

Energie in de glastuinbouw van Nederland

Ontwikkelingen in de sector en op de bedrijven tot en met 2004

Anita van der Knijff
Jan Benninga
Christiaan Reijnders
Jan Nienhuis



Projectcode 40069

Maart 2006

Rapport 3.06.02

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 tot en met 2004

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

Rapport 3.06.02; ISBN-10: 90-8615-064-0; ISBN-13: 978-90-8615-064-9; Prijs €14,50 (inclusief 6% BTW); 77 p., fig., tab., bijl.

Door de Nederlandse glastuinbouw wordt al jaren gestreefd naar een verbetering van de energie-efficiëntie. In 2003 is de energie-efficiëntie-index (EE-index) met 1 procentpunt verbeterd tot 51%. Deze verbetering is het gevolg van een hogere fysieke productie per m² bij een gelijkblijvend primair brandstofverbruik per m². De CO₂-emissie van de sector is daarentegen in 2003 met 0,21 miljoen ton gestegen en bedroeg in totaal 6,44 miljoen ton. Deze stijging is het gevolg van het feit dat de sector minder gebruik heeft kunnen maken van restwarmte en w/k-warmte van energiebedrijven en daarom meer fossiele brandstoffen (aardgas) verbruikt heeft. Het gebruik van energiebesparende opties, zoals warmteopslag en beweegbaar scherm, vertoont nog wel een stijgende trend. Ditzelfde geldt voor het aantal energieclusterprojecten.

The Dutch greenhouse horticulture sector has for many years endeavoured to improve its energy efficiency. In 2003, the energy efficiency index (EE Index) improved by 1 percentage point to 51%. This improvement was due to increased yields per m² at an unchanged primary fuel consumption per m². Conversely, in 2003 the sector's CO₂ emissions increased by 0.21 million tonnes to a total of 6.44 million tonnes. This increase is due to the sector's reduced ability to make use of power companies' residual heat and cogeneration-plant heat, as a result of which the sector was compelled to make more use of fossil fuels (natural gas). However, both the use of energy-saving options such as heat storage and movable screens and the number of energy-cluster projects continue to increase.

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, 2006

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.
Woord vooraf	7
Samenvatting	9
Summary	13
1. Inleiding	17
1.1 Sectordoelstellingen	17
1.2 Doelstelling energiemonitor	17
1.3 Leeswijzer	18
2. Methodiekbeschrijving	19
2.1 Energie-efficiëntie-index (EE-index)	19
2.2 CO ₂ -emissie	19
2.3 Penetratiegraden energiebesparende opties en energie-intensiverende activiteiten op de bedrijven	20
2.4 Primair brandstofbesparing restwarmte en w/k-warmte van energiebedrijven	20
3. Ontwikkeling EE-index, CO₂-emissie en aandeel duurzame energie van de sector	22
3.1 EE-index	22
3.1.1 EE-index 2003	22
3.1.2 Verklarende factoren ontwikkeling EE-index	23
3.2 CO ₂ -emissie	26
3.2.1 CO ₂ -emissie 2003	27
3.2.2 Verklarende factoren ontwikkeling CO ₂ -emissie	27
3.3 Aandeel duurzame energie	28
3.3.1 Resultaten duurzame energiemonitor 2003	28
3.3.2 Ontwikkeling groene elektriciteit in 2004	29
4. Ontwikkeling energiebesparende opties en energievragende activiteiten op de bedrijven	31
4.1 Huidige ontwikkelingen in penetratiegraad energiebesparende opties	31
4.1.1 Energiescherm	31
4.1.2 Warmteopslagtank	33
4.1.3 Rookgascondensor	35
4.1.4 Klimaatcomputer	36
4.1.5 Relatie energiebesparende opties en bouwjaar kas	36

