 2002 2%-punten af van de raming die vorig jaar gemaakt is. Dit verschil tussen de raming en de definitieve EE-index voor 2002 kan volledig worden toegeschreven aan het feit dat de meest recente cijfers over de gasverkopen aan beschermde afnemers sterk afwijken van de voorlopige cijfers uit 2003. De EE-index voor 2002 is daarmee gelijk aan die van 2001. Dit is de resultante van enerzijds een stijging van het primair brandstofverbruik per m<sup>2</sup> en anderzijds een stijging van de fysieke productie per m<sup>2</sup> (paragraaf 3.4).

Bij het bepalen van de definitieve EE-index voor 2002 is naar voren gekomen dat de recente cijfers over de gasverkopen aan beschermde afnemers sterk afwijken van de voorlopige cijfers uit 2003. Dit verschil hangt grotendeels samen met de meet- en allocatieproblemen van gas naar sectoren en afnemers (vrije en beschermde afnemers). Door deze meet- en allocatieproblemen is door de distributiebedrijven onjuiste informatie doorgegeven aan de Gasunie wat betreft de gasverkopen aan beschermde afnemers. Eind 2003 en begin 2004 zijn door de distributiebedrijven gecorrigeerde opgaven gedaan aan Gasunie over het gasverbruik van de beschermde afnemers. Dit alles bijelkaar heeft geleid tot een sterke correctie van het gasverbruik van beschermde afnemers (bijlage 1).

#### *Raming EE-index 2003*

Voor de raming van de EE-index 2003 is een range aangehouden, dit in tegenstelling tot voorgaande jaren. Deze aanpassing komt voort uit het feit dat er nog onvoldoende, betrouwbare informatie beschikbaar is, met name over het totale gasverbruik en restwarmteverbruik door de sector, om een nauwkeurige raming te kunnen maken van het primair brandstofverbruik. Aangezien de voorlopige cijfers wijzen op een daling van het primair brandstofverbruik per m<sup>2</sup> is hiervan ook uitgegaan bij de raming van de EE-index voor 2003. Voor de fysieke

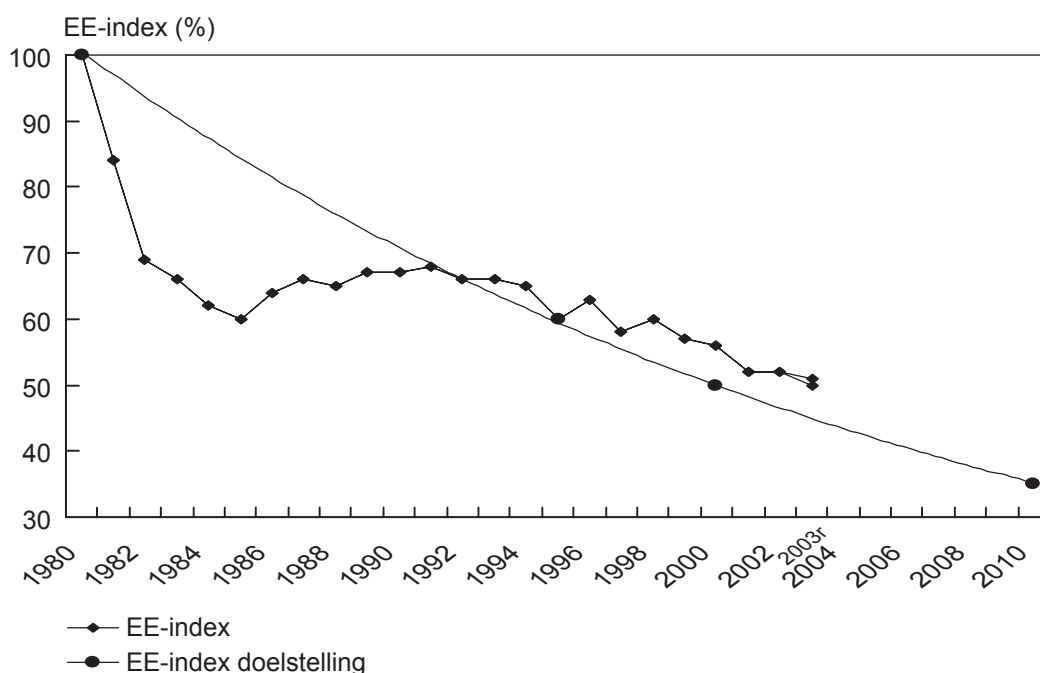
productie is uitgegaan van een stijging van 1,5% per m<sup>2</sup> (paragraaf 3.4). Deze stijging van de fysieke productie per m<sup>2</sup> in combinatie met een daling van het primair brandstofverbruik per m<sup>2</sup> leidt tot een verbetering van de EE-index met 1 à 2%-punten tot 50-51% (tabel 3.1).

Tabel 3.1 Raming EE-index 2003 gecorrigeerd voor temperatuur

Jaar	Primair brandstofverbruik (m <sup>3</sup> a.e./m <sup>2</sup> )	Fysieke productie ((euro (1980)/m <sup>2</sup> ))	EE-index (%)
1980	40,9	20,9	100
2002	41,0	40,0	52
2003r	39,3-40,9	40,6	50-51

r = raming  
Bron: LEI.

Na een sterke verbetering van de EE-index in 2001 en een stabilisatie in 2002, gaat de raming van de EE-index 2003 uit van lichte verbetering met 1 à 2%-punten tot 50-51%. Wanneer de definitieve EE-index voor 2003 op 50% zou uitkomen, betekent dit dat de sector ten opzichte van het basisjaar 1980 een halvering van het primair brandstofverbruik per eenheid product zou hebben weten te realiseren. Echter, deze halvering was in het kader van de Meer-JarenAfspraak-Energie (1992) reeds in 2000 beoogd (figuur 3.1).



Figuur 3.1 Ontwikkeling van de EE-index in de glastuinbouw gecorrigeerd voor temperatuur in de periode 1980-2003r afgezet tegen de EE-index-doelstelling

r = raming  
Bron: LEI.

Bij de opstelling van het Convenant, de opvolger van de MJA-E, en de EE-index-doelstelling voor 2010 is ervan uitgegaan dat deze doelstelling voor 2000 gerealiseerd zou worden. Al met al hebben de Convenantpartners dus een achterstand opgelopen en zal van hen nog een grote inspanning gevraagd worden om de 35%-doelstelling in 2010 te behalen.

### 3.3 CO<sub>2</sub>-emissie

#### 3.3.1 CO<sub>2</sub>-emissie in de lijn van het Convenant Glastuinbouw en Milieu

##### *Definitieve CO<sub>2</sub>-emissie 2002*

De absolute CO<sub>2</sub>-emissie van de glastuinbouwsector voor 2002 is vastgesteld op 7,53 miljoen ton. Dit is bijna 0,4 miljoen ton hoger dan vorig jaar geraamd is. De definitieve CO<sub>2</sub>-index voor 2002 is vastgesteld op 100% en is hiermee gelijk aan het basisjaar 1990. Ten opzichte van 2001 is dit 4%-punten hoger, terwijl vorig jaar bij de raming nog uitgegaan werd van een verbetering van de CO<sub>2</sub>-index met 1%-punt. Ook deze afwijking in de CO<sub>2</sub>-emissie en CO<sub>2</sub>-index voor 2002 is het gevolg van de sterke bijstelling van de gasverkopen aan beschermde afnemers (paragraaf 3.2 en bijlage 1).

De stijging van de CO<sub>2</sub>-emissie in 2002 is hoofdzakelijk toe te rekenen aan de stijging van het primair brandstofverbruik per m<sup>2</sup> met bijna 4%. Daarnaast steeg het areaal glastuinbouw in 2002 ook licht ten opzichte van 2001 (paragraaf 3.4).

##### *Raming CO<sub>2</sub>-emissie 2003*

In paragraaf 3.2 is reeds vermeld dat er nog onvoldoende, betrouwbare informatie beschikbaar is, met name over het totale gasverbruik en restwarmteverbruik door de sector, om een nauwkeurige raming te kunnen maken van het primair brandstofverbruik. Voor de raming van de EE-index 2003 zijn daarom aannames gemaakt over de ontwikkeling van het primair brandstofverbruik per m<sup>2</sup>. Voor de raming van de CO<sub>2</sub>-emissie en CO<sub>2</sub>-index 2003 zijn dezelfde aannames gehanteerd. De geraamde CO<sub>2</sub>-emissie is 7,2-7,5 miljoen ton (tabel 3.1). Uitgaande van een primair brandstofverbruik van 40,9 m<sup>3</sup> a.e. per m<sup>2</sup> bedraagt de geraamde CO<sub>2</sub>-emissie voor 2003 7,5 miljoen ton. Dit zou overeenkomen met een verbetering van de CO<sub>2</sub>-index met 1%-punt. Bij een primair brandstofverbruik van 39,3 m<sup>3</sup> a.e./m<sup>2</sup> zou de CO<sub>2</sub>-emissie 7,2 miljoen ton bedragen, wat overeen zou komen met een verbetering van de CO<sub>2</sub>-index met 5%-punten.

*Tabel 3.2 Raming CO<sub>2</sub>-emissie en CO<sub>2</sub>-index 2003 gecorrigeerd voor temperatuur*

Jaar	Primair brandstofverbruik (m <sup>3</sup> a.e./m <sup>2</sup> )	Areaal (ha)	CO <sub>2</sub> -emissie (miljoen ton)	CO <sub>2</sub> -index (%)
1990	44,8	9.368	7,55	100
2002	41,0	10.191	7,53	100
2003r	39,3-40,9	10.166	7,2-7,5	95-99

Bron: LEI.

De CO<sub>2</sub>-emissie van de sector laat tot 2000 een stijgende lijn zien (tabel 3.3). In 2001 was er sprake van een sterke daling. In 2002 daarentegen steeg de CO<sub>2</sub>-emissie weer. De raming van de CO<sub>2</sub>-emissie voor 2003 wijst op een daling.

Tabel 3.3 *Ontwikkeling van de CO<sub>2</sub>-emissie en CO<sub>2</sub>-index in de glastuinbouw gecorrigeerd voor temperatuur in de periode 1990-2003*

	1990	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003r
CO <sub>2</sub> -emissie (miljoen ton)	7,55	7,95	8,21	7,66	7,88	7,88	7,74	7,22	7,53	7,2-7,5
CO <sub>2</sub> -index (% 1990)	100	105	109	101	104	104	102	96	100	95-99

r = raming

Bron: LEI.

### 3.3.2 CO<sub>2</sub>-emissie conform IPCC

Bij de vaststelling van de CO<sub>2</sub>-streefwaarde van 6,5 miljoen ton voor het jaar 2010 (paragraaf 1.1) is uitgegaan van de CO<sub>2</sub>-emissiebepaling conform de methode van het Internationaal Panel on Climate Change (IPCC-methode). Deze methode wijkt op een aantal punten af van de CO<sub>2</sub>-emissieberekening in de lijn van het Convenant Glastuinbouw en Milieu, zoals in paragraaf 3.3.1 is toegepast. Het belangrijkste verschil is het feit dat bij de IPCC-methode alleen de daadwerkelijk gebruikte brandstoffen in beschouwing worden genomen (Van der Velden et al., 1997). Voor de glastuinbouwsector betekent dit concreet dat het gebruik van elektriciteit van het openbare net, restwarmte en w/k-warmte van energiebedrijven niet meegenomen worden bij de bepaling van de CO<sub>2</sub>-emissie. Een tweede verschil is dat bij de IPCC-methode niet gecorrigeerd wordt voor temperatuur. Een ander belangrijk verschil is dat het definitief vast te stellen plafond in het kader van de CO<sub>2</sub>-streefwaarden betrekking heeft op zowel de productieglastuinbouw als de opkweek, terwijl bij de CO<sub>2</sub>-emissierekening conform Glami de opkweek buiten beschouwing wordt gelaten.

Vanaf 1990 is de CO<sub>2</sub>-emissie, bepaald conform de IPCC-methode, gedaald met ruim 0,5 miljoen ton tot 6,31 in 2002 (tabel 3.4). Ten opzichte van 2001 is de CO<sub>2</sub>-emissie daarentegen licht gestegen. Deze stijging is het gevolg van een toename van het aardgasverbruik op de bedrijven. Het effect van de stijging van het areaal glastuinbouw (inclusief opkweek) met 14 ha is bijna te verwaarlozen.

Tabel 3.4 *Ontwikkeling van de CO<sub>2</sub>-emissie in de glastuinbouw conform IPCC-methode in de periode 1990-2002*

	1990	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
CO <sub>2</sub> -emissie (miljoen ton)	6,85	7,30	8,12	6,82	6,85	6,65	6,46	6,20	6,31
CO <sub>2</sub> -index (%)	100	107	119	99	100	97	94	90	92

Bron: LEI.

### 3.4 Trendmatige ontwikkelingen energiegebruik, primair brandstofverbruik, fysieke productie en areaal glastuinbouw

In deze paragraaf zijn de trendmatige ontwikkelingen beschreven in achtereenvolgens het energiegebruik, het primair brandstofverbruik, de fysieke productie en het areaal glastuinbouw. Deze factoren zijn de zogenaamde achterliggende factoren achter de EE-index en CO<sub>2</sub>-emissie. Vooral is ingezoomd op de ontwikkeling 2001/2002 en is slechts summier ingegaan op de ontwikkeling 2002/2003. Een uitgebreide analyse volgt volgend jaar bij de definitieve vaststelling van de EE-index en CO<sub>2</sub>-emissie voor 2003.

#### *Energiegebruik: verschuiving in energievoorziening*

In de glastuinbouw worden verschillende energiesoorten gebruikt. Uit tabel 3.5 blijkt dat zich in 2002 een duidelijke verschuiving heeft voorgedaan in de energievoorziening. Het aandeel warmte van derden (restwarmte en w/k-warmte van energiebedrijven) in het totale energiegebruik van de sector is gedaald van 11,3% in 2001 naar 9,8% in 2002, terwijl het aandeel aardgas is toegenomen van 84,2% in 2001 tot 85,7% in 2002. Het aandeel warmte van derden is na de ingebruikname van de drie nieuwe restwarmteprojecten eind 1996 (B-driehoek, Erica en Klazienaveen) niet meer zo laag geweest. Belangrijke oorzaak van deze daling is het feit dat er minder restwarmte en w/k-warmte door de energiebedrijven aan de sector is geleverd als gevolg van de liberalisering van de energiemarkt. Doordat de sector minder gebruik kon maken van restwarmte en w/k-warmte is er meer gas verstoekt op de bedrijven om in de warmtebehoefte van het gewas te kunnen voorzien. Daarnaast leiden intensiverende maatregelen, zoals belichting met een eigen w/k-installatie, ook tot een hoger gasverbruik.

Het aandeel elektriciteit in het totale energiegebruik neemt jaarlijks toe. Over het aandeel duurzame energie zijn geen recente gegevens beschikbaar. Naar schatting bedraagt het aandeel duurzame energie enkele tiende procenten.

Uit de eerste ramingen voor 2003 blijkt dat de verschuiving in de energievoorziening zich heeft doorgezet. Het aandeel aardgas in het totale energiegebruik in 2003 is ruim 86%. Het aandeel warmte van derden is circa 9%.

Tabel 3.5 *Ontwikkeling aandelen van de afzonderlijke energiedragers in het totaal energiegebruik (%) in de periode 1980-2003*

Energiedrager	1980	1990	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003r
Aardgas	94,9	95,7	91,4	89,7	86,3	85,2	85,0	84,4	84,2	85,7	± 86,5
Olie	3,9	0,8	0,2	0,3	0,2	0,1	0,2	0,2	0,6	0,5	± 0,5
Warmte van derden	0	1,5	6,0	7,6	10,6	11,5	11,3	11,5	11,3	9,8	± 9,0
Elektriciteit	1,2	2,0	2,4	2,4	3,0	3,2	3,5	3,9	3,9	4,0	± 4,0
Totaal	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

r = raming  
Bron: LEI.

### *Energiegebruik per m<sup>2</sup>*

In 2002 is het energiegebruik per m<sup>2</sup> vóór omrekening naar primair brandstofverbruik, nadat het drie jaar achtereen gedaald is, weer gestegen. Het totale energiegebruik per m<sup>2</sup> is in 2002 met iets meer dan 1 m<sup>3</sup> per m<sup>2</sup> gestegen ten opzichte van 2001, maar is nog altijd bijna 2 m<sup>3</sup> per m<sup>2</sup> lager dan in 2000. Zowel de brandstofintensiteit<sup>1</sup> als de elektriciteitintensiteit is in 2002 toegenomen. Meerdere factoren zijn van invloed op de ontwikkeling in de brandstof- en elektriciteitintensiteit.

Eén van deze factoren is de gasprijs. Uit diverse onderzoeken blijkt dat er sprake is van enige prijselasticiteit tussen de hoogte van de gasprijs en de brandstofintensiteit<sup>2</sup>. In 2002 was de reële gasprijs voor beschermde afnemers 1,6 ct per m<sup>3</sup> lager dan in 2001. In 2003 is de reële gasprijs door de ontwikkelingen op de oliemarkt weer met bijna 1,3 ct per m<sup>2</sup> gestegen. Zowel in 2002 als in 2003 lag de reële gasprijs ruim boven het gemiddelde van eind jaren negentig (bijlage 4), maar onder het niveau van begin jaren tachtig. De sterke ontwikkeling in de gasprijs de laatste jaren heeft ongetwijfeld invloed gehad op het stookgedrag van tuinders. Bovendien speelde daar voor de vrije afnemers de nieuwe tariefstructuur in de geliberaliseerde aardgasmarkt, waarbij de marginale aardgasprijs gelijk is aan de commodityprijs, dwars doorheen. Uitgaande van de eerder genoemde prijselasticiteit had de ontwikkeling in de gasprijs in 2002 theoretisch gezien kunnen leiden tot een stijging van de brandstofintensiteit met bijna 1,8 m<sup>3</sup> per m<sup>2</sup> ten opzichte van 2001. In werkelijkheid is de brandstofintensiteit per m<sup>2</sup> in 2002 'slechts' met 1 m<sup>3</sup> per m<sup>2</sup> toegenomen. Dit geeft aan dat naast de gasprijs nog meerdere factoren van invloed zijn.