	Blz.
4.2 Toekomstige ontwikkelingen in penetratiegraad energiebesparende opties	38
4.2.1 Energiescherm	38
4.2.2 Warmteopslagtank	39
4.2.3 Rookgascondensor	39
4.2.4 Samenvattend overzicht	39
4.3 Huidige ontwikkelingen in penetratiegraad energie-intensiverende activiteiten	40
4.3.1 CO ₂ -doseren in perioden zonder warmtevraag	40
4.3.2 Belichting	42
4.3.3 Relatie energie-intensiverende activiteiten en bouwjaar kas	45
5. Ontwikkeling restwarmte- en warmte/kracht-projecten	46
5.1 Restwarmteprojecten	46
5.2 W/k-installaties van energiebedrijven	48
5.3 W/k-installaties van tuinders	51
5.4 Energieclusterprojecten	53
6. Conclusies	55
Literatuur	57
Bijlagen	
1. Methodiekbeschrijving voor bepalen EE-index	61
2. Methodiekbeschrijving voor bepalen CO ₂ -emissie	67
3. Toelichting Informatienet	68
4. Methodiekbeschrijving voor bepalen primair brandstofbesparing restwarmte en w/k-warmte van energiebedrijven	69
5. Methodiekbeschrijving voor bepalen aandeel duurzame energie	71
6. Achtergrondcijfers EE-index en CO ₂ -emissie	72

Woord vooraf

De Nederlandse glastuinbouwsector en de Nederlandse overheid hebben diverse afspraken gemaakt die tot doel hebben dat de glastuinbouwsector minder energie verbruikt en efficiënter met energie omgaat. Eén van deze doelstellingen is een verbetering van de energie-efficiëntie-index (EE-index) met 65% in 2010 ten opzichte van het basisjaar 1980, zoals vastgelegd in het Convenant Glastuinbouw en Milieu (1997). Om zicht te houden op de actuele stand van zaken, wordt jaarlijks deze doelstelling gemonitord. In dit rapport zijn definitieve cijfers van de EE-index voor 2003 opgenomen. In dit rapport is geen raming van de EE-index 2004 opgenomen, omdat door meet- en allocatieproblemen van gas naar sectoren en afnemers (vrije en beschermde afnemers) er geen betrouwbaar gasverbruik voor de totale sector vastgesteld kan worden. Met het oog op de CO₂-emissieruimte voor de glastuinbouw in 2010 is in deze monitor ook de ontwikkeling in de CO₂-emissie van de sector tot en met 2003 gevolgd. Door het Klimaatbeleid verschuift de aandacht steeds meer van energie-efficiëntie naar CO₂-emissie. Dit brengt een omslag in het denken over de energieproblematiek en de energiebesparing met zich mee, omdat bij de EE-index en bij de CO₂-emissie andere definities voor energie worden gehanteerd en de ontwikkeling in de fysieke productie niet van invloed is op de CO₂-emissie. Ook voor de CO₂-emissie geldt dat vanwege meet-en allocatieproblemen van aardgas er geen betrouwbare raming voor 2004 opgesteld kan worden.

Ter onderbouwing van de ontwikkelingen in de EE-index en de CO₂-emissie tot en met 2003 zijn ook de ontwikkelingen in de verklarende factoren in kaart gebracht. Dit betreft concreet areaal, fysieke productie, het gebruik van energiebesparende opties waarbij in het bijzonder het gebruik van restwarmte en w/k-warmte en het gebruik van energie-intensiverende activiteiten, zoals belichting. De ontwikkelingen in het gebruik van energiebesparende opties en energie-intensiverende activiteiten zijn ook voor 2004 in kaart gebracht. Voor restwarmteprojecten, w/k-projecten en energieclusterprojecten zijn ook gegevens voor 2005 opgenomen.

Deze monitoring is uitgevoerd in opdracht van het Productschap Tuinbouw en SenterNovem. Het project is gefinancierd door het Productschap Tuinbouw en het Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit. Vertegenwoordigers van deze opdrachtgevers en financiers vormde samen de begeleidingscommissie, te weten: ir. G.J.M.J. Brueren (eerst namens LTO Nederland en later namens Glaskracht), drs. F.J. Nieman (SenterNovem), ing. C.M. Peters-van de Weijgaert MSc. (LNV) en ir. P.J. Smits (Productschap Tuinbouw). De leden van de begeleidingscommissie worden hierbij bedankt voor hun bijdrage aan dit project.