Een andere factor die van invloed is op de brandstofintensiteit is de inzet van energiebesparende opties. De laatste jaren is door de sector, mede met het oog op de liberalisering van een deel van de aardgasmarkt per 1 januari 2002, flink geïnvesteerd in energiebesparende opties. Met name in energiebesparende opties waarmee het maximum gasverbruik per uur gereduceerd kan worden, zoals beweegbaar scherm en warmtebuffer (paragraaf 4.2). Met deze stijging van de penetratiegraden van de energiebesparende opties neemt ook de bijdrage aan de totale energiebesparing door de sector toe. In paragraaf 4.3 is het effect van de inzet van energiebesparende opties op de brandstofintensiteit gekwantificeerd.

In de glastuinbouw vindt een continue proces van intensivering plaats. Dit proces is zowel op het energiegebruik per m<sup>2</sup> (brandstof- en elektriciteitintensiteit) als de fysieke productie per m<sup>2</sup> van invloed. De laatste jaren heeft het proces van intensivering zich verder voortgezet zo blijkt uit de toename van de penetratiegraad van diverse energievragende activiteiten, zoals CO<sub>2</sub>-dosereren en belichting (paragraaf 4.4). Daarnaast zijn ontwikkelingen, zoals teeltverlenging en het omschakelen van energie-extensieve naar energie-intensieve teelten, ook van invloed op het energiegebruik per m<sup>2</sup>. Uit schattingen van het LEI over de periode 1995-2002 blijkt dat het areaal extensieve gewassen in de glasgroenten met circa 176 ha is gedaald, het areaal extensieve snijbloemen met circa 188 ha is gedaald en dat het areaal ex-

---

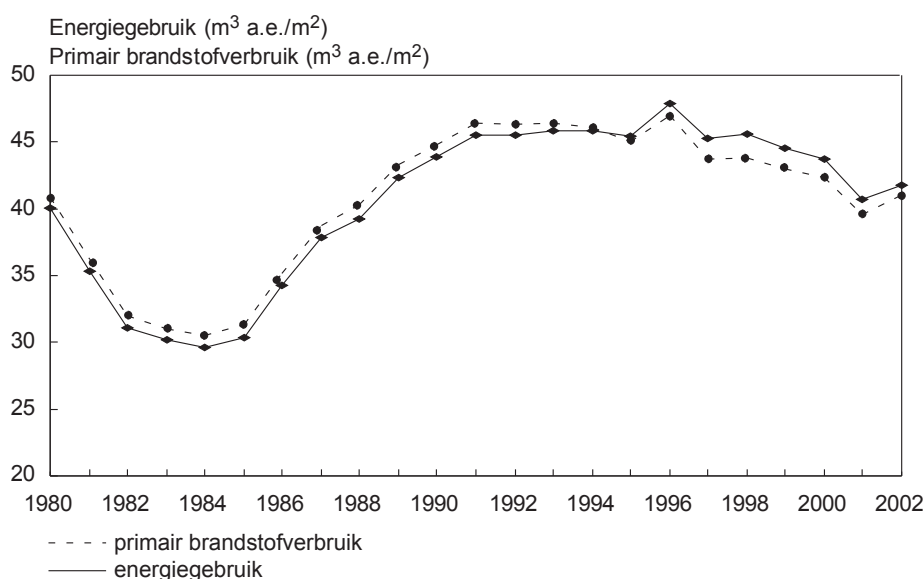
<sup>1</sup> Aardgas, olie, restwarmte en warmte van w/k-installaties van energiebedrijven.

<sup>2</sup> Uit recent onderzoek (Ruijs en Van Dril, 2004) is naar voren gekomen dat de in het verleden vastgestelde prijselasticiteit over de periode 1980-1990 nog steeds een goede indicatie geeft van de relatie tussen de hoogte van de gasprijs en de brandstofintensiteit. Over de periode 1980-1990 is een prijselasticiteit afgeleid van 5 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup> per 10 gulden uitgaande van de volgende aannames: prijspeil 1980, range 16-38 gulden per 10 eurocent gecorrigeerd voor temperatuur (Van der Velden et al., 1993). Omgerekend naar euro's is dit: 11,0 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup> per 10 eurocent.

tensieve potplanten met circa 164 ha is gestegen (Van der Velden et al., 2003). Over het effect van het intensiveringsproces op het energiegebruik per  $m^2$  is geen kwantitatieve informatie voor handen. In een recente studie (Ruijs en Van Dril, 2004) is verondersteld dat over meerdere jaren bezien de tegengestelde effecten van enerzijds intensivering en anderzijds energiebesparing op de brandstofintensiteit elkaar grotendeels opheffen; het extra energiegebruik per  $m^2$  door intensivering wordt naar verwachting gecompenseerd door energiebesparing o.a. door de inzet van energiebesparende opties. Echter, de laatste jaren lijkt er sprake te zijn van een kentering, waarbij het energiebesparingseffect groter is dan intensiveringseffect (paragraaf 4.3). Ook de eerste ramingen voor 2003 wijzen op een daling van de brandstofintensiteit. Anderzijds zal de elektriciteitintensiteit naar verwachting hoger zijn.

#### Primair brandstofverbruik per $m^2$

Aangezien het totale energiegebruik weinig informatie geeft over de milieubelasting die samenhangt met de productie van de verschillende energiesoorten, is het energiegebruik omgerekend naar primair brandstofverbruik. Het primair brandstofverbruik per  $m^2$  is in 2002, evenals het energiegebruik, na een jaren lange afname gestegen (figuur 3.2). Echter, nam het energiegebruik vóór omrekening naar primair brandstofverbruik met bijna 3% per  $m^2$  toe, het primair brandstofverbruik per  $m^2$  steeg met bijna 4% (bijlage 4). Deze sterkere stijging is het gevolg van het feit dat er minder restwarmte en w/k-warmte door energiebedrijven aan de sector is geleverd als reactie op de liberalisering van de energiemarkt. Hierdoor kon de sector minder profiteren van de voordelen van restwarmte en w/k-warmte (een lager primair brandstofverbruik per Gigajoule warmte, bijlage 1 en 3). Doordat de sector minder gebruik kon maken van restwarmte en w/k-warmte is er bovendien meer gas verstoekt op de bedrijven (tabel 3.5).



Figuur 3.2 Ontwikkeling van het energiegebruik per  $m^2$  en het primair brandstofverbruik per  $m^2$  gecorrigeerd voor temperatuur in de periode 1980-2002

Bron: LEI.



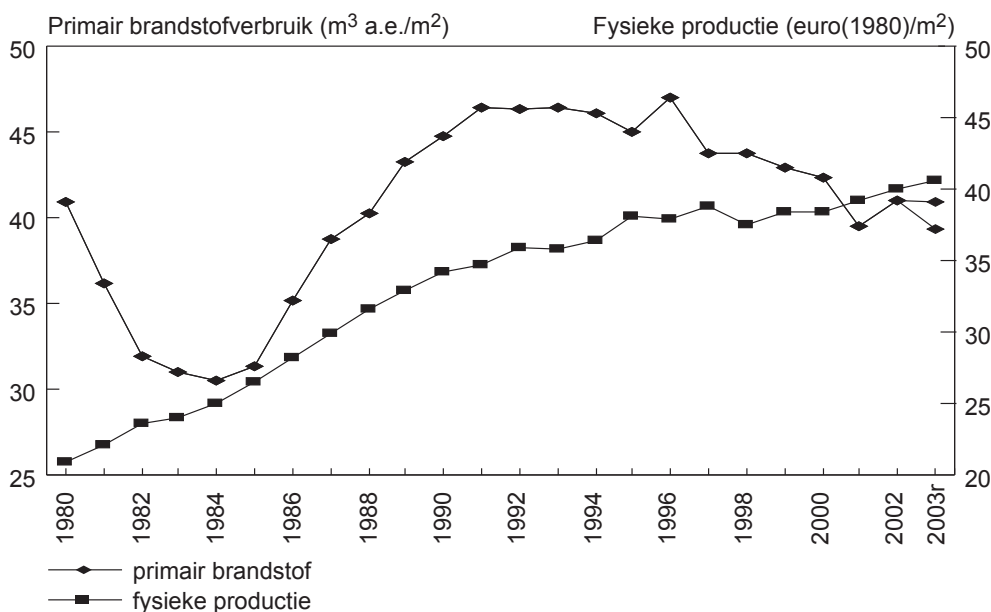
Voor 2003 wijzen de eerste ramingen op een daling van het primair brandstofverbruik per  $m^2$ . Echter, deze daling is minder sterk dan bij het energiegebruik per  $m^2$ . Ook dit kan verklaard worden doordat door de sector minder restwarmte en w/k-warmte is afgenomen in combinatie met toename van het elektriciteitsgebruik.

### *Fysieke productie per $m^2$*

De fysieke productie per  $m^2$  is van diverse factoren afhankelijk. In de eerste plaats speelt ras en variëteit een belangrijke rol. Daarnaast zijn ook allerlei intensiverende maatregelen, zoals teeltverlenging, belichting en  $CO_2$ -doseren van invloed op de productie. Ook is de hoeveelheid licht van belang. De lichtsom ( $kJ/cm^2$ ) is de laatste drie jaren hoger dan gemiddeld. Met name 2003 was een zeer lichtrijk jaar. Nog nooit was de globale instraling gemeten bij het weerstation in Den Bilt in de periode van de monitoring van de EE-index (vanaf 1980) zo hoog als in 2003. Gemiddeld was het bijna 15% lichter dan het langjarig gemiddelde en 10% lichter dan het eveneens relatief lichtrijke 2002.

In 2003 heeft zich de stijgende trend in de fysieke productie opnieuw doorgezet. Nadat de fysieke productie per  $m^2$  in 2002 al met 2% gestegen was ten opzichte van 2001, nam in 2003 de fysieke productie per  $m^2$  gemiddeld met 1,5% toe.

In figuur 3.3 zijn de ontwikkelingen in de fysieke productie per  $m^2$  en het primair brandstofverbruik per  $m^2$  tegen elkaar uitgezet. Op basis van de cijfers van 2000/2001 en de voorlopige cijfers voor 2002 werd vorig jaar een ontkoppeling tussen de fysieke productie per  $m^2$  en het primair brandstofverbruik per  $m^2$ , dat wil zeggen een afname van primair brandstofverbruik per  $m^2$  bij een toename van de fysieke productie per  $m^2$ , voorzien. Uit de definitieve cijfers voor 2002 blijkt dat deze verwachte ontkoppeling zich in 2002 niet heeft voortgezet.



*Figuur 3.3* Ontwikkeling van het primair brandstofverbruik per  $m^2$  gecorrigeerd voor temperatuur en de fysieke productie per  $m^2$  in de periode 1980-2003

r = raming  
Bron: LEI.

### *Areaal glastuinbouw*

De ontwikkeling in het areaal glastuinbouw heeft geen directe invloed op de EE-index aangezien deze uitgedrukt wordt in het primair brandstofverbruik per eenheid product, maar beïnvloedt daarentegen wel de absolute CO<sub>2</sub>-emissie van de sector.

Het areaal glastuinbouw is de laatste jaren redelijk stabiel en laat van jaar tot jaar kleine fluctuaties zien. In 2002 is het areaal glastuinbouw (exclusief opkweek) met 41 ha licht gegroeid tot totaal 10.191 ha (bijlage 1). In 2003 daarentegen daalde het areaal glastuinbouw (exclusief opkweek) met 25 ha licht tot 10.166 ha. Deze daling werd volledig veroorzaakt door snijbloemen; het areaal snijbloemen nam met 102 ha af. Het areaal glasgroenten (+ 30 ha) en het areaal pot- en perkplanten (+ 47 ha) vertoonden een lichte toename.

### **3.5 Effect restwarmte- en w/k-projecten**

Al jarenlang is door de glastuinbouwsector veel energie bespaard (vermeden) door gebruik te maken van restwarmte en de inzet van w/k-installaties (gasmotoren) van energiebedrijven. In 2002 is in totaal circa 290 miljoen m<sup>3</sup> a.e. bespaard, waarvan circa 100 miljoen m<sup>3</sup> a.e. met restwarmte en 190 miljoen m<sup>3</sup> a.e. met w/k-warmte van energiebedrijven (tabel 3.6). Het totale effect hiervan op de EE-index is 3,5 à 4%-punten. Dit betekent concreet dat de EE-index van de glastuinbouw in 2002 op 56% zou zijn uitgekomen indien de sector geen restwarmte en w/k-warmte van energiebedrijven had afgenomen, maar in plaats daarvan de benodigde warmte met aardgasgestookte ketels had opgewekt. Het effect op de CO<sub>2</sub>-index is nog groter; bijna 7%-punten. De CO<sub>2</sub>-index zou dan 107% bedragen.

Voor 2003 zijn dergelijke berekeningen nog niet mogelijk. De eerste cijfers duiden erop dat in 2003 door de sector minder restwarmte en w/k-warmte van energiebedrijven is gebruikt (hoofdstuk 5). Dit zou betekenen dat hiermee ook minder energie bespaard (vermeden) is in vergelijking met 2002.

Tabel 3.6 *Effect restwarmte en w/k-projecten in 2002 op het primair brandstofverbruik, de EE-index en de CO<sub>2</sub>-index*

	Primair brandstof-besparing (10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> a.e.)	Effect op EE-index a) (%)	Effect op CO <sub>2</sub> -index a) (%)
Restwarmte	100	1,25	2,25
W/k-installaties van energiebedrijven	190	2,50	4,50

a) afronding op 0,25%-punten.

Bron: LEI.

## 4. Ontwikkeling energiebesparende opties en energievragende activiteiten op de bedrijven

### 4.1 Inleiding

In dit hoofdstuk zijn de ontwikkelingen in de penetratiegraden van de belangrijkste energiebesparende opties (paragraaf 4.2) en energievragende activiteiten (paragraaf 4.4) op de bedrijven t/m 2003 beschreven en grafisch weergegeven. De penetratiegraden over de periode t/m eind 2001 zijn bepaald op basis van bedrijfsbezoeken en/of een belronde onder de deelnemende glastuinbouwbedrijven aan het Informatienet van het LEI. Vanaf eind 2002 worden de penetratiegraden bepaald op basis van alleen een belronde. Vanwege de overgang naar een andere wijze van gegevensverzameling zijn van een aantal opties alleen cijfers tot en met 2001 beschikbaar. Een schatting van het vermeden energiegebruik door energiebesparende opties is terug te vinden in paragraaf 4.3.

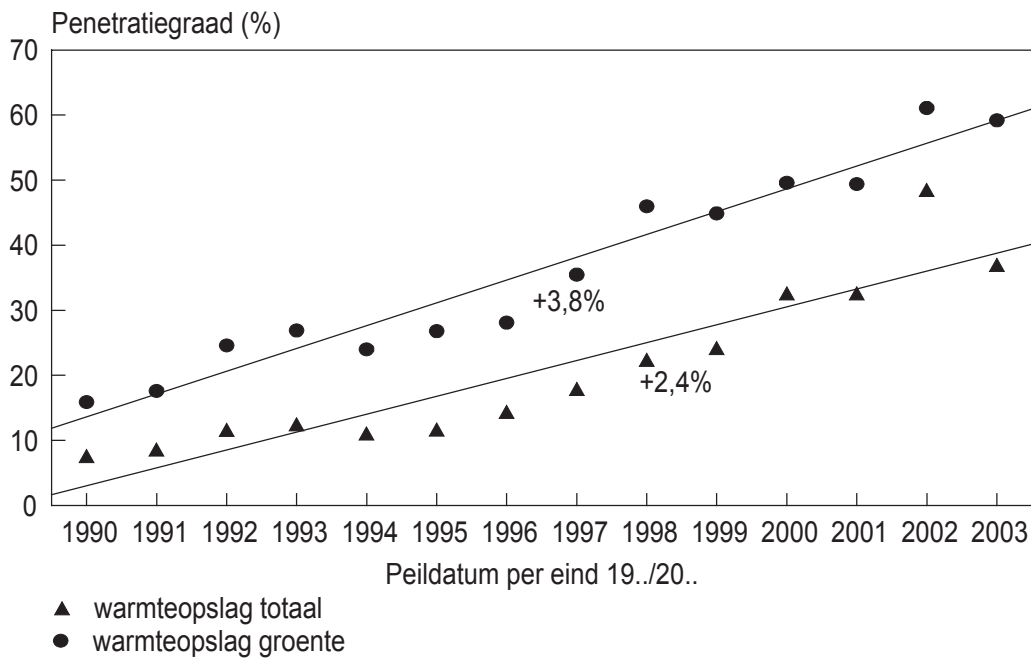
### 4.2 Penetratiegraden energiebesparende opties

#### *Klimaatcomputer*

Per eind 2003 is op 95% van alle glastuinbouwbedrijven een klimaatcomputer aanwezig. Met behulp van klimaatcomputers kan met energiebesparende maatregelen meer energie bespaard worden, dan zonder. Het belang van een klimaatcomputer moet dan ook niet worden onderschat. Naarmate klimaatcomputers van recentere aanschafdatum zijn of een recent software hebben, bieden deze meer mogelijkheden om energie te besparen. De laatste twee jaren hebben veel bedrijven een (nieuwe) klimaatcomputer aangeschaft of geïnvesteerd in nieuwe software als reactie op de liberalisering van de aardgasmarkt en de eisen die dit stelt aan klimaatcomputers.

#### *Warmteopslag*

Het aandeel bedrijven met een warmteopslagtank is de laatste jaren sterk toegenomen. Al lijkt op basis van de trendmatige ontwikkeling over de laatste tien jaar de grote expansie van de laatste jaren iets af te nemen. De penetratiegraad voor de gehele sector per eind 2003 bedroeg 37% van de bedrijven. Voor glasgroentebedrijven is deze penetratiegraad 59% (figuur 4.1). De drijvende krachten achter de toename van het aantal bedrijven met warmteopslag zijn: CO<sub>2</sub>-toediening in perioden zonder warmtevraag, assimilatiebelichting met elektriciteitsvoorziening door middel van een eigen w/k-installatie en de liberalisering van de aardgasmarkt. De sommatie van deze krachten resulteert in een gestage groei van de penetratiegraad.



Figuur 4.1 Aandeel bedrijven met een warmteopslagtank in de periode eind 1990-eind 2003 (gemiddelde mutatie in %-punten per jaar)

Bron: Informatienet LEI.

De toename van de gemiddelde bufferinhoud lijkt na jaren van toename tot stilstand te zijn gekomen (tabel 4.1). Alleen bij sierteeltbedrijven is er nog een toename in 2001 ten opzichte van 2000. De laatste jaren is er een tendens, om in plaats van liggende warmteopslagtanks, te investeren in staande warmteopslagtanks. Qua prestaties verschillen beide typen niet. Wel zijn staande warmteopslagtanks relatief goedkoper en is het ruimtebeslag kleiner (Vrieze, 2004).