Het verkrijgen van de noodzakelijke gegevens is een inspanning van velen die door de complexiteit van de energiemarkt alleen maar groter is geworden. Het tot stand brengen van dit monitoringsrapport is daarmee ook een aanzienlijke opgave geworden. Naast de auteurs, te weten ir. A. van der Knijff, ir. J. Benninga, ing. J.K. Nienhuis en ing. C.E. Reijnders, hebben de volgende LEI-medewerkers meegewerkt aan dit project: ir. O. Hietbrink, ir. R.W. van der Meer, ir. M.N.A. Ruijs, J.L. Qualm, ing. N.J.A. van der Velden, A.W. van Vliet en H.J. van Welzen.

Tot slot worden de volgende partijen bedankt voor het aanleveren en beschikbaar stellen van diverse gegevens: CBS, Cogen, Energiened, Gasunie, Productschap Tuinbouw, gasleveranciers, restwarmteleveranciers en tuinders.

A handwritten signature in black ink, consisting of a large, stylized initial 'B' followed by a series of loops and a final flourish.

Dr. J.C. Blom
Algemeen directeur LEI B.V.

Samenvatting

Inleiding

In het Convenant Glastuinbouw en Milieu hebben de glastuinbouwsector en de overheid vastgelegd een verbetering van de energie-efficiëntie-index (EE-index) met 65% na te streven in 2010 ten opzichte van het basisjaar 1980. De EE-index geeft het primair brandstofverbruik per eenheid product weer. Een verbetering van de EE-index kan dus gerealiseerd worden door een daling van het primair brandstofverbruik en/of een stijging van de fysieke productie.

Daarnaast is in het kader van het klimaatbeleid een CO₂-emissieruimte voor de glastuinbouw voor de periode 2008-2012 vastgesteld. De CO₂-emissieruimte voor de glastuinbouw in 2010 bedraagt 6,5 miljoen ton CO₂ uitgaande van een totaal areaal van 10.500 ha (inclusief opkweek). Bij eventuele areaaluitbreiding wordt de CO₂-emissieruimte verhoogd; maximaal met 0,6 miljoen ton tot 7,1 miljoen ton CO₂ bij een areaal van 11.500 ha.

Doelstelling monitor

Jaarlijks worden de ontwikkelingen in de EE-index en CO₂-emissie gemonitord, waarbij ook de achterliggende factoren in ogenschouw worden genomen. Concreet zijn de volgende ontwikkelingen gemonitord:

- 1) de ontwikkelingen in de EE-index en CO₂-emissie van de glastuinbouwsector;
- 2) de ontwikkelingen in de penetratiegraden van de belangrijkste energiebesparende opties en energie-intensiverende activiteiten op de bedrijven;
- 3) de ontwikkelingen bij restwarmte- en w/k-projecten in de glastuinbouw.

EE-index

Voor 2003 is de EE-index definitief vastgesteld op 51%. Dit komt overeen met de bovengrens van de range die vorig jaar bij de raming werd afgegeven. Ten opzichte van 2002 is de EE-index in 2003 met 1 procentpunt verbeterd (tabel 1). Deze verbetering is het gevolg van een hogere fysieke productie per m² bij een gelijkblijvend primair brandstofverbruik per m².