Tabel 4.1 Ontwikkeling gemiddelde bufferinhoud (m<sup>3</sup>/ha) in de periode 1991-eind 2001

	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
Alle bedrijven	56	60	63	66	77	75	82	85	94	104	104
Glasgroente- bedrijven	60	65	69	72	81	77	82	87	95	104	103
Sierteelt- bedrijven	30	31	32	32	40	66	81	78	91	103	106

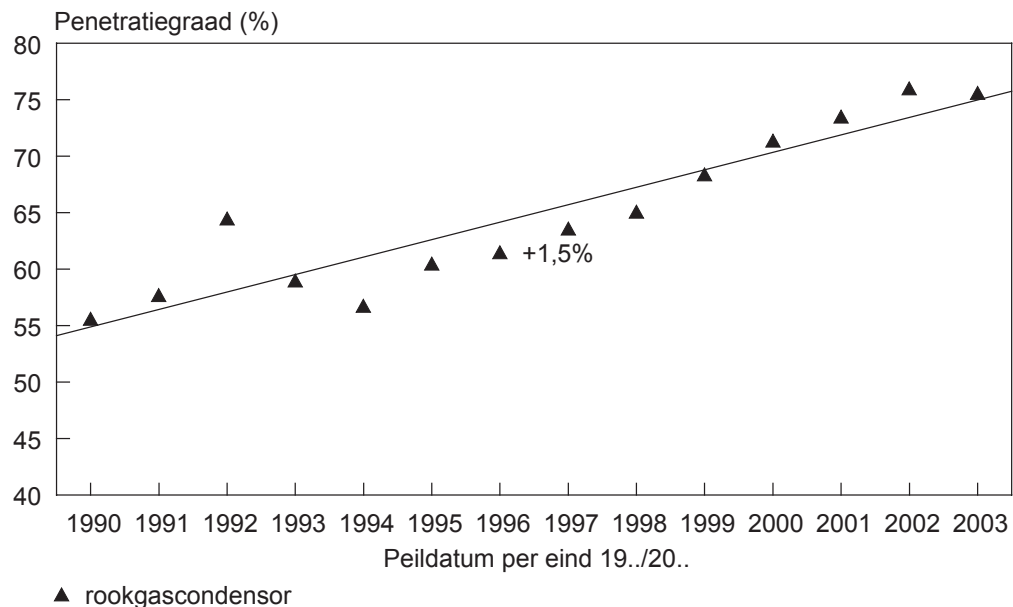
Bron: Informatienet LEI.

#### Condensor en verdeling condensortypen

Eind 2003 is 76% van de verwarmingsketels voorzien van een rookgascondensor (figuur 4.2). De stijging is de laatste jaren vrij constant en bedraagt jaarlijks circa 1,5%-punten.

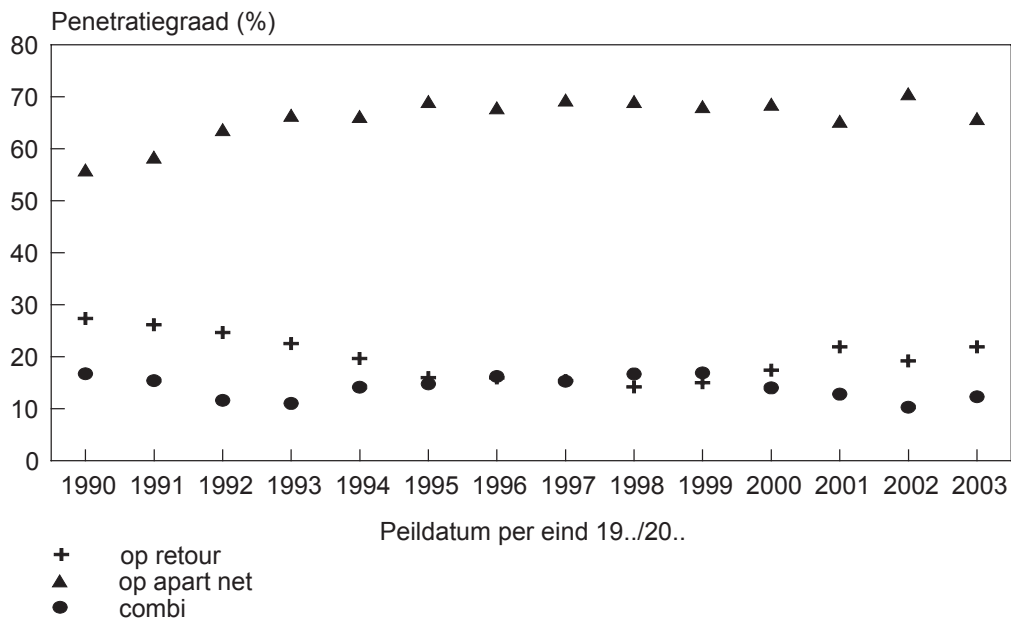
De besparing, die met een condensor behaald kan worden, is afhankelijk van het type. De hoogste maximale besparing kan met een combicondensor worden gehaald (14%), ge-

volgd door een condensor op apart net (10%) en tenslotte een condensor op retour (4%) (Van Rijssel, 1983). In de praktijk zijn deze rendementen lager. Om een hogere temperatuur in het laagwaardige verwarmingsnet te realiseren, dan met behulp van de rookgascondensor mogelijk is, wordt vaak warmte uit de verwarmingsketel bijgemengd. Dit bijmengen is nadelig voor het rendement van de condensor, omdat de retourtemperatuur van het laagwaardige net hoger wordt.



Figuur 4.2 Aandeel ketels met een condensor in de periode eind 1990-eind 2003 (gemiddelde mutatie in %-punten per jaar)  
Bron: Informatienet LEI.

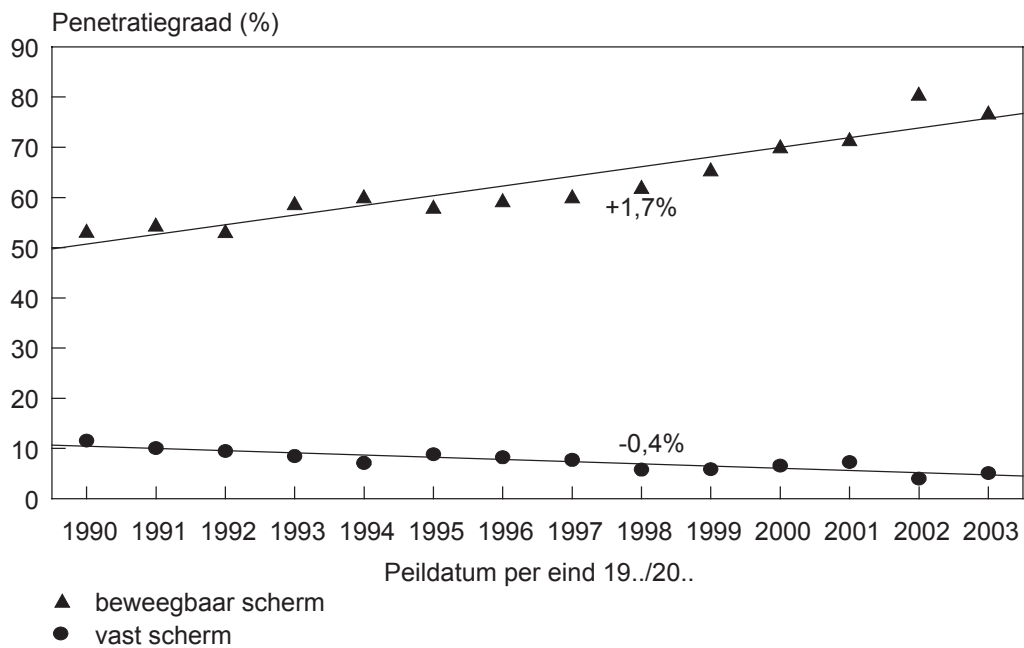
Condensoren aangesloten op een apart net zijn met 66% eind 2003 het meest voorkomende type (figuur 4.3). Het aandeel van de rookgascondensor aangesloten op de retourleiding is 22%. Het aandeel combicondensoren is 12%. De laatste jaren is een afname van de penetratiegraad van combicondensoren waarneembaar, terwijl de penetratiegraad van alle condensoren min of meer stabiel is. Deze ontwikkeling houdt in dat er met rookgascondensoren netto minder energie wordt bespaard. Door de verschuiving van combicondensoren naar condensoren op apart net is de geschatte energiebesparing door condensoren van 2003 ten opzichte van 1998 teruggelopen met 0,5%.



*Figuur 4.3 Onderverdeling van condensortypen in de periode eind 1990-eind 2003 (gemiddelde mutatie in %-punten per jaar)*  
 Bron: Informatienet LEI.

### Schermen

Per eind 2003 bedroeg de penetratiegraad van beweegbare schermen 77%. Over de laatste tien jaar is de gemiddelde stijging tot en met 2003 1,7% per jaar (figuur 4.4).



*Figuur 4.4 Aandeel areaal met een scherm in de periode eind 1990-eind 2003 (gemiddelde mutatie in %-punten per jaar)*

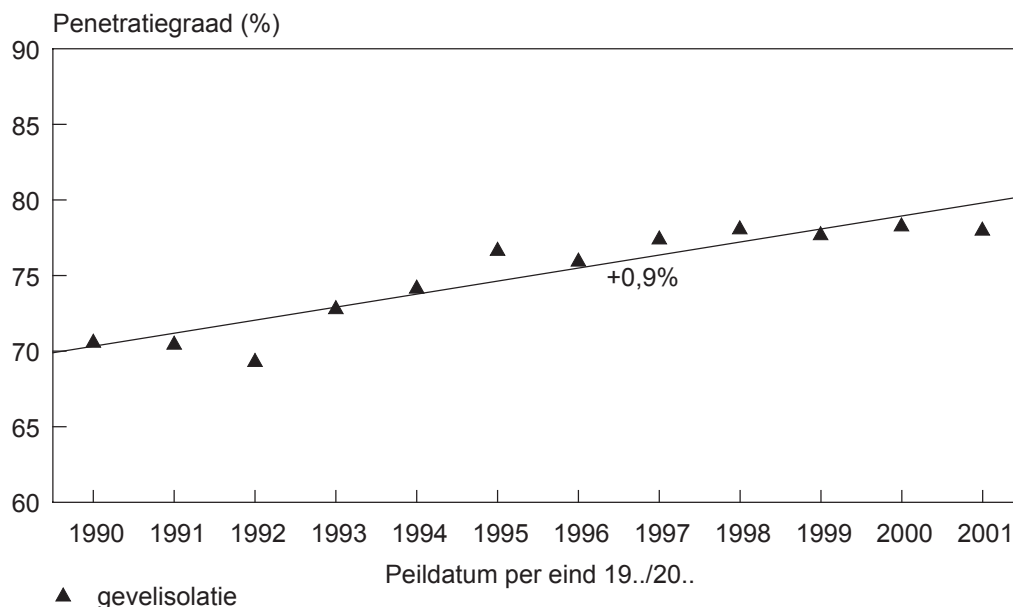
Bron: Informatienet LEI.

Ondanks de al vrij hoge penetratiegraad per eind 2003 zal naar verwachting het areaal met een beweegbaar scherm de komende jaren verder stijgen mede onder invloed van de liberalisering van de energiemarkt en het willen voldoen aan de vastgestelde energienormen per gewas in het kader van het Besluit Glastuinbouw. Het percentage areaal met een vast scherm daalde daarentegen de laatste jaren. Per saldo heeft deze ontwikkeling een extra energiebesparing tot gevolg.

Opvallend is de toename van de penetratiegraad van beweegbare en vaste schermen bij tomaat. In 1998 bedroeg de penetratiegraad voor beweegbare schermen op tomatenbedrijven circa 16% (Van der Velden et al., 2001), terwijl dit per eind 2003 is toegenomen tot circa 38% van het areaal. Door een geringer aantal schermuren is de besparing die bij tomaat met een scherm wordt gerealiseerd gemiddeld minder dan bij andere gewassen. Uit een onderzoek naar schermgebruik, uitgevoerd in 1995, blijkt dat gemiddeld bij tomaat 10% energie op jaarbasis wordt bespaard (Van der Sluis et al., 1995). De drijvende kracht achter de toegenomen penetratiegraad van beweegbare schermen bij tomaat is de liberalisering van de aardgasmarkt geweest. Naast de ontwikkeling van de penetratiegraad van beweegbare schermen is bij tomaat ook de penetratiegraad van vaste schermen toegenomen. Deze bedroeg per eind 2003 bij tomaat ongeveer 23% tegen 1% van het areaal in 1998.

### Gevelisolatie

De penetratiegraad van gevelisolatie is de laatste vier jaar niet zo sterk toegenomen als daarvoor (figuur 4.5). Op belichtende bedrijven houdt de toepassing van gevelschermen verband met de eisen voor lichtuitstoot bij belichting. Per eind 2001 bedroeg de penetratiegraad 78%; dat wil zeggen dat 78% van de geveloppervlakte wordt op enige wijze is geïsoleerd. De aandelen van de verschillende soorten van gevelisolatie zijn: beweegbaar scherm (37%), folie (33%), dubbel glas (24%), coating (3%) en kunststof (3%).



Figuur 4.5 Aandeel geveloppervlakte met een gevelisolatie in de periode eind 1990-eind 2001 (gemiddelde mutatie in %-punten per jaar)

Bron: Informatienet LEI.

### *Nieuwe ontwikkelingen*

De glastuinbouwsector is in samenwerking met derden continue bezig met de ontwikkeling van nieuwe energiebesparende opties. Een recente ontwikkeling is het concept van de zogenaamde 'gesloten kas'. In teeltseizoen 2004 wordt dit principe voor het eerst toegepast op een tomatenbedrijf. Binnen dit concept wordt ernaar gestreefd de luchtramen het gehele jaar door gesloten te houden. Bij te hoog oplopende temperaturen in de kassen wordt de kaslucht gekoeld. De warmte die hierbij vrijkomt, wordt opgeslagen in een aquifer en wordt 's winters aangewend in de kas. Het koelen in de zomer en verwarmen in de winter gaat met behulp van een warmtepomp. Als deze opzet slaagt, kan veel energie bespaard worden. Het bijkomende voordeel van het gesloten-kas-principe is dat 's zomers met gesloten luchtramen veel effectiever CO<sub>2</sub> via de ketel gedoseerd kan worden. Dit heeft zowel effect op het energiegebruik als op de fysieke productie.

### **4.3 Energiebesparing met energiebesparende opties**

Uit paragraaf 4.2 is naar voren gekomen dat de penetratiegraad van de belangrijkste energiebesparende opties, zoals beweegbaar scherm, condensor en warmteopslag, gemiddeld met 1 à 2%-punten per jaar toeneemt. Met deze jaarlijkse stijging van de penetratiegraden van de energiebesparende opties neemt ook de bijdrage aan de totale energiebesparing door de sector toe. Door het LEI is een methode ontwikkeld om deze besparing te schatten (Bakker et al., 1998).

Een indicatie van de totale brandstofbesparing<sup>1</sup> door energiebesparende opties wordt verkregen door de ontwikkeling in de penetratiegraad per energiebesparende optie te vermenigvuldigen met een 'gemiddeld' besparingspercentage per optie. De gemiddelde besparingspercentage per optie zijn afgeleid uit diverse onderzoeken en zijn vermeld in tabel 4.2, waarbij verondersteld is dat de gemiddelde besparingspercentages in de loop van de tijd constant zijn.

*Tabel 4.2 'Gemiddelde' besparingspercentage per energiebesparende optie*

<i>Energiebesparende optie</i>	<i>Gemiddelde besparingspercentage (%)</i>
Condensor, op retour	3,4
Condensor, op apart net	7,5
Condensor, combi	9,9
Klimaatcomputer	3
Scherm, vast	10
Scherm, beweegbaar	20
Warmteopslagtank	4,2

Bron: Bakker et al, 1998.

Voor de periode 1993-2003 is een schatting gemaakt van de brandstofbesparing (vermeden energiegebruik) door de toename van de penetratiegraad van energiebesparende opties ten opzichte van het basisjaar 1992. In 1992 bedroeg het brandstofverbruik door de sector 4.399 miljoen m<sup>3</sup> a.e (na temperatuurcorrectie). Voor 1993 is berekend dat ten op-

<sup>1</sup> Aardgas, olie, restwarmte en w/k-warmte.



zichte van 1992 1,1% brandstof bespaard is door de toename van de penetratiegraad van diverse energiebesparende opties. Dit komt overeen met circa 50 miljoen m<sup>3</sup> a.e. Voor de jaren na 1993 is dezelfde berekening uitgevoerd. Uit tabel 4.3 blijkt dat in de periode 1993-2003 het geschatte vermeden energiegebruik (brandstofbesparing) door toename van de penetratiegraden van energiebesparende opties is opgelopen van circa 50 tot bijna 340 miljoen m<sup>3</sup> a.e. Dit geldt voor de gehele sector.

Tabel 4.3 *Indicatie brandstofbesparing (10\*6 m<sup>3</sup> a.e) door toename energiebesparende opties ten opzichte van het basisjaar 1992*

	<i>Besparing t.o.v. 1992 (%)</i>	<i>Brandstofbesparing t.o.v 1992 (10*6 m<sup>3</sup> a.e.) a)</i>
<i>Totaal brandstofverbruik na temperatuurcorrectie in 1992 : 4.339 (10*6 m<sup>3</sup> a.e.)</i>		
1993	1,1	50
1994	1,5	65
1995	1,5	65
1996	2,0	85
1997	2,1	90
1998	2,8	120
1999	3,7	160
2000	4,9	210
2001	5,5	240
2002	7,3	320
2003	7,8	340

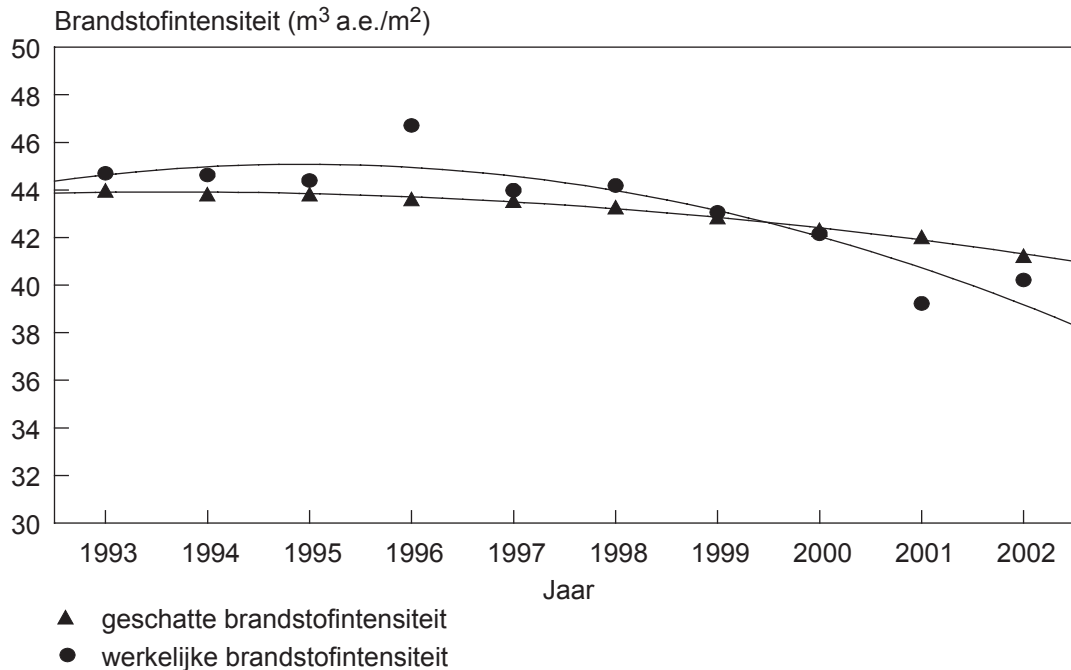
a) De brandstofbesparing is afgerond op 5 miljoen m<sup>3</sup>.

Bron: LEI.

Voor 1993 is met behulp van de hierboven beschreven methode berekend dat ten opzichte van 1992 1,1% brandstof bespaard is door de toename van de penetratiegraad van diverse energiebesparende opties. Hierdoor kan de brandstofintensiteit per m<sup>2</sup> voor 1993 bij benadering als volgt geschat worden:  $44,5 - (1,1/100) * 44,5 = 44 \text{ m}^3 \text{ a.e.}$  Vervolgens is de geschatte brandstofintensiteit afgezet tegen de werkelijke brandstofintensiteit (figuur 4.6). In werkelijkheid bedroeg in 1993 de gemiddelde brandstofintensiteit 44,70 m<sup>3</sup> a.e. Het verschil tussen werkelijkheid en de schatting bedraagt dus 0,7 m<sup>3</sup> a.e. In figuur 4.6 is het verloop van de geschatte brandstofintensiteit per jaar, vergeleken met de werkelijk gerealiseerde brandstofintensiteit per jaar weergegeven voor de jaren 1993-2002.

Uit figuur 4.6 blijkt dat het verschil in geschatte brandstofintensiteit en de werkelijke brandstofintensiteit voor de periode 1993-2002 uiteenloopt van -3,8 tot 3,1 m<sup>3</sup> a.e. per m<sup>2</sup>. Opvallend is dat tot en met 1999 de geschatte waarden lager zijn dan de werkelijke waarden, terwijl vanaf 2000 de geschatte waarden hoger zijn dan de werkelijke waarden. Het verschil tussen geschatte- en werkelijke waarde wordt veroorzaakt door andere factoren dan energiebesparende opties die van invloed zijn op de brandstofintensiteit. De belangrijkste van deze factoren zijn: energie-intensiverende maatregelen, de hoogte van de gasprijs, energiebesparende maatregelen die niet in de schatting zijn betrokken, de leeftijd van het kassenbestand. Bovendien zijn naar verwachting de gemiddelde besparingspercentages van de energiebesparende opties in de periode 1993-2002 verbeterd doordat deze opties sec verbeterd zijn (bijvoorbeeld dubbele schermen) en de opties beter en effectiever ingezet worden. Tot 2000 zorgden deze factoren per saldo voor een hogere brandstofintensiteit. Vanaf 2000 zorgden de-

ze factoren per saldo juist voor een lagere brandstofintensiteit. Deze kentering is het gevolg van de toename van de penetratiegraad van energiebesparende opties met daarbij een betere benutting door technische verbetering van deze opties. Daarnaast speelde de hoogte van de gasprijs de laatste jaren ongetwijfeld een belangrijke rol (paragraaf 3.4).



Figuur 4.6 Geschatte brandstofintensiteit en werkelijk gerealiseerde brandstofintensiteit in de periode 1993-2002

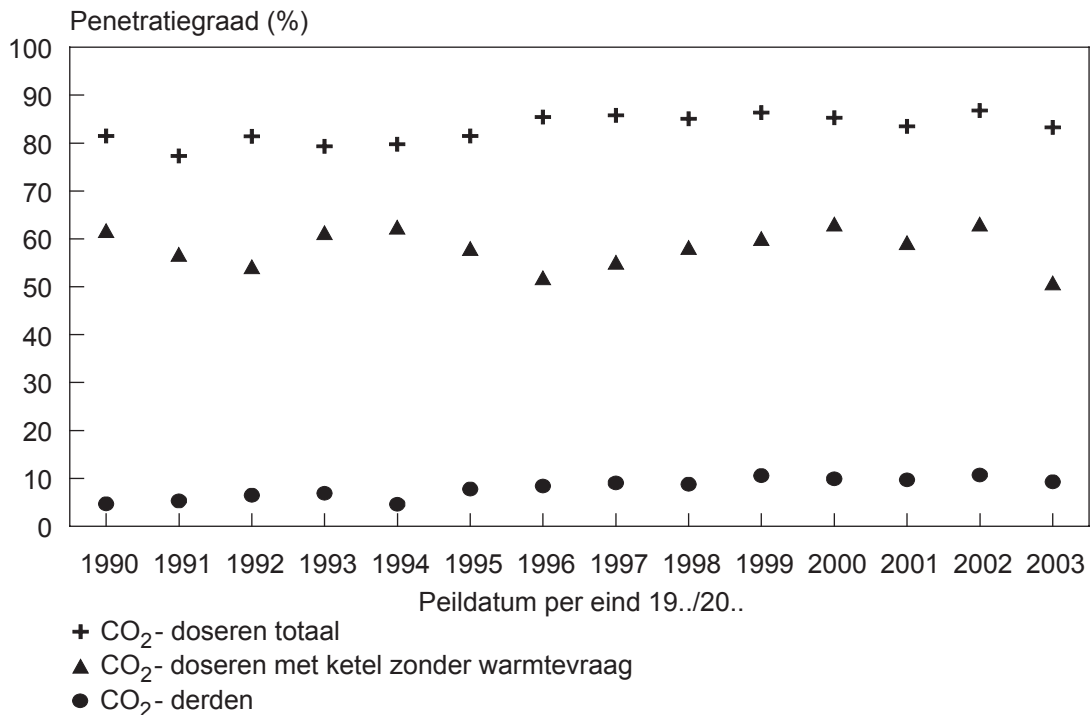
Bron: LEI.

#### 4.4 Penetratiegraden energievragende activiteiten

##### *CO<sub>2</sub>-doser*

De gemiddelde toename van het aandeel bedrijven dat CO<sub>2</sub> doseert, bedraagt 0,5%-punt per jaar. Per eind 2003 werd door 87% van de bedrijven CO<sub>2</sub> gedoseerd (figuur 4.7). Eind 2003 werd op 9% van de bedrijven CO<sub>2</sub> van derden toegediend. Hierbij moet gedacht worden aan zuivere CO<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub> uit rookgassen van elektriciteitscentrales en CO<sub>2</sub> uit gereinigde rookgassen van warmte/kracht-installaties van energiebedrijven.

51% van de bedrijven die CO<sub>2</sub> doseren met de ketel, doen dit ook wanneer er geen warmtevraag is. Het percentage bedrijven dat CO<sub>2</sub>-doseert in perioden zonder warmtevraag is in 2003 ten opzichte van 2002 sterk afgenomen. Een verklaring hiervoor ontbreekt.



Figuur 4.7 Aandeel bedrijven met CO<sub>2</sub>-dosering in de periode eind 1990-eind 2002 (gemiddelde mutatie in %-punten per jaar)

Bron: Informatienet LEI.

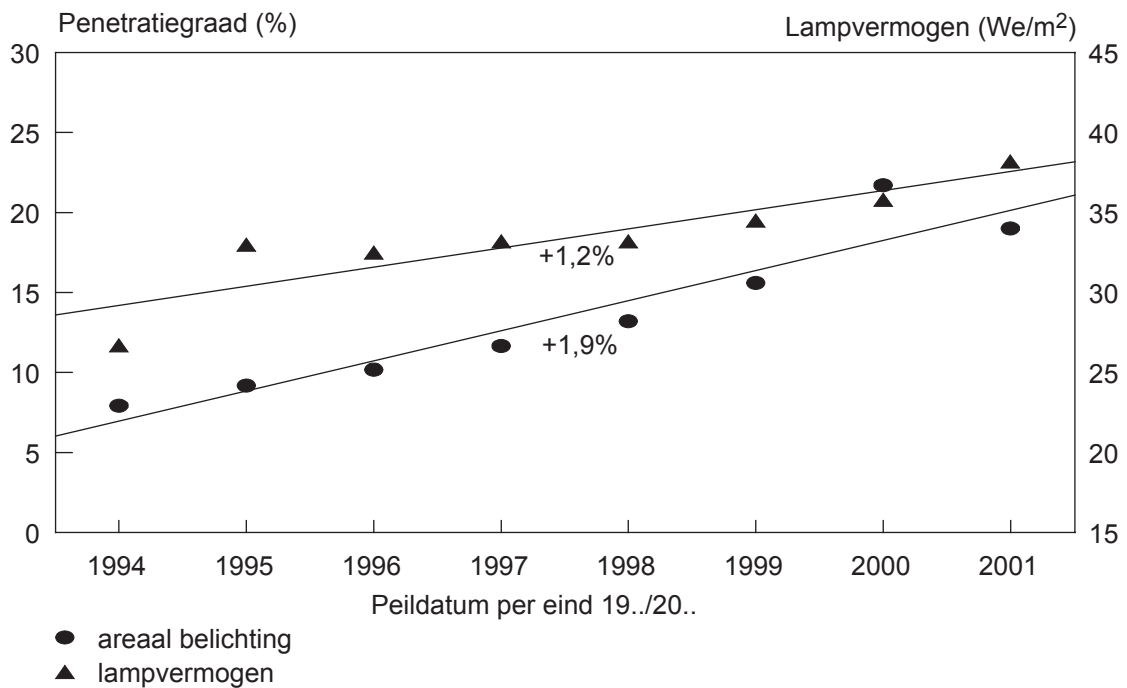
#### Minimum buis

Eind 2001 werd bij 79% van de bedrijven met buisverwarming een minimum buisregeling toegepast. Een minimum buis wordt ingezet om een droger klimaat in de kas te krijgen. Van de bedrijven die een minimum buistemperatuur hanteren doet 83% dat voor een droger klimaat en 15% voor een combinatie van kasklimaat en voor CO<sub>2</sub>-dosering, omdat er meer CO<sub>2</sub> kan worden gedoseerd met de ketel.

#### Belichting

Het areaal met belichting (exclusief belichting door bloeibeïnvloeding) vertoont vanaf 1994 een stijgende tendens (+1,9% per jaar). Per eind 2001<sup>1</sup> werd op circa 19% van het areaal belichting toegepast (figuur 4.8). Per eind 2001 is het areaal belichting afgenomen ten opzichte van 2000. Deze daling is grotendeels een steekproefeffect als gevolg van verversing en uitbreiding van de steekproef. De toename van het lampvermogen per m<sup>2</sup> zet zich door en bedroeg per eind 2001 38 W/m<sup>2</sup> (figuur 4.8).

<sup>1</sup> Met ingang van 2005 wordt het areaal belichting en het lampvermogen per m<sup>2</sup> in de belronde opgenomen, zodat er weer een penetratiegraad per eind 2004 bepaald kan worden.



Figuur 4.8 Aandeel areaal met belichting en gemiddeld lampvermogen in de periode eind 1994-eind 2001 (gemiddelde mutatie in %-punten per jaar)

Bron: Informatienet LEI.

Door het College van Deskundigen, dat samengesteld is in het kader van de evaluatie van de energienormen per gewas, is het areaal belichting (exclusief opkweek) in 2003 geschat op 2.050 ha (De Groot en Ruijs, 2004). Het areaal belichting is onderverdeeld naar: circa 1.630 ha snijbloemen, circa 380 ha potplanten en circa 40 ha glasgroenten. Kenmerkend voor belichting bij glasgroenten is de relatief hoge belichtingsintensiteit en relatief lage aantal belichtingsuren per jaar.

Het gemiddeld aantal belichtingsuren was in 2001 3.025 uur per jaar. In tabel 4.4 is een klassenindeling (frequentietabel) weergegeven van de belichtingsuren per jaar en de belichtingsintensiteit ( $W_e/m^2$ ) in relatie tot de belichtingsuren (klasse). Uit tabel 4.4 kan worden geconcludeerd dat de spreiding rondom het gemiddeld aantal belichtingsuren en de belichtingsintensiteit groot is. Verder blijkt dat bij een hogere belichtingsintensiteit meer uren per jaar wordt belicht.

Tabel 4.4 Aandeel bedrijven en gemiddelde belichtingsintensiteit naar klassenindeling van totaal aantal belichtingsuren in 2001

Aantal belichtingsuren	<=1000	>1000 <=2000	>2000 <=3000	>3000 <=4000	>4000 <=5000	>5000
Aandeel bedrijven (%)	5	19	23	24	23	6
Belichtings-intensiteit ( $W_e/m^2$ )	35	29	35	42	42	49

Bron: Informatienet LEI.

Het totale areaal belichting bedroeg in 2001 circa 1.900 ha. Bij het gewas roos, waarvan circa 800 ha wordt belicht, bedroeg de gemiddelde belichtingsintensiteit  $43 \text{ W}/\text{m}^2$  (Benninga 2004). Geschat is dat in 2001 bij roos gemiddeld 4.000 uur per jaar belicht werd (Benninga 2004). Hieruit kan afgeleid worden dat de overige 1.100 ha belichting bij andere gewassen dan roos gemiddeld circa 2.300 uur per jaar belichten met een intensiteit van circa  $35 \text{ W}/\text{m}^2$ .

Eventuele warmteoverschotten die bij belichting ontstaan zijn afhankelijk van een aantal factoren, namelijk de wijze van elektriciteitsvoorziening (eigen w/k-installatie of belichting uit het net), het aantal belichtingsuren per jaar en de belichtingsintensiteit. Daarnaast geven de lampen ook warmte af en draagt de  $\text{CO}_2$ -voorziening via de ketel bij aan het ontstaan van warmteoverschotten. Van het belichte areaal heeft 75% een eigen w/k-installatie (tabel 4.5). Het gemiddelde w/k-vermogen per  $\text{m}^2$  is  $33 \text{ W}/\text{m}^2$ . Bedrijven met eigen w/k-installatie belichten veel meer uren per jaar en met een hogere intensiteit. Het elektriciteitsgebruik van bedrijven met eigen w/k-installatie is, voornamelijk door de hogere belichtingsintensiteit en het hogere aantal belichtingsuren per jaar, hoger dan dat van de bedrijven zonder eigen w/k-installatie. Wat betreft de belichtingsintensiteit speelt de verhouding tussen het lampvermogen en het w/k-vermogen een doorslaggevende rol.

Tabel 4.5 *Het aandeel belichtende bedrijven met of zonder eigen w/k-installatie gerelateerd aan het gemiddeld aantal belichtingsuren per jaar, de belichtingsintensiteit en het elektriciteitsgebruik*

Kenmerken	Bedrijven met eigen w/k-installatie	Bedrijven zonder eigen w/k-installatie
Aandeel bedrijven (%)	75	25
Gemiddeld aantal belichtingsuren per jaar	3.425	1.780
Belichtingsintensiteit ( $\text{W}/\text{m}^2$ )	41	28
Elektriciteitsgebruik ( $\text{kWh}/\text{m}^2$ )	50	41

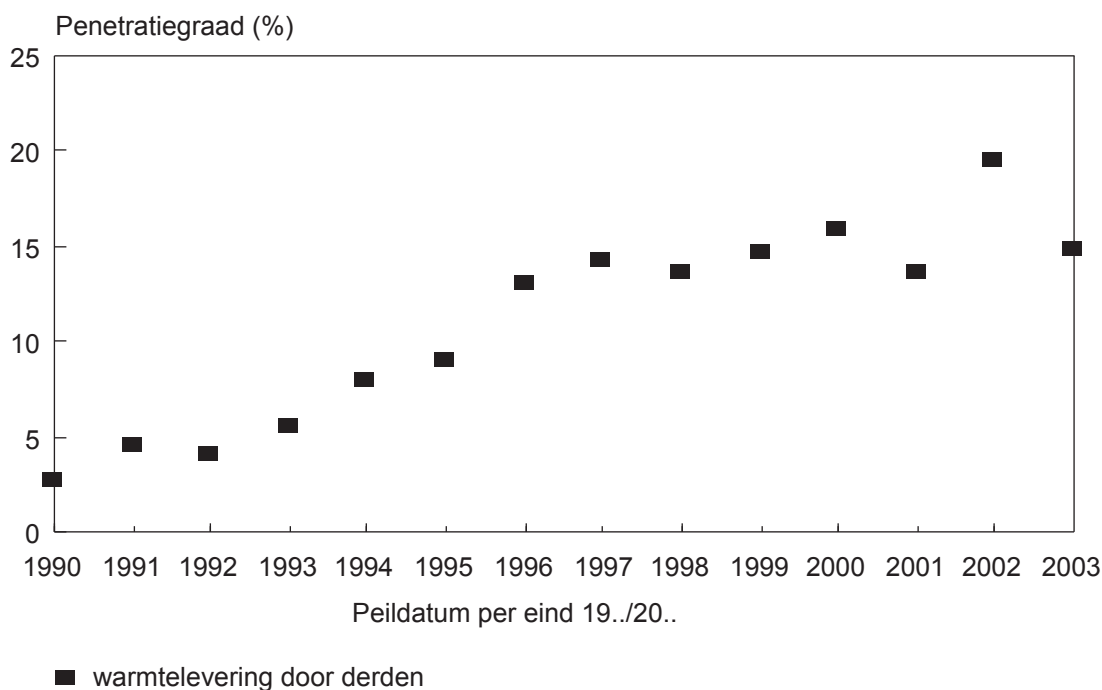
Bron: Informatienet LEI.