Het energiegebruik per m² vóór omrekening naar primair brandstof daalde in 2003 wel met iets meer dan 1%. Deze verschillende ontwikkeling per vierkante meter enerzijds het energiegebruik vóór omrekening naar primair brandstof en anderzijds het primair brandstofverbruik hangt nauw samen met de daling in de warmtelevering aan de glastuinbouwsector. Hierdoor kon de sector minder profiteren van de voordelen van restwarmte en w/k-warmte (warmte van derden) en is er meer gas verstoekt op de bedrijven. Het aandeel aardgas in het totale energiegebruik nam daardoor toe tot bijna 87% in 2003. Het aandeel warmte van derden daalde van 9,8% in 2002 naar 8,6% in 2003. Al jarenlang is door de glastuinbouwsector veel energie bespaard (vermeden) door gebruik te maken van restwarmte en w/k-warmte van energiebedrijven. De laatste jaren is dit door de liberalisering van de energiemarkt steeds

minder geworden; in 2000 werd nog circa 356 miljoen m³ a.e. bespaard, in 2003 was dit afgenomen tot circa 253 miljoen m³ a.e.

De daling van het energiegebruik per m² vóór omrekening naar primair brandstof in 2003 kan deels verklaard worden door de hoogte van de gasprijs. Deze was voor beschermde afnemers in 2003 gemiddeld circa 1,3 cent per m³ hoger dan in 2002. Daarnaast is in 2003 circa 20 miljoen m³ a.e. meer brandstof bespaard met de inzet van energiebesparende opties dan in 2002. Daartegenover staat dat intensiverende activiteiten, zoals CO₂-doseren en belichting, tot een hoger energiegebruik per m² hebben geleid.

Tabel 1 Ontwikkeling van de EE-index in de glastuinbouw gecorrigeerd voor temperatuur en de verklarende factoren: primair brandstofverbruik en fysieke productie

	1980	1990	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
EE-index (%)	100	67	60	63	58	60	57	56	52	52	51
Primair brandstofverbruik (m ³ a.e./m ²)	40,9	44,8	45,0	47,0	43,7	43,8	43,0	42,3	39,5	41,0	41,0
Fysieke productie (€1980)/m ²)	20,9	34,2	38,1	37,9	38,8	37,5	38,4	38,4	39,2	40,0	41,2

Bron: LEI.

CO₂-emissie

De CO₂-emissie van de glastuinbouwsector is voor 2003 vastgesteld op 6,44 miljoen ton (tabel 2). Dit is een toename van 0,21 miljoen ton CO₂ ten opzichte van 2002. De CO₂-index kwam in 2003 uit op 95%. Dit is 3 procentpunten hoger dan in 2002, maar 5 procentpunten lager dan in het basisjaar 1990. De CO₂-emissie is vanaf eind jaren negentig tot 2001 continu gedaald bij min of meer gelijkblijvend areaal. Vanaf 2002 is de CO₂-emissie weer toegenomen. Dit kan verklaard worden doordat de sector de laatste jaren minder gebruik kan maken van restwarmte en w/k-warmte van energiebedrijven en daarom meer fossiele brandstoffen (aardgas) verbruikt. Hoewel in 2002 en 2003 de CO₂-emissie weer is toegenomen, ligt deze nog onder het niveau van de CO₂-emissieruimte voor 2010.

Tabel 2 Ontwikkeling in de CO₂-emissie en CO₂-index in de glastuinbouw (IPCC-methode)

	1990	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
CO ₂ -emissie (miljoen ton)	6,76	7,20	8,02	6,73	6,75	6,56	6,35	6,12	6,23	6,44
CO ₂ -index (%)	100	106	119	99	100	97	94	91	92	95

Bron: LEI.

Penetratiegraden energiebesparende opties

De laatste tien jaar is door de toename van de penetratiegraad van verschillende energiebesparende opties meer energie bespaard; in 2004 is ten opzichte van 1995 8% meer brandstof bespaard. Met name beweegbare schermen en warmteopslagtanks hebben hieraan een belangrijke bijdrage geleverd. Ten opzichte van 1995 zijn de penetratiegraden van deze opties gemiddeld met respectievelijk 2,7 en 3,7% per jaar toegenomen. In 2004 bedroeg de penetratiegraad van beweegbare schermen 79% van het areaal en warmteopslagtanks 40% van de bedrijven. De penetratiegraad van condensoren kwam uit op 72% van de ketels. De laatste jaren is het aantal condensoren op een apart net (65% van de verwarmingsketels) toegenomen ten koste van combicondensoren (10% van de verwarmingsketels) en condensoren op retour (25% van de verwarmingsketels), waardoor het besparingseffect van condensoren is afgenomen.