Een nieuwe techniek is de toepassing van mobiele belichting, waarbij een relatief hoge belichtingsintensiteit zich laag over het gewas beweegt. Het belangrijkste voordeel hiervan is een betere verdeling van het licht over het gewas, waardoor het gewas veel uniformer is dan bij vaste belichting. Vooralsnog is de penetratiegraad nog te gering om in het aandeel van de belichting tot uitdrukking te laten komen. Over het effect op de productie van mobiele belichting in relatie tot de belichtingsintensiteit bestaat nog onzekerheid.

## 5. Ontwikkeling restwarmte- en warmte/kracht-projecten

### 5.1 Inleiding

In dit hoofdstuk zijn de belangrijkste ontwikkelingen met de betrekking tot restwarmte- en warmte/kracht-projecten beschreven. Circa 15% van het totaal aantal glastuinbouwbedrijven nam eind 2003 restwarmte of warmte van w/k-installaties van energiebedrijven af (figuur 5.1). Het aandeel bedrijven met warmtelevering door derden vertoont de laatste drie jaar een grillig verloop. De hoge penetratiegraad per eind 2002 is grotendeels een steekproefeffect als gevolg van verversing en uitbreiding van de steekproef. Populatiecijfers geven aan dat het aantal bedrijven met een restwarmteaansluiting de laatste jaren vrij constant is (paragraaf 5.2). Het opgestelde w/k-vermogen van energiebedrijven laat echter wel een daling zien (paragraaf 5.3). In paragraaf 5.4 is dieper ingegaan op de ontwikkeling bij w/k-installaties die het eigendom zijn van tuinders.



Figuur 5.1 Aandeel bedrijven met warmtelevering door derden  
Bron: Informatienet LEI.

Restwarmte en w/k-warmte worden over het algemeen ingezet om in de basislast van de warmtebehoefte op een tuinbouwbedrijf te voorzien. In de overige warmtebehoefte wordt

in de meeste gevallen voorzien met een eigen ketel. Door een andere afrekenstructuur van de gaskosten dat samenhangt met de liberalisering van de energiemarkt is het minder aantrekkelijk geworden om in de basislast te voorzien met restwarmte of w/k-warmte, omdat de gasprijs voor de piek relatief hoog is. Een ander gevolg van de liberalisering van de energiemarkt, is de daling van de gemiddelde elektriciteitsprijs. Door deze daling is het produceren van elektriciteit met relatief kleine w/k-installaties duurder geworden ten opzichte van grote elektriciteitscentrales. Ook in 2003 heeft de liberalisering van de energiemarkt gevolgen gehad op de ontwikkeling van restwarmte- en w/k-projecten. Hierop is in de volgende paragrafen specifiek ingegaan.

## 5.2 Restwarmteprojecten

### *Aantal bedrijven en afgenomen hoeveelheid restwarmte*

In de B-driehoek is in 2003 het aantal bedrijven met restwarmteaansluiting gelijk gebleven. Wel steeg de afgenomen restwarmte in deze regio met 1,5%. In het gebied rond Klazienaveen steeg het aantal aansluitingen van glastuinbouwbedrijven van 35 in 2002 tot 41 in 2003. Daarentegen werd 13% minder restwarmte afgenomen dan in 2002. Bij het restwarmteproject in Erica bleef het aantal aansluitingen ten opzichte van 2002 gelijk aan 44. Het totale verbruik aan restwarmte nam in deze regio toe met 0,8%. Van de projecten in de Plukmadese polder, overig West-Brabant en Asten omgeving zijn geen cijfers voor 2003 ontvangen. Om deze reden is bij verdere berekeningen uitgegaan van hetzelfde aantal aansluitingen en dezelfde hoeveelheid afgenomen warmte als in 2002. In 2003 waren in Nederland zes bedrijven meer aangesloten en bedroeg het in totaal 321 aansluitingen (tabel 5.1). Deze stijging kwam geheel ten goede aan de regio Klazienaveen. De lichte daling van het aantal bedrijven met een restwarmteaansluiting vanaf 2001, lijkt tijdelijk te zijn gestopt. In totaal is de afgenomen hoeveelheid restwarmte marginaal in absolute zin met 0,5% gestegen (geen rekening gehouden met temperatuurcorrectie). De lichte stijging is opvallend, omdat er vanaf 1999 sprake is van een daling.

De gemiddelde dekkingsgraad is alleen bekend van het restwarmteproject in de B-driehoek. De gemiddelde dekkingsgraad in 2003 was 85%. Dit hoge percentage is vooral het gevolg van het feit dat naast restwarmte ook rookgas-CO<sub>2</sub> is geleverd en bovendien het gemiddeld warmteleverend vermogen relatief hoog is.

Tabel 5.1 *Ontwikkeling van het aantal glastuinbouwbedrijven met een restwarmteaansluiting per begin 1991-2003<sup>v</sup>*

	1991	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003 <sup>v</sup>
Aantal restwarmteaansluitingen (bedrijven) a)	±88	94	93	330	338	335	345	337	315	321 <sup>b)</sup>

v = voorlopig.

a) Bron: restwarmteleveranciers; b) Schatting voor het aantal bedrijven in Noord-Brabant.

### *Liberalisering*

Op bedrijfsniveau moet een tuinder, die restwarmte afneemt, na de liberalisering gemiddeld een relatief hogere gasprijs betalen per kuub. Daarnaast heeft de elektriciteitscentrale te kampen met een lagere elektriciteitsprijs. Essent heeft aangegeven als gevolg van de liberalisering van de energiemarkt per 1 juli 2004 de restwarmteprojecten in Erica en Klazienaveen stop te zetten. De producent van warmte en CO<sub>2</sub> in de B-driehoek geeft aan nog steeds niet te kunnen zeggen of er op langere termijn toekomst is voor warmte- en CO<sub>2</sub>-project in de B-driehoek.

### *CO<sub>2</sub>-levering*

Bij de restwarmteprojecten in de Plukmadese polder, Erica, Klazienaveen en B-driehoek wordt naast warmte ook CO<sub>2</sub> geleverd. Alleen in geval van de B-driehoek is hier sprake van CO<sub>2</sub> uit de rookgassen van de centrale. Bij de andere projecten bestaat de mogelijkheid om zuivere CO<sub>2</sub> af te nemen. In 2003 is in B-driehoek 43 miljoen kg CO<sub>2</sub> geleverd. In Erica en Klazienaveen is 3,7 miljoen kg zuivere CO<sub>2</sub> geleverd aan de glastuinbouwbedrijven.

In 2004 lijkt, na jaren van plannen maken en onderhandelingen, schot te zitten in een project dat het mogelijk maakt om CO<sub>2</sub> uit de Botlek te leveren aan tuinders in het Westland en de B-driehoek. Het Botlek-CO<sub>2</sub> zal geleverd worden via een grotendeels bestaande pijpleiding. Tot eind mei 2004 hebben in totaal 400 tuinders, in areaal 1.100 ha, zich aangemeld. Het is de bedoeling van de projectontwikkelaars om medio 2005 te starten met het leveren van CO<sub>2</sub>.

Belangrijk voordeel van het gebruik van CO<sub>2</sub> van derden is de energiebesparing die dit tot gevolg heeft. In de situatie zonder CO<sub>2</sub> van derden wordt in de zomer namelijk een aanzienlijk deel van het gas verstoekt met als enig doel CO<sub>2</sub> te kunnen doseren, waarbij vaak slechts een deel van de vrijkomende warmte later nuttig aangewend kan worden.

## **5.3 W/k-installaties van energiebedrijven**

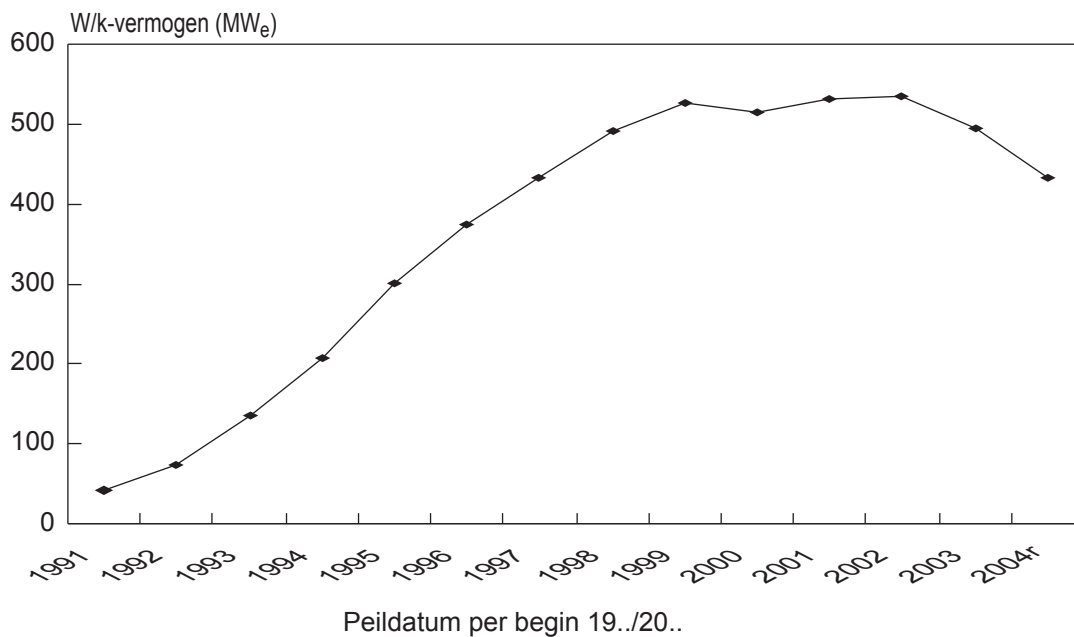
### *Totaal elektrisch vermogen*

In de jaren negentig zijn op veel niet-belichtende glastuinbouwbedrijven w/k-installaties neergezet door energiebedrijven. In deze situatie zet het energiebedrijf de geproduceerde elektriciteit zelf af op het openbare elektriciteitsnet. De betrokken glastuinbouwbedrijven kopen de warmte en voorzien daarmee in de basislast van de warmtebehoefte. Het gedeeltelijk voorzien in een basisbehoefte van warmte is door de liberalisering voor een tuinder minder financieel aantrekkelijk geworden. Door de daling van de gemiddelde elektriciteitsprijs heeft ook het energiebedrijf minder opbrengsten. Met als gevolg een daling van het aantal draaiuren van een w/k-installatie en een daling van het opgesteld vermogen. Deze beide ontwikkelingen leiden weer tot een minder gebruik van warmte van w/k-installaties van energiebedrijven.

De ontwikkeling in het opgestelde w/k-vermogen van energiebedrijven op glastuinbouwbedrijven is weergegeven in figuur 5.2. Het opgesteld vermogen groeide in de jaren negentig aanzienlijk. In de periode 1999-2002 stabiliseerde het opgesteld vermogen. In 2003 is er sprake van een scherpe daling van 61 ten opzichte van 2002. Ook het voorlopige cijfer voor 1 januari 2004 laat een duidelijke daling zien. De verwachting is dat de daling verder zal doorzetten in 2004. In 2003 is per saldo bij elk energiebedrijf, die w/k-installaties heeft staan bij glastuinbouwbedrijven, het opgesteld vermogen gedaald. De enige uitzondering hierop is



het bedrijf Deltagas dat gevestigd is in Zeeland. Bij dit bedrijf nam het opgesteld vermogen met 2,6 MW toe.



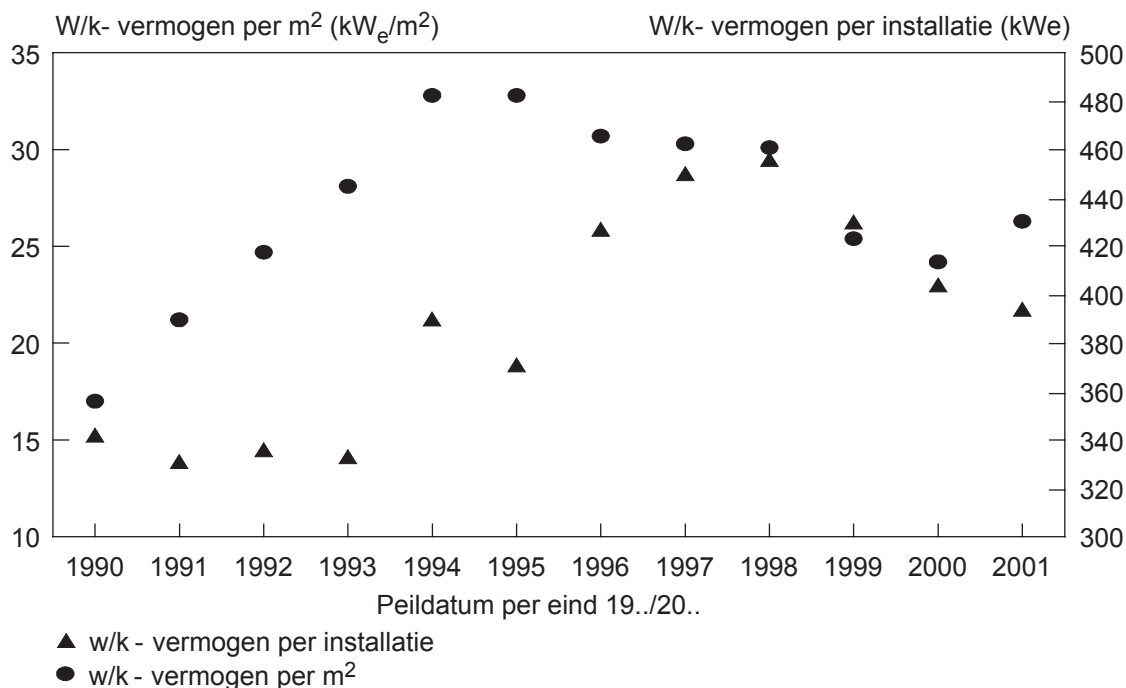
r = raming

Bron: LEI (1991,1992), PW/K en COGEN-Projects (1993 t/m 2004).

#### *Gemiddeld vermogen per w/k-installatie en per m<sup>2</sup>*

Vanaf 1999 tot 2001 is een daling van het gemiddeld opgesteld vermogen per w/k-installatie van energiebedrijven waar te nemen (figuur 5.3). In 2001 bedroeg uiteindelijk het gemiddeld vermogen per w/k-installatie 355 kWe. Een daling is op zich verwonderlijk, omdat juist de kleinere w/k-installaties door energiebedrijven uit bedrijf worden gehaald. De dalende trend kan alleen verklaard worden door een oververtegenwoordiging van kleinere w/k-installaties in de steekproef. Hoewel geen cijfers over 2002 en 2003 bekend zijn, is de verwachting dat het gemiddeld opgesteld vermogen per w/k-installatie is gestegen, vooral door het stopzetten van kleinere w/k-installaties en het in gebruik nemen van enkele grotere installaties. De nieuwe w/k-installaties, die nu nog geplaatst worden, hebben over het algemeen het minimale vermogen van 1 MWe.

Bij het w/k-vermogen per m<sup>2</sup> is in de periode 1996-2001 een dalende trend waar te nemen (figuur 5.3). Dit kan verklaard worden door het gelijk blijven van het vermogen en het toenemen van het kasoppervlakte van de bestaande bedrijven. Over het algemeen is het financieel onaanvaardbaar om de bestaande, goed functionerende w/k-installatie te vervangen door een groter exemplaar. Het w/k-vermogen per m<sup>2</sup> was in 2001 26,5 We/m<sup>2</sup>. De verwachting is dat in 2002 en 2003 het w/k-vermogen per m<sup>2</sup> min of meer stabiel is gebleven.



Figuur 5.3 Gemiddeld elektrisch vermogen per m<sup>2</sup> en per installatie van w/k-installaties van het energiebedrijf  
Bron: Informatienet LEI.

#### Areaal

Het areaal met een warmte/kracht-installatie van het energiebedrijf wordt elk jaar geschat en voor 2003 is dit 1.750 ha. Bij deze schatting is de aanname gedaan dat het opgesteld vermogen per m<sup>2</sup> in 2003 gelijk is gebleven aan 2001 (26,5 kWe per m<sup>2</sup>) en is uitgegaan van het gemiddeld opgesteld vermogen in 2003 van 463,5 MWe (figuur 5.2). Ten opzichte van 2002 is het areaal met w/k-installatie van het energiebedrijf met 300 ha gedaald.

#### Draaiuren en dekkingsgraad

De hoeveelheid opgewekte warmte is naast het opgesteld vermogen ook afhankelijk van de het aantal equivalente vollastdraaiuren. Als gevolg van de lage elektriciteitsprijs zijn de energiebedrijven afgestapt van maximalisatiestrategie wat betreft aantal draaiuren. Hierdoor heeft zich vanaf 2001 een sterke daling in het aantal draaiuren voorgedaan. Het aantal equivalente vollastdraaiuren bedroeg 2.700 uur in 2003. Dit is een daling van 250 uur ten opzichte van 2002. In 2000 was het aantal draaiuren nog gemiddeld 3.500 uur, terwijl het in 1992 nog 4.000 uur was.

Het opgestelde vermogen en het aantal draaiuren zijn in 2003 beide fors gedaald respectievelijk met 12,5% en 8,5%. Dit heeft tot gevolg dat door de glastuinbouwsector minder w/k-warmte is gebruikt. Ook de gemiddelde dekkingsgraad is de laatste jaren gedaald van gemiddeld 40% in 1997 tot 28% in 2002 (tabel 5.2).

Tabel 5.2 Totaal areaal en gemiddelde dekkingsgraad bij w/k-installaties van energiebedrijven in 1997 en 2002

	1997	2002
Totaal areaal (ha) a)	9.736	10.191
Areaal w/k-energiebedrijf (ha) b)	1.500	2.050
Gemiddelde dekkingsgraad (%) b)	40	28

a) areaal exclusief opkweek; b) Bron: Ruijs en van Dril (2004).

#### 5.4 W/k-installaties van tuinders

De meeste w/k-installaties in eigen beheer worden toegepast op belichtende glastuinbouwbedrijven. In tegenstelling tot de w/k-installaties van energiebedrijven zijn deze w/k-installaties gedimensioneerd om in de elektriciteitsbehoefte voor belichting te voorzien. Ondanks dat de gemiddelde elektriciteitsprijs de laatste jaren gedaald is, is het voor het voor de meeste belichtende tuinders goedkoper om zelf elektriciteit op te wekken dan dit in te kopen. Om warmteoverschotten te voorkomen, nemen sommige tuinders een gedeeltelijk van de elektriciteit af van het openbare net. Kwantitatieve cijfers hierover ontbreken.

##### *Totaal elektrisch vermogen en areaal*

In totaal is het opgesteld elektrisch vermogen per 1 januari 2003 geschat op 670 MWe. Dit is een stijging van 70 MWe ten opzichte van het jaar daarvoor<sup>1</sup>. Deze schatting van het opgesteld w/k-vermogen is gebaseerd op het areaal belichting (inclusief opkweek), het gegeven dat 75% van het areaal belichting een eigen w/k-installatie heeft en het gemiddelde lampvermogen. Voor het areaal belichting inclusief opkweek is uitgegaan van de schatting van het College van Deskundigen, namelijk 2.300 ha per 1 januari 2003 (De Groot en Ruijs, 2004). Bij de bepaling van het gemiddeld lampvermogen per eind 2002 (38,7 We/m<sup>2</sup>) is ervan uitgegaan dat het lampvermogen in 2002 is gestegen met 1,2% ten opzichte van 2001. Deze stijging is gelijk aan de gemiddelde stijging per jaar in periode 1994-2001 (paragraaf 4.4).

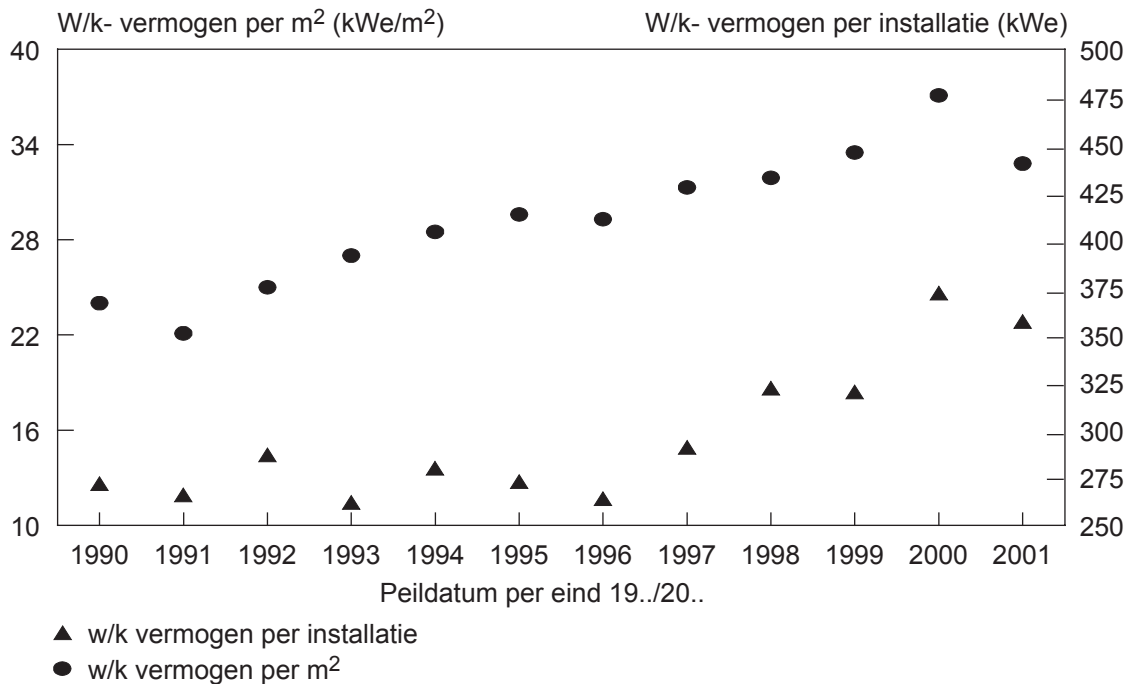
##### *Gemiddeld w/k-vermogen per installatie en per m<sup>2</sup>*

In figuur 5.4 zijn het gemiddeld w/k-vermogen per installatie en per m<sup>2</sup> van w/k-installaties in eigen beheer weergegeven. Beiden laten tot 2000 een stijgende trend zien. Opmerkelijk is de daling in 2001. Dit is het gevolg van een steekproefeffect door verversing en uitbreiding van het aantal bedrijven.

In 2002 en 2003 zijn het totaal opgesteld vermogen en het opgestelde vermogen per m<sup>2</sup> naar verwachting gestegen. Mede als gevolg van het feit dat steeds meer gewassen belicht worden, waarbij ook een hogere belichtingsintensiteit wordt toegepast (paragraaf 4.4). De belichtingsintensiteit en het gemiddeld opgesteld vermogen zijn namelijk aan elkaar gerelateerd. Overigens zal het gemiddeld opgesteld vermogen naar verwachting procentueel minder hard stijgen dan de belichtingsintensiteit met oog op het voorkomen van warmteoverschotten.

<sup>1</sup> De schatting, die vorig gemaakt is voor het opgesteld vermogen per 1 januari 2002, is maar beneden bijgesteld (600 MWe).

Daarom wordt verwacht dat de komende jaren in een groter deel van de elektriciteitsbehoefte zal worden voorzien met elektriciteit uit het openbare net.



Figuur 5.4 Gemiddeld elektrisch vermogen per m<sup>2</sup> en per installatie van w/k-installaties in eigen beheer  
Bron: Informatienet LEI.

#### Terugleveren aan het net

Het terugleveren aan het openbare net is op zich geen nieuwe ontwikkeling. Het principe van w/k-installaties van energiebedrijven is hier ook op gebaseerd. Vroeger was het dus al mogelijk om tegen een vastgesteld tarief terug te leveren aan het energiebedrijf. De vergoeding per kilowattuur liep echter de laatste jaren terug door de dalende elektriciteitsprijs. Naast de daling van elektriciteitsprijs heeft de liberalisering ook tot gevolg gehad dat telers zelf elektriciteit mogen verhandelen. Dit verhandelen kan onder andere gebeuren op de APX- en de OTC-markt. De APX-markt is een korte termijn daghandel, terwijl de OTC-markt zich vooral richt op de langere termijn. De gemiddelde prijs voor elektriciteit is door de liberalisering gedaald. Maar de termijnhandel van overschotten in vermogen kan zeer lucratief zijn. Deze overschotten worden gebruikt om het openbare net in balans te houden. In balans wil zeggen dat er niet meer elektriciteit wordt afgenomen dan dat geplaatst wordt op het openbare net. De mate waarin door glastuinbouwbedrijven gehandeld wordt, is niet bekend. Echter, niet voor ieder glastuinbouwbedrijf is het verkopen van elektriciteit op deze wijze weggelegd. Er dient naast een minimale hoeveelheid vermogen om te verhandelen ook sprake te zijn van een betrouwbare levering in verband. Dit in verband met boetes bij niet leveren. De kosten voor aansluiting op het openbare net verschillen sterk per locatie. De kosten zijn onder andere afhankelijk van de afstand tot het netwerk, waarop geleverd kan worden. Naast deze beperkingen kan het terugleveren van elektriciteit aan het net financieel erg aantrekkelijk zijn.

## 6. Conclusies

De belangrijkste resultaten, conclusies van deze monitor zijn hieronder puntsgewijs opgesomd.

### *EE-index en CO<sub>2</sub>-emissie*

- Voor 2003 is de EE-index geraamd op 50-51%. Dit is een verbetering ten opzichte van 2002, toen de EE-index 52% bedroeg. Deze verbetering is het gevolg van een daling van het primair brandstofverbruik per m<sup>2</sup> en een stijging van de fysieke productie per m<sup>2</sup> met 1,5%.
- De CO<sub>2</sub>-emissie van de glastuinbouwsector in 2003 in de lijn van het Convenant Glastuinbouw en Milieu is geraamd op 7,2-7,5 miljoen ton tegen 7,53 miljoen ton CO<sub>2</sub> in 2002.
- In 2002 heeft zich een duidelijke verschuiving voorgedaan in de energievoorziening. Het aandeel warmte van derden (restwarmte en w/k-warmte van energiebedrijven) in het totale energiegebruik van de sector is gedaald van 11,3% in 2001 naar 9,8% in 2002, terwijl het aandeel aardgas is toegenomen van 84,2% in 2001 tot 85,7% in 2002. In 2003 heeft deze trend zich doorgezet.
- In 2002 is door de glastuinbouw door gebruik te maken van restwarmte en w/k-warmte van energiebedrijven in totaal circa 290 miljoen m<sup>3</sup> a.e. bespaard, waarvan circa 100 miljoen m<sup>3</sup> a.e. met restwarmte en 190 miljoen m<sup>3</sup> a.e. met w/k-warmte van energiebedrijven. Het totale effect hiervan op de EE-index is 3,5 à 4%-punten. Het effect op de CO<sub>2</sub>-index is nog groter; bijna 7%-punten. In 2003 is door de sector absoluut gezien als gevolg van de liberalisering minder restwarmte en w/k-warmte afgenomen. Daardoor is in vergelijking met 2002 minder energie bespaard (vermeden).

### *Energiebesparende opties en energievragende activiteiten*

- De penetratiegraden van de meeste energiebesparende opties zijn vanaf 1991 gemiddeld met 1 à 2 % per jaar toegenomen. De energiebesparende opties met de hoogste penetratiegraad zijn de klimaatcomputer, de rookgascondensor en het beweegbare energiescherm.
- Beweegbare schermen werden per eind 2003 op 77% van het areaal toegepast. De gemiddelde toename van de penetratiegraad per jaar bedraagt 1,7%. De laatste jaren is met name bij tomaat de toepassing van schermen, zowel vast als beweegbaar, toegenomen.
- Rookgascondensoren zijn op 76% van alle verwarmingsketels aanwezig. Over de laatste tien jaar is de gemiddelde toename 1,5% per jaar.
- Warmteopslag tanks zijn per eind 2003 op 37% van alle bedrijven aanwezig. De gemiddelde bufferinhoud per eind 2001 bedroeg 104 m<sup>3</sup>/ha.

- Door de toenemende penetratiegraad van energiebesparende opties wordt steeds meer energie (brandstof) bespaard. In 2003 is ten opzichte van 1992 bijna 8% meer brandstof bespaard. Dit komt overeen met een vermeden energiegebruik van bijna 340 miljoen m<sup>3</sup> a.e.. In deze berekening is het effect van restwarmte- en w/k-projecten buiten beschouwing gelaten.
- Per eind 2003 werd op 87% van de bedrijven CO<sub>2</sub> gedoseerd. Circa 51% van de bedrijven deed dit ook met de ketel in perioden zonder warmtevraag.
- Per eind 2001 werd op 19% van het areaal belichting toegepast. De gemiddelde jaarlijkse toename van het areaal is 1,9%. Het gemiddelde lampvermogen is 38 W<sub>e</sub>/m<sup>2</sup> en het gemiddeld aantal belichtingsuren per jaar is 3.025. Voor 2003 is het areaal belichting geschat op 2.050 ha.
- Circa 75% van de belichtende bedrijven wekte de benodigde elektriciteit op met een eigen w/k-installatie. De belichtingsintensiteit van deze bedrijven (41 W<sub>e</sub>/m<sup>2</sup>) is hoger dan van de bedrijven die hun elektriciteit uit het openbare net betrekken (25 W<sub>e</sub>/m<sup>2</sup>). Daarnaast belichten bedrijven met een eigen w/k-installatie (3.425 uur per jaar) meer uren per jaar dan bedrijven zonder eigen w/k-installatie (1.780 uur per jaar).

#### *Restwarmteprojecten en w/k-projecten*

- Het aantal glastuinbouwbedrijven met een restwarmteaansluiting is in 2003 met zes stuks gestegen tot 321. De afgenomen hoeveelheid restwarmte is in 2003 gestegen met 0,5 % (niet gecorrigeerd voor temperatuur).
- Het opgesteld vermogen van w/k-installaties van energiebedrijven is in 2003 met 61 MWe gedaald tot 433 MWe per 1 januari 2004. Het aantal equivalente vollastdraaiuren van de w/k-installaties van energiebedrijven is in 2003 gedaald met 8,5% tot 2.700 uur.
- Het totaal opgesteld vermogen van w/k-installaties van tuinders bedroeg per 1 januari 2003 naar schatting 670 MWe. Dit is een stijging van 70 MWe ten opzichte van 1 januari 2002.

## Literatuur

Bakker, R., A.P. Verhaegh en N.J.A. van der Velden, *Intensivering in de glastuinbouw*. Mededeling 621. LEI-DLO; Den Haag, 1998.

Cogen Projects. *Voortgangsrapportage warmte/kracht in de glastuinbouw (eerste kwartaal 2004)*. Driebergen, 2004.

*Convenant Glastuinbouw en Milieu*, Den Haag, 1997.

Glami. *Handboek milieumaatregelen glastuinbouw*. Utrecht, 2002.

Groot, N.S.P. de en M.N.A. Ruijs, *Quick Scan; Toekomstvisie glastuinbouw in Nederland en effecten voor de CO<sub>2</sub>-emissie*. Interne notitie, LEI, Den Haag, 2004.

Knijff, A., van der en J. Benninga. *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.

Leeuwen, R.C.L. van en N.J.A. van der Velden, *Het gebruik van warmte/kracht-installaties in de glastuinbouw; Een inventarisatie*. Publikatie 4.134. LEI-DLO, Den Haag, 1992.

LTO. *Hogere CO<sub>2</sub>-streefwaarde voor glastuinbouw; LTO en PT bereiken akkoord met bewindslinden Veerman en Van Geel*. Persbericht, LTO-Nederland, 9 juli 2004.

Nawrocki, K.R. en N.J.A. van der Velden, *Gebruiksefficiënties aardgasgestookte ketels in de glastuinbouw; gissen is missen, meten is (z)weten*. Nota 91-55. IMAG, Wageningen, 1991.

Rijssel, E. van. *Stoken met voorbedachten rade*. Interne notitie, LEI-DLO, Den Haag, 1983.

Ruijs, M.N.A., en A.W.N. van Dril, *Effecten van interne van externe ontwikkelingen op energie-efficiëntie van de glastuinbouw in de periode 1997-2002*. Interne Publikatie LEI en ECN, Den Haag, 2004

Sluis, B.J. van de, A.A. Rijdsdijk, G.P.A. van Holsteijn en N.J.A. v.d. Velden. *Het gebruik van energieschermen bij tomaat*. LEI-publicatie 4.138, Den Haag, 1995.

Velden, N.J.A. van der en B.J. van der Sluis, *Energie in de glastuinbouw van Nederland in 1991; Ontwikkelingen in de sector en op de bedrijven*. Periodieke Rapportage 39-91. LEI-DLO, 1993.

Velden, N.J.A. van der, B.J. van der Sluis en A.P. Verhaegh, *Energie in de glastuinbouw van Nederland; Ontwikkelingen in de sector en op de bedrijven t/m 1993*. Periodieke Rapportage 39-92. LEI-DLO, Den Haag, 1995.

Velden, N.J.A. van der, A.P. Verhaegh. *Effect toekomstige warmtelevering door derden op primair brandstofverbruik en energie-efficiëntie in de glastuinbouw*. Interne Nota 456, LEI-DLO, Den Haag, 1996.

Velden, N.J.A. van der, A.W.N. van Dril, A.P. Verhaegh, C.G.M. Sas en L. Oprel. *Quick scan CO<sub>2</sub>-emissie en landbouw*. Interne Nota 487, LEI, Den Haag, 1997.

Velden, N. J.A, van der en R. Bakker. *Analyse homogene groepen bedrijven ter ondersteuning van de kennisontwikkeling rond de anticipatie op de liberalisering van de aardgasmarkt door de glastuinbouw*. LEI-intern rapport, Den Haag, 2001.

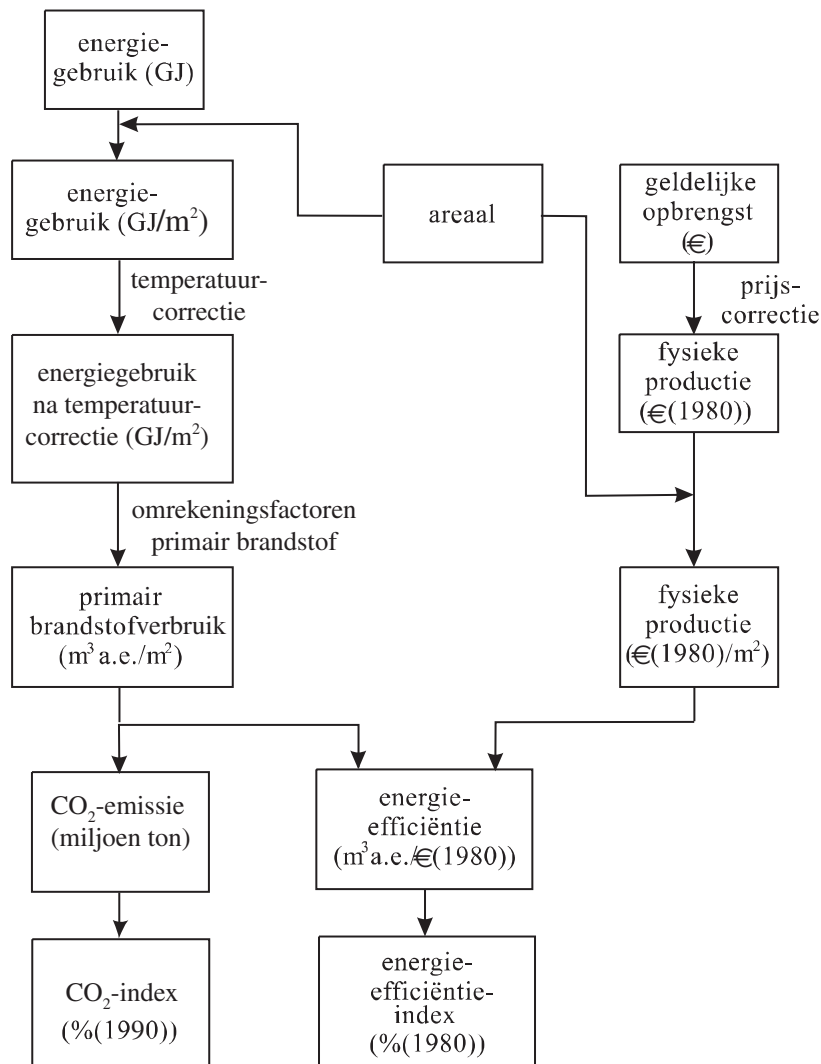
Verhoeven, A.T.M., F.L.K. Kempkes en N.J.A. van der Velden, *Warmte/kracht-installaties in de glastuinbouw; gebruiksrendementen en dekkingsgraden*. Publikatie 4.137. LEI-DLO, Den Haag, 1995.