Voor de belangrijkste energiebesparende opties is een schatting gemaakt naar welk niveau de penetratiegraad in de toekomst kan groeien. Hierbij is gelet op de toename van de penetratiegraad de laatste twee, drie jaar ten opzichte van de groei in de laatste tien jaar en de technische mogelijkheden per gewas. Het resultaat van deze schatting is dat de penetratiegraad van beweegbare schermen naar verwachting doorgroeit naar 85-90% van het areaal. Voor warmteopslagtanks wordt een toename voorzien tot minstens 60% van de bedrijven. De condensor en klimaatcomputer daarentegen lijken het verzadingspunt nabij.

Penetratiegraden energie-intensiverende activiteiten

De penetratiegraad van zowel CO₂-dosereren in perioden zonder warmtevraag als belichting is de laatste tien jaar toegenomen. De gemiddelde groei bedroeg respectievelijk 0,6 en 1,7% per jaar. In 2004 doseerde ruim 83% van de bedrijven CO₂, waarvan 57% in perioden zonder warmtevraag. Van de bedrijven die CO₂ doseren in perioden zonder warmtevraag doet 62% dat met alleen rookgassen uit de verwarmingsketel. Circa 90% van de bedrijven die CO₂ doseerde in perioden zonder warmtevraag beschikte over een warmteopslagtank.

In 2004 werd circa 23% van het areaal belicht. De komende jaren zal het areaal belichting bij vruchtgroente, in verband met de toenemende vraag naar jaarrond geleverde glasgroenten, naar verwachting sterk toenemen. Naast het areaal belichting is de belichtingsintensiteit de laatste tien jaar eveneens toegenomen; gemiddeld met 1,2% per jaar tot 43 W_e/m² in 2004. Het aantal uren belichting per jaar bedroeg in 2004 gemiddeld 2.600. Dit is 420 uur per jaar minder dan in 2001. Dit is het gevolg van het feit dat de uitbreiding van het areaal belichting in de jaren 2002-2004 vooral heeft plaatsgevonden bij andere gewassen met minder belichtingsuren dan roos.

Het gasverbruik op belichtende bedrijven is sterk afhankelijk van de wijze van elektriciteitsvoorziening. Iets meer dan de helft van de belichtende bedrijven nam in 2004 alle elektriciteit af van het net en circa 47% van de belichtende bedrijven wekte (een gedeelte van de) elektriciteit zelf op met een eigen w/k-installatie. Deze laatste groep bestaat voornamelijk uit bedrijven die relatief veel belichtingsuren per jaar maken, zoals rozenbedrijven.

Restwarmte- en w/k-projecten

Door de liberalisering van de energiemarkt staat het rendement van restwarmteprojecten nog steeds onder druk. Hierdoor is per 1 juli 2004 de restwarmtelevering aan tuinders in de gebieden Erica en Klazienaveen zelfs helemaal gestopt. Het aantal restwarmteaansluitingen nam daardoor in één klap met 52 af, nadat in 2003 het aantal restwarmteaansluitingen al met 41 afgenomen was tot 274 per 1 januari 2004. Doordat bij het grootste restwarmteproject, in de B-driehoek, meer restwarmte werd geleverd, bleef de daling van de afgenomen hoeveelheid restwarmte in 2004 beperkt tot 4% ten opzichte van 2003.