Vrieze, L. *Wat maakt het verschil tussen liggen en staan*. In: Vakblad voor de Bloemisterij, nummer 3, 2004.



## Bijlage 1 Uitgebreide methodiekbeschrijving bepaling EE-Index en CO<sub>2</sub>-emissie

In hoofdstuk 2 is op beknopte wijze de methodiek voor het bepalen van de EE-index en CO<sub>2</sub>-emissie van de glastuinbouw beschreven. In deze bijlage is aan de hand van figuur B1.1 de methodiek nader toegelicht. Ook is vermeld van welke informatiebronnen gebruik is gemaakt.



Figuur B1.1 Schematisch weergave van bepaling EE-index en CO<sub>2</sub>-emissie voor de glastuinbouw  
Bron: LEI.

### *Areaal*

Het areaal glastuinbouw is als volgt gedefinieerd: het totale areaal tuinbouw onder glas exclusief opkweek. Het areaal opkweek wordt beschouwd als toelevering aan de glastuinbouw en wordt daarom buiten beschouwing gelaten.

Het areaal glasgroente is inclusief het areaal fruit onder glas. Het areaal snijbloemen is inclusief het areaal bollen en knollen onder glas. Het areaal potplanten is inclusief het areaal perkplanten, boomkwekerij en vaste planten onder glas.

Het areaal glastuinbouw wordt bepaald op basis van de CBS-Meitelling. Het betreft een sommatie van al het glas.

### *Energiegebruik*

Het energiegebruik van de glastuinbouw is het totale directe energiegebruik van de verschillende energiesoorten, zoals aardgas, olie, elektriciteit, restwarmte en w/k-warmte, bij elkaar opgeteld in Joules. Voor de brandstoffen wordt hierbij uitgegaan van de onderste verbrandingswaarde. Het indirecte energiegebruik voor bijvoorbeeld de fabricage van toeleveringsproducten en het brandstofverbruik voor extern transport worden buiten beschouwing gelaten. Ook het energiegebruik van de opkweekbedrijven wordt buiten beschouwing gelaten, omdat dit gezien wordt als toelevering.

Het totale *gasverbruik* ( $\text{m}^3$  a.e.) wordt bepaald aan de hand van diverse bronnen. Voor 2002 heeft het LEI gebruikgemaakt van de volgende bronnen: voor de beschermde afnemers is gebruikgemaakt van voorlopige cijfers van Gasunie. Dit gasverbruik ( $\text{m}^3$  a.e) is vervolgens gecorrigeerd voor het gasverbruik voor de teelt van champignons, het gasverbruik van opkweekbedrijven en het gasverbruik door w/k-installaties van energiebedrijven, dat opgenomen is in de verkoopstatistiek van Gasunie. Voor de vrije afnemers is gebruikgemaakt van de (voorlopige) cijfers aangeleverd door de grote gasleveranciers aan de glastuinbouw, zoals Agro-Energy, Eneco, Wes, Essent, Nuon, Delta, Obragas en Tenergy. Daarnaast is door het LEI een inschatting gemaakt van de gasverkopen aan de vrije afnemers door de kleinere gasleveranciers, zoals REMU, NRE, Cogas, Rendo etc. In het kader van de bepaling van de definitieve EE-index voor 2002 zijn door het LEI bij de grote gasleveranciers de meest recente gasverkopen aan vrije afnemers opgevraagd. Daarnaast zijn ook met terugwerkende kracht de cijfers van enkele kleinere gasleveranciers, zoals Cogas, voor 2002 opgevraagd. Ook zijn bij Gasunie nieuwe cijfers opgevraagd over de beschermde afnemers. Vervolgens is op basis van deze cijfers een nieuwe schatting gemaakt van de gasverkopen door de kleinere gasleveranciers aan vrije afnemers in de glastuinbouw.

Bij het bepalen van de definitieve EE-index voor 2002 is naar voren gekomen dat de recente cijfers over de gasverkopen aan beschermde afnemers sterk afwijken van de voorlopige cijfers uit 2003. Dit verschil hangt grotendeels samen met de meet- en allocatieproblemen van gas naar sectoren en afnemers (vrije en beschermde afnemers). Door deze meet- en allocatieproblemen is door de distributiebedrijven onjuiste informatie doorgegeven aan de Gasunie wat betreft de gasverkopen aan beschermde afnemers. Eind 2003 en begin 2004 zijn door de distributiebedrijven gecorrigeerde opgaven gedaan aan Gasunie over het gasverbruik van de beschermde afnemers. Dit alles bij elkaar heeft geleid tot sterke correctie van het gasverbruik van beschermde afnemers in 2002. Voor 2003 is dezelfde werkwijze gehanteerd als voor 2002.

Het totale olie­verbruik ( $\text{m}^3$  a.e) wordt overgenomen uit de sectorrekening glastuinbouw van het LEI, welke gebaseerd is op het Informatienet (bijlage 2).

Jaarlijks wordt van de restwarmteleveranciers de totale geleverde hoeveelheid restwarmte (GJ) aan de glastuinbouw ontvangen. Deze hoeveelheid restwarmte wordt vervolgens gecorrigeerd voor het gebruik door opkweekbedrijven. Voor 2003 zijn geen gegevens ontvangen van de restwarmteprojecten in Noord-Brabant. Verondersteld is dat er in 2003 geen grote wijzigingen zijn opgetreden, daarom is uitgegaan van dezelfde hoeveelheid afgenomen warmte als in 2002.

De hoeveelheid warmte (GJ) die aan de glastuinbouw geleverd wordt met w/k-installaties van energiebedrijven wordt bepaald op basis van het opgesteld vermogen w/k-vermogen (Cogen Projects), het gemiddeld aantal equivalente vollastdraaiuren (Cogen Projects; Informatienet) en de technische prestaties van w/k-installaties. Deze hoeveelheid w/k-warmte wordt vervolgens gecorrigeerd voor het gebruik door opkweekbedrijven.

Het totale elektriciteitsverbruik (kWh) wordt overgenomen uit de sectorrekening glastuinbouw van het LEI, welke gebaseerd is op het Informatienet. Bij het elektriciteitsverbruik wordt uitgegaan van de netto afname van het openbare net (afname van het openbare net minus levering aan het openbare net). Het elektriciteitsverbruik is dus exclusief de elektriciteitsproductie met w/k-installaties van tuinders, omdat dit energiegebruik meegerekend wordt via het brandstofverbruik (gasverbruik) van deze w/k-installaties.

#### *Temperatuurcorrectie*

Het totale energiegebruik wordt gecorrigeerd voor de verschillen in buitentemperatuur tussen de jaren om zodoende het effect hiervan op het energiegebruik op te heffen. Als maatstaf voor de buitentemperatuur wordt het aantal graaddagen gebruikt. Het aantal graaddagen wordt bepaald op basis van de gemiddelde buitentemperatuur per etmaal. Indien de buitentemperatuur boven de  $18^{\circ}\text{C}$  ligt, wordt ervan uitgegaan dat er geen warmte nodig is voor het verwarmen van de kas. Dit wordt ook wel de stookgrens genoemd. Iedere  $^{\circ}\text{C}$  die de gemiddelde etmaaltemperatuur van de buitentemperatuur onder de stookgrens ligt, is een graaddag. Bij een gemiddelde etmaaltemperatuur van  $12^{\circ}\text{C}$  bedraagt het aantal graaddagen 6 en bij een etmaaltemperatuur van  $-5^{\circ}\text{C}$  is dit 23.

Er vindt zowel een correctie plaats op de brandstofintensiteit (brandstofverbruik per  $\text{m}^2$ ) als de elektriciteitsintensiteit (electriciteitsverbruik per  $\text{m}^2$ ). De correctie van de brandstofintensiteit vindt plaats op basis van de relatie tussen de brandstofintensiteit en de buitentemperatuur op basis van het aantal graaddagen (locatie Den Bilt). De correctie van de elektriciteitsintensiteit vindt plaats op basis van de relatie tussen de elektriciteitsintensiteit en de brandstofintensiteit, omdat de buitentemperatuur indirect van invloed is op het elektriciteitsgebruik. Voor de correctiefactoren wordt verwezen naar Van der Velden et al. (1993).

#### *Primair brandstofverbruik*

Het totale energiegebruik van de sector na temperatuurcorrectie wordt omgerekend naar primair brandstofverbruik; dat is de hoeveelheid brandstof die nodig is voor de productie van de verschillende energiesoorten. Voor de productie van een bepaalde eenheid energie zijn namelijk afhankelijk van de energiesoort, verschillende hoeveelheden brandstof nodig. In tegenstelling tot het energiegebruik zegt het primair brandstofverbruik wel iets over de milieubelasting.

Aardgas en olie zijn primaire brandstoffen. Voor de overige energiedragers kan met behulp van omrekeningsfactoren het primair brandstofverbruik bepaald worden dat nodig is voor de productie van de energiesoorten. Het primair brandstofverbruik wordt uitgedrukt in aardgasequivalenten (1 a.e.= 31,65 MJ of 8,79 kWh). Hierdoor is vergelijking en somming van het primair brandstofverbruik van de afzonderlijke energiedragers mogelijk.

Bij de productie van restwarmte wordt in de elektriciteitscentrale cq STEG-eenheid meer brandstof gebruikt dan wanneer enkel elektriciteit geproduceerd wordt. Dit extra brandstofverbruik wordt ook wel het primair brandstofverbruik voor restwarmte genoemd. De hoogte hiervan is afhankelijk van het elektrisch gebruiksrendement van de elektriciteitscentrale cq STEG-eenheid in de situatie zonder warmtelevering en in de situatie met warmtelevering, het thermisch gebruiksrendement en de transportverliezen (Van der Velden en Verhaegh, 1996). In tabel B1.1 zijn de uitgangspunten voor bepaling van de omrekeningsfactor van restwarmte weergegeven. Voor een voorbeeldberekening wordt verwezen naar Van der Velden et al. (1995). Het totale primair brandstofverbruik voor de productie van restwarmte is dus de som van de geleverde hoeveelheid restwarmte per project vermenigvuldigd met de omrekeningsfactor per project. Voor de zes restwarmteprojecten in de glastuinbouw zijn aparte omrekeningsfactoren bepaald. Op basis van deze omrekeningsfactoren per project en rekening houdend met de geleverde hoeveelheid restwarmte per project kan het extra brandstofverbruik in de elektriciteitscentrales en STEG-eenheden berekend worden. In tabel B1.2 is de gemiddelde omrekeningsfactor van restwarmte vermeld.

Het extra brandstofverbruik door de w/k-installatie voor de productie van w/k-warmte wordt ook wel het primair brandstofverbruik van w/k-warmte genoemd. Het extra brandstofverbruik door de w/k-installatie bij de productie van w/k-warmte is afhankelijk van het elektrisch en thermisch gebruiksrendement van w/k-installaties en het elektrisch gebruiksrendement van elektriciteitscentrales (Van der Velden en Verhaegh, 1996). In tabel B1.1 zijn de uitgangspunten voor bepaling van de omrekeningsfactor van w/k-warmte weergegeven. Voor een voorbeeldberekening wordt verwezen naar Van der Velden et al. (1995). Het totale primair brandstofverbruik voor de productie van w/k-warmte is dus de som van de geleverde hoeveelheid w/k-warmte vermenigvuldigd met de omrekeningsfactor voor w/k-warmte. In tabel B1.2 is de gemiddelde omrekeningsfactor van w/k-warmte vermeld.

Voor elektriciteit kan eveneens met behulp van een omrekeningsfactor het primair brandstofverbruik bepaald worden dat nodig is voor de productie van elektriciteit. De omrekeningsfactor voor elektriciteit is bepaald op basis van het rendement van elektriciteitscentrales en leidingverliezen van het openbare elektriciteitsnet. Onder rendementen wordt verstaan de nettojaargebruiksrendementen; waarbij rekening is gehouden met het eigen verbruik van elektriciteit door de elektriciteitscentrales. Voor een voorbeeldberekening wordt verwezen naar Van der Velden et al. (1995). Het totale primair brandstofverbruik voor de productie van elektriciteit is dus het product van de afgenomen hoeveelheid elektriciteit vermenigvuldigd met de omrekeningsfactor voor elektriciteit. In tabel B1.2 is de gemiddelde omrekeningsfactor van elektriciteit vermeld.

Tabel B1.1 Overzicht uitgangspunten voor het bepalen van het primair brandstofverbruik per productie-eenheid per jaar

Jaar	Productie-eenheid							
	elektr. centr. a)		warmteleverende eenheden b)				w/k-installaties c)	
	ne	nve	ne-zwl	ne-mwl	nw-mwl	nvw	ne	nw
1980	38,2	4,4	-	-	-	-	-	-
1985	38,8	4,4	41,7	38,4	25,6	5,0	33,0	53,0
1990	39,8	4,4	41,7	38,4	25,5	5,0	33,0	53,0
1995	40,4	4,4	41,5	38,3	24,7	5,0	34,5	53,0
1996	41,6	4,4	47,0	42,5	32,7	5,0	35,0	53,0
1997	41,3	4,4	48,2	43,4	34,4	5,0	35,3	53,0
1998	42,6	4,4	48,3	43,5	34,6	5,0	35,5	53,0
1999	43,1	4,4	48,1	43,4	34,3	5,0	35,5	53,0
2000	43,1	4,4	48,3	43,5	34,5	5,0	35,5	53,0
2001	42,9	4,4	48,0	43,3	34,0	5,0	35,5	53,0
2002	43,1	4,4	48,2	43,5	34,4	5,0	35,5	53,0
2003r	42,8	4,4	48,2	43,5	34,4	5,0	35,5	53,0

r = raming

- = niet van toepassing

ne = jaargebruiksrendement elektrisch (% o.w.)

nw = jaargebruiksrendement warmte (% o.w.)

ne-zwl = jaargebruiksrendement elektrisch in de situatie zonder warmtelevering (% o.w.)

ne-mwl = jaargebruiksrendement elektrisch in de situatie met warmtelevering (% o.w.)

nw-mwl = jaargebruiksrendement warmte in de situatie met warmtelevering (% o.w.)

nve = netverliezen elektrisch (% van de levering van elektriciteit aan het net)

nvw = netverliezen warmte (% van de warmtelevering aan het net)

a) Bron: SEP (t/m 1999), Nationale energiebalans CBS (vanaf 2000); b) Bron: Novem. Het betreft hier een het gewogen gemiddelde van alle eenheden met restwarmtelevering aan de glastuinbouw vermeld; c) Bron: Verhoeven et al., 1995 en mondelinge informatie van energiebedrijven.

Bij de bepaling van de omrekeningsfactoren voor restwarmte en warmte van w/k-installaties van energiebedrijven wordt ervan uitgegaan dat de landelijke besparing aan primair brandstof door het gebruik van restwarmte en w/k-warmte wordt toegerekend aan de glastuinbouw.

In 2003 is de omrekeningsfactor voor elektriciteit 0,278 m<sup>3</sup> a.e. per kWh (tabel B1.2). In 1 m<sup>3</sup> aardgas zit 8,79 kWh aan energie (onderste verbrandingswaarde) en omgerekend in 0,278 m<sup>3</sup> zit dus 2,44 kWh. Voor één eenheid elektriciteit is in 2003 dus circa 244% aan primair brandstof nodig.

De omrekeningsfactor van restwarmte is in 2003 9,43 m<sup>3</sup> a.e. per GJ (tabel B1.2). Voor de productie van 1 GJ warmte met een aardgasketel is afhankelijk van het condensortype op de ketel, 29 tot 34 m<sup>3</sup> aardgas nodig (bijlage 3 en Nawrocki et al., 1991). Het primair brandstofverbruik van restwarmte bedraagt daarmee 28 tot 33% van de benodigde brandstof in de ketel. Per geleverde eenheid restwarmte komt dit overeen met een vermeden primair brandstofverbruik 67 tot 72%.

Voor w/k-warmte kan een soortgelijke berekening gemaakt worden. Uitgaande van de omrekeningsfactor van primair brandstof van w/k-warmte van 7,89 m<sup>3</sup> a.e. per GJ, is in 2003 per geleverde eenheid w/k-warmte 73 tot 77% primair brandstof bespaard (vermeden). In bijlage 3 is de berekening van de primair brandstofbesparing door de sector met warmte van derden in 2003 nader toegelicht.

Tabel B1.2 Omrekeningsfactoren van de afzonderlijke energiedragers naar primair brandstofverbruik per jaar

Jaar	Energiedrager		
	elektriciteit (m <sup>3</sup> a.e./kWh)	restwarmte a) (m <sup>3</sup> a.e./GJ)	w/k-warmte (m <sup>3</sup> a.e./GJ)
1980	0,312	-	-
1985	0,307	10,67	6,58
1990	0,299	10,67	7,91
1995	0,295	10,75	6,36
1996	0,286	9,69	7,15
1997	0,275	9,52	8,85
1998	0,279	9,50	7,65
1999	0,276	9,54	8,25
2000	0,276	9,54	8,25
2001	0,277	9,52	8,01
2002	0,276	9,44	8,25
2003r	0,278	9,43	7,89

r = raming.

a) Hier is het gewogen gemiddelde van alle eenheden met restwarmtelevering aan de glastuinbouw vermeld.

Bron: LEI.

#### *Geldelijk opbrengsten, prijsmutatie en fysieke productie*

De fysieke productie in de glastuinbouw wordt bepaald door een groot aantal verschillende producten uitgedrukt in verschillende eenheden (kg, stuk, bos). De totale, fysieke productie van de sector wordt daarom op een indirecte manier bepaald, namelijk via de geldelijke opbrengsten (omzet). De geldelijke opbrengsten omvatten dus de totale omzet aan glastuinbouwproducten (opbrengstprijis \* opbrengsthoeveelheid). De geldelijke opbrengsten van glastuinbouwproducten verschillen van jaar tot jaar. Dit verschil bestaat uit een opbrengsthoeveelheid- en een opbrengstprijiscomponent. Door de geldelijke opbrengsten te corrigeren voor de opbrengstprijismutatie van de voortgebrachte producten kan de fysieke productie (uitgedrukt in euro's van 1980) bepaald worden. De fysieke productie wordt niet gecorrigeerd voor instraling (licht).

De geldelijke opbrengsten worden overgenomen uit de sectorrekening van het LEI. Jaarlijks wordt op basis van de bedrijfseconomische boekhoudingen van de glastuinbouwbedrijven in het Informatienet van het LEI een sectorrekening voor de glastuinbouwsector opgesteld. Hiervoor worden de individuele bedrijfsgegevens uit het Informatienet geaggregeerd naar sectorniveau (bijlage 2).

De opbrengstprijsmutaties voor glassnijbloemen en potplanten worden afgeleid uit de veilingstatistieken van de VBN. Aangezien voor glasgroenten dergelijk statistieken niet openbaar zijn, wordt een inschatting gemaakt van de opbrengstprijsmutatie. Deze schatting wordt gemaakt op basis van informatie van sectordeskundigen en tuinders.

De fysieke productie kan vervolgens als volgt afgeleid worden. Stel de geldopbrengsten in 1990 en 1991 bedroegen respectievelijk € 48 en € 50 en de opbrengstprijzen van de glastuinbouw producten daalde van 1990 naar 1991 met 3% dan is de fysieke productie gestegen tot € 51,55 ( $50/(1-0,03)$ ).

#### *EE-index*

De EE-index wordt op jaarbasis bepaald voor de totale glastuinbouw exclusief de opkweek. Onder EE-index wordt verstaan het primair brandstofverbruik per eenheid product. Het basisjaar voor de EE-index is 1980.

De EE-index is het quotiënt van het totale primair brandstofverbruik en de totale fysieke productie in de sector. Het basisjaar voor de EE-index is 1980.

#### *CO<sub>2</sub>-emissie*

De CO<sub>2</sub>-emissie wordt op jaarbasis bepaald voor de totale glastuinbouw exclusief de opkweek. De CO<sub>2</sub>-emissie wordt bepaald op basis van het primair brandstofverbruik door de sector, waarbij 1990 het referentiejaar is.

Naast de CO<sub>2</sub>-emissie wordt er door de glastuinbouw ook CO<sub>2</sub> vastgelegd in het gewas. Deze vastlegging is echter van tijdelijke aard en wordt daarom buiten beschouwing gelaten. Bovendien is het aandeel beperkt.

De CO<sub>2</sub>-emissie wordt berekend op basis van het totaal aan primair brandstofverbruik door de glastuinbouw. Bij de berekening van de CO<sub>2</sub>-emissie wordt ervan uitgegaan dat het gebruikte pakket aan primair brandstofverbruik volledig bestaat uit aardgas. In werkelijkheid is dit voor meer dan 95% het geval. Per m<sup>3</sup> aardgas bedraagt de emissie 1,8 kg CO<sub>2</sub>.

## Bijlage 2 Toelichting Informatienet

Het Informatienet is een aselechte steekproef van bedrijven uit de Meitelling van het CBS. De hele, kleine bedrijven (kleiner dan 16 ege<sup>1</sup>) en de hele, grote bedrijven (groter dan 1.200 ege) zijn niet in de steekproef vertegenwoordigd. Het Informatienet is in 2002 representatief voor circa 67% van de circa 10.000 bedrijven met glastuinbouw en circa 88% van het totale areaal productieglastuinbouw in Nederland.

Van de deelnemende bedrijven aan het Informatienet wordt onder andere een bedrijfs-economische boekhouding bijgehouden, waarbij diverse opbrengsten- en kostenposten worden opgesplitst (inclusief hoeveelheden). Dit geldt onder andere voor energie en fysieke opbrengst. Op basis van deze bedrijfseconomische boekhoudingen van alle glastuinbouwbedrijven uit de steekproef wordt jaarlijks de sectorrekening glastuinbouw opgesteld. Hiervoor worden de individuele bedrijfsgegevens uit het Informatienet geaggregeerd naar sectorniveau. De sectorrekening geeft inzicht in de totale opbrengsten en kosten van de glastuinbouwsector uitgesplitst naar diverse opbrengsten- en kostenposten. Daarnaast wordt van deze bedrijven ook diverse technische gegevens verzameld, waaronder de aanwezigheid en het toepassen van energiebesparende opties en energievragende activiteiten.

---

<sup>1</sup> Europese grootte-eenheid.



## Bijlage 3    Uitgebreide methodiekb beschrijving bepaling primaair brandstofbesparing restwarmte en w/k-warmte van energiebedrijven

De hoeveelheid primair brandstof die de glastuinbouwsector kan besparen door gebruik te maken van restwarmte of w/k-warmte van energiebedrijven is simpel gezegd de som van de aardgasbesparing in de ketel op de individuele glastuinbouwbedrijven minus de extra benodigde brandstof voor de productie van restwarmte cq w/k-warmte.

### *Aardgasbesparing in de ketel*

De aardgasbesparing in de ketel is afhankelijk van de totale geleverde hoeveelheid restwarmte of w/k-warmte van energiebedrijven en de aardgasbesparing per geleverde eenheid warmte. De aardgasbesparing per geleverde eenheid warmte wordt ook wel de marginale aardgasbesparing genoemd. De aardgasbesparing per geleverde eenheid warmte wordt in belangrijke mate bepaald door het gebruiksrendement van de ketel (tabel B3.1).

*Tabel B3.1    Gemiddelde ketelrendementen van gasketels bij verschillende condensortype bij volledige gasstook*

Type condensor	Ketelrendement (% o.w.)
Geen condensor	92,3
Enkelvoudige condensor op de retour	95,6
Enkelvoudige condensor op een apart net	99,8
Combicondensor	102,4

Bron: afgeleid van Nawrocki et al., 1991.

De marginale aardgasbesparing kan afgeleid worden uit de relatie tussen het gasverbruik van de ketel en de geproduceerde hoeveelheid warmte. Uit onderzoek blijkt dat de gemiddelde marginale aardgasbesparing in de ketel per geleverde eenheid warmte afhankelijk is van het condensortype op de ketel (tabel B3.2)

Bij de berekening van de aardgasbesparing in de ketel wordt in dit kader gerekend met de gemiddelde marginale aardgasbesparing die gerealiseerd kan worden met een condensor op een apart net (30,6 m<sup>3</sup>/GJ), omdat deze verreweg het meest voorkomt in de praktijk (paragraaf. 4.3). Door de sector is in 2002 door gebruik te maken van restwarmte en w/k-warmte van energiebedrijven in totaal circa 290 miljoen m<sup>3</sup> aardgas bespaard in de ketels op de individuele glastuinbouwbedrijven.

Tabel B3.2 Gemiddelde marginale aardgasbesparing in de gasketel per geleverde eenheid warmte (GJ) bij verschillende typen condensors op de ketel

Type condensor	Marginale aardgasbesparing (m <sup>3</sup> /GJ)
Geen condensor	33,1
Enkelvoudige condensor op de retour	32,0
Enkelvoudige condensor op een apart net	30,6
Combicondensor	29,7

Bron: afgeleid van Nawrocki et al., 1991.

#### *Primair brandstofverbruik voor productie restwarmte*

Bij de productie van restwarmte wordt in de elektriciteitscentrale cq STEG-eenheid meer brandstof gebruikt dan wanneer alleen elektriciteit geproduceerd wordt. Dit extra brandstofverbruik wordt ook wel het primair brandstofverbruik voor restwarmte genoemd. De hoogte hiervan is afhankelijk van het elektrisch gebruiksrendement van de elektriciteitscentrale cq STEG-eenheid in de situatie zonder warmtelevering en in de situatie met warmtelevering, het thermisch gebruiksrendement en de transportverliezen (Van der Velden en Verhaegh, 1996). Het totale primair brandstofverbruik voor de productie van restwarmte is dus de som van de geleverde hoeveelheid restwarmte per project vermenigvuldigd met de omrekeningsfactor per project. Voor de zes restwarmteprojecten in de glastuinbouw zijn aparte omrekeningsfactoren bepaald. Op basis van deze omrekeningsfactoren per project en rekening houdend met de geleverde hoeveelheid restwarmte per project is een gemiddelde omrekeningsfactor voor restwarmte (9,44 m<sup>3</sup> a.e. per GJ) berekend (bijlage 1). In 2002 is voor de productie van de 4,70 miljoen GJ geleverde hoeveelheid restwarmte aan de glastuinbouw (gecorrigeerd voor buitentemperatuur) 44 miljoen m<sup>3</sup> a.e. extra verbruikt in de elektriciteitscentrales en STEG-eenheden.

#### *Primair brandstofverbruik voor productie w/k-warmte*

Het extra brandstofverbruik door de w/k-installatie voor de productie van w/k-warmte wordt ook wel het primair brandstofverbruik van w/k-warmte genoemd. Het extra brandstofverbruik door de w/k-installatie bij de productie van w/k-warmte is afhankelijk van het elektrisch en thermisch gebruiksrendement van w/k-installaties en het elektrisch gebruiksrendement van elektriciteitscentrales (Van der Velden en Verhaegh, 1996).

Het totale primair brandstofverbruik voor de productie van w/k-warmte is dus de som van de geleverde hoeveelheid w/k-warmte vermenigvuldigd met de omrekeningsfactor voor w/k-warmte. In 2002 is door de glastuinbouwsector 8,55 miljoen GJ w/k-warmte van energiebedrijven (gecorrigeerd voor buitentemperatuur) afgenomen. Dit is berekend op basis van het gemiddeld opgesteld elektrisch vermogen, het gemiddeld aantal draaiuren, het gemiddeld elektrisch en thermisch rendement van het w/k-park. Uitgaande van een gemiddelde omrekeningsfactor voor w/k-warmte (8,25 m<sup>3</sup> a.e. per GJ) is het extra primair brandstofverbruik voor de productie van w/k-warmte in 2002 berekend op 71 miljoen m<sup>3</sup> a.e.

*Totale primair brandstofbesparing door sector*

De totale primair brandstofbesparing door de sector is de som van de aardgasbesparing in de ketel op de individuele glastuinbouwbedrijven minus de extra benodigde brandstof voor de productie van restwarmte cq w/k-warmte. De totale besparing met de ketels is berekend op 406 miljoen m<sup>3</sup> a.e. Het extra brandstofverbruik voor de productie van restwarmte cq w/k-warmte is geschat op respectievelijk 44 en 71 miljoen m<sup>3</sup> a.e. Per saldo is in 2002 door de sector circa 290 miljoen m<sup>3</sup> a.e. bespaard. Het totale effect hiervan op de EE-index is 3,5 à 4%-punten. Het effect hiervan op de CO<sub>2</sub>-index is nog groter; bijna 7%-punten.

## 8 Bijlage 4 Achtergrondinformatie bij EE-index en CO<sub>2</sub>-emissie van de sector

*Tabel B4.1 Areaal glastuinbouw en opkweek in Nederland per jaar over de periode 1980-2003*

Subsector	1980	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
Groenten a) (ha)	4.574	4.225	4.308	4.396	4.540	4.352	4.261	4.116	4.071	4.166	4.165	4.059	4.138	4.168	4.198
Snijbloemen b) (ha)	3.187	3.798	3.835	3.818	3.843	3.922	3.900	3.876	3.816	3.874	3.976	3.973	3.861	3.871	3.769
Potplanten c) (ha)	766	1.345	1.451	1.536	1.534	1.626	1.651	1.711	1.849	1.961	2.055	2.127	2.151	2.152	2.199
Glastuinbouw (ha)	8.527	9.368	9.594	9.750	9.917	9.900	9.812	9.703	9.736	10.001	10.196	10.159	10.150	10.191	10.166
Opkweek (ha)	228	400	390	390	399	331	342	340	336	343	366	367	374	347	360

a) Inclusief fruit onder glas; b) Inclusief bollen en knollen onder glas; c) Inclusief perkplanten, boomkwekerij en vaste planten onder glas.  
Bron: CBS-Meitelling.

Tabel B4.2 Gemiddelde prijs van aardgas voor de glastuinbouw per jaar over de periode 1980-2003

	1980	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
Nominaal															
aardgas a) (ct/m <sup>3</sup> )	8,85	10,03	10,17	9,89	9,89	9,85	10,44	10,76	11,89	11,75	11,30	14,93	18,41	16,46	18,89
Koopkrachtindex b) (%)	100	82,7	80,2	77,9	76,4	74,7	73,6	72,5	71,0	69,9	68,4	66,6	63,6	61,4	60,2
Reëel															
aardgas (ct/m <sup>3</sup> )	8,85	8,30	8,17	7,71	7,58	7,35	7,67	7,81	8,44	8,21	7,76	9,94	11,71	10,10	11,37

a) vanaf 2001 tuinbouwgasprijs beschermde afnemers; b) prijspeil 1980 (exclusief BTW).

Bron: nominale aardgasprijs Gasunie/Productieschap Tuinbouw; koopkrachtindex: CBS

Tabel B4.3 Energiegebruik per energiedrager niet-gecorrigeerd voor temperatuur in de glastuinbouw per jaar over de periode 1980-2002

Energiedrager	1980	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
Aardgas (10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> )	3.265	3.623	4.136	3.981	4.190	3.960	3.910	4.346	3.655	3.673	3.556	3.441	3.302	3.371
Olie a) (10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> a.e.)	135	29	39	8	4	16	9	14	7	4	10	10	24	20
Restwarmte b) (10 <sup>6</sup> GJ)	0	1,1	1,2	1,3	1,3	1,3	1,3	3,6	5,0	5,6	5,5	5,4	5,2	4,3
W/k-warmte c) (10 <sup>6</sup> GJ)	0	0,7	1,3	2,3	3,8	5,2	6,9	8,1	9,2	10,1	9,5	9,5	8,9	7,9
Elektriciteit d) (10 <sup>6</sup> kWh)	370	677	776	879	967	1.021	896	1.036	1.108	1.221	1.286	1.327	1.379	1.434
Totaal (PJ) e)	108,9	119,8	137,5	133,0	141,3	136,0	135,4	153,4	134,1	136,4	132,5	129,1	124,1	124,5

a) Zware olie, lichte olie en petroleum; b) Afkomstig van elektriciteitscentrales of STEG-eenheden; c) afkomstig van w/k-installaties van energiebedrijven; d) Afname van het openbare net minus levering aan het net; e) 1 m<sup>3</sup> a.e. = 31,65 MJ; 1 kWh elektriciteit = 3,6 MJ.

Bron: Gas: beschermde afnemers (Gasunie), vrije afnemers (energiebedrijven + schatting LEI). Gecorrigeerd voor gasverbruik champignonteelt, gasverbruik opkweek en gasverbruik w/k-installaties van energiebedrijven.

Olie: Informatienet LEI.

Restwarmte: restwarmteleveranciers.

W/k-warmte: berekend op basis van gemiddelde opgesteld elektrisch vermogen (Cogen) en gemiddeld equivalente vollastdraaiuren (Cogen, LEI).

Elektriciteit: Informatienet LEI.

Tabel B4.4 Energiegebruik per m<sup>2</sup> niet gecorrigeerd voor temperatuur in de glastuinbouw per jaar over de periode 1980-2002

	1980	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
Brandstof a) (m <sup>3</sup> a.e./m <sup>2</sup> )	39,9	39,6	44,4	42,1	43,9	42,2	42,6	48,7	42,2	41,7	39,6	38,6	37,1	37,1
Elektriciteit (kWh/m <sup>2</sup> )	4,3	7,2	8,1	9,0	9,8	10,3	9,1	10,7	11,4	12,2	12,6	13,6	13,1	13,5
Totaal (MJ/m <sup>2</sup> )	1.278	1.279	1.433	1.364	1.425	1.374	1.379	1.581	1.377	1.364	1.299	1.271	1.222	1.222

a) Aardgas, olie, restwarmte en w/k-warmte.

Tabel B4.5 Aantal graaddagen en lichtsom per jaar in de periode 1980-2003

	1980	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
Graaddagen a)	3.246	2.680	3.165	2.831	3.078	2.836	2.917	3.504	2.929	2.821	2.676	2.659	2.880	2.720	2.913
Lichtsom (10 <sup>3</sup> J/cm <sup>2</sup> ) b)	330	366	346	359	331	339	366	342	353	310	363	338	359	362	399

a) Stookgrens = 18 °C; aantal graaddagen normaal jaar = 3.198; b) lichtsom normaal jaar = 350 10<sup>3</sup> J/cm<sup>2</sup>.  
Bron: KNMI.

Tabel B4.6 Energiegebruik per m<sup>2</sup> gecorrigeerd voor temperatuur in de glastuinbouw per jaar over de periode 1980-2002

	1980	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
Brandstof a) (m <sup>3</sup> a.e./m <sup>2</sup> )	39,6	43,0	44,6	44,5	44,7	44,6	44,0	46,7	44,0	44,2	43,1	42,2	39,2	40,2
Elektriciteit (kWh/m <sup>2</sup> )	4,3	7,5	8,1	9,2	9,8	10,5	9,3	10,5	11,5	12,4	12,8	13,9	13,2	13,7
Totaal (MJ/m <sup>2</sup> )	1.267	1.388	1.440	1.441	1.450	1.450	1.439	1.516	1.434	1.443	1.409	1.384	1.289	1.322

a) Aardgas, olie, restwarmte en w/k-warmte.

Tabel B4.7 Primair brandstofverbruik gecorrigeerd voor temperatuur in de glastuinbouw per jaar over de periode 1980-2003

	1980	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003r
Primair brandstof (10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> a.e.)	3.488	4.195	4.451	4.518	4.602	4.560	4.417	4.561	4.258	4.379	4.379	4.299	4.012	4.181	
(m <sup>3</sup> a.e./m <sup>2</sup> )	40,9	44,8	46,4	46,3	46,4	46,1	45,0	47,0	43,7	43,8	43,0	42,3	39,5	41,0	39,3-40,9

r=raming.



Tabel B4.8 Fysieke productie in de glastuinbouw per jaar over de periode 1980-2003

	1980	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003r
Fysieke productie (€(1980)/m <sup>2</sup> )	20,92	34,17	34,71	35,85	35,85	36,44	38,07	37,94	38,84	37,53	38,44	38,39	39,16	39,96	40,57

r = raming.

Bron: LEI-sectorrekening.

Tabel B4.9 EE-index gecorrigeerd voor temperatuur in de glastuinbouw per jaar over de periode 1980-2003

	1980	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003r
EE-index (%)	100	67	68	66	66	65	60	63	58	60	57	56	52	52	50-51

r = raming.

Tabel B4.10 CO<sub>2</sub>-emissie en CO<sub>2</sub>-index gecorrigeerd voor temperatuur in de glastuinbouw per jaar over de periode 1980-2003

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003r
CO <sub>2</sub> -emissie (miljoen ton)	7,6	8,0	8,1	8,3	8,2	8,0	8,2	7,7	7,9	7,9	7,7	7,3	7,5	7,2-7,5
CO <sub>2</sub> -index (%)	100	106	108	110	109	105	109	101	104	104	102	96	100	95-99

r = raming.