De rendabiliteit van w/k-installaties is in 2004 over het algemeen verbeterd door onder andere hogere elektriciteitsprijzen en betere technische prestaties van nieuwe en grotere w/k-installaties. Ondanks dat daalde het opgestelde vermogen van w/k-installaties van energiebedrijven in 2004 met 79 MWe tot 353 MWe. Deze daling kan verklaard worden door het uit bedrijf nemen van vooral kleinere w/k-installaties. Daarnaast moeten energiebedrijven steeds meer concurreren met niet-belichtende glastuinbouwbedrijven die steeds vaker zelf een w/k-installaties in eigen beheer nemen en de opgewekte elektriciteit verhandelen. Verder neemt het aantal belichtende bedrijven nog steeds toe, waardoor het aantal potentiële klanten dat alleen warmte hoeft afneemt. Deze toename van het aantal belichtende bedrijven en de grotere mogelijkheden voor het zelf verhandelen van elektriciteit hebben geleid tot een toename van het opgestelde vermogen van w/k-installaties in eigen beheer. Het opgestelde vermogen van w/k-installaties van tuinders is in 2004 met 166 MWe gestegen tot 728 MWe.

W/k-installaties staan veelal ook aan de basis van energieclusterprojecten. Uit een quickscan blijkt dat het aantal energieclusterprojecten in 2004 minimaal 24 bedroeg met in totaal 236 ha aan glas.

Summary

Energy in the Dutch greenhouse horticulture sector; Developments in the sector and at holdings to the end of 2004

Introduction

The Greenhouse Horticulture Covenant concluded between the greenhouse horticulture sector and the Dutch authorities specifies a target of a 65% improvement in the energy-efficiency index (EE Index) by 2010 as compared to the reference year of 1980. The EE Index is a measure of the primary fuel consumption per unit of product. Consequently, an improvement of the EE Index can be achieved by a reduction of the primary fuel consumption and/or an increase of the crop yield.

In addition, pursuant to the climate policy CO₂-emission budgets have been specified for the greenhouse horticulture sector for the period 2008-2012. In 2010, the greenhouse horticulture sector's CO₂-emission budget will amount to 6.5 million tonnes of CO₂ on the basis of a total area of 10,500 hectares under cultivation (inclusive of nursery operations). In the event of an expansion of the area under cultivation, the CO₂-emission budget will be increased by a maximum of 0.6 million tonnes to 7.1 million tonnes of CO₂ with 11,500 hectares under cultivation.

The objective of the monitor

The movements in the EE Index and CO₂ emissions are monitored at annual intervals, together with an assessment of the underlying factors. The following specific movements are monitored:

- 1) the movements in the EE Index and CO₂ emissions of the greenhouse horticulture sector;
- 2) the movements in the degree of penetration of the major energy-saving options and energy-intensification operations at greenhouse horticulture holdings;
- 3) the movements in residual heat and cogeneration-plant projects in the greenhouse horticulture sector.

The EE Index

The definitive 2003 EE Index has been determined as 51%, a level that is in agreement with the upper end of the range forecast in last year's estimate.

In comparison with 2002, the 2003 EE Index improved by 1% point (Table 1).

This improvement was due to increased yields per m² at an unchanged primary fuel consumption per m².

However, in 2003 the energy consumption per m² prior to conversion to primary fuel equivalents decreased by a little more than 1%. These opposite movements in the energy consumption per m² prior to conversion to primary fuel equivalents and the primary consumption of primary fuel are primarily due to the decline in the supplies of heat to the greenhouse horticulture sector. With the reduced availability of supplies the sector was able to make less use of the benefits offered by residual heat and cogeneration-plant heat (heat from third parties), which in turn led to the use of more natural gas by the holdings. For this reason, the proportion of energy obtained from natural gas increased to almost 87% of the total energy consumption in 2003. The proportion of energy supplied by third parties declined from 9.8% in 2002 to 8.6% in 2003. The greenhouse horticulture sector has traditionally saved energy by making use of residual heat and cogeneration-plant heat supplied by power companies. However, following the liberalisation of the energy market the quantity of heat available has declined steadily. Whilst in 2000 it was still possible to save some 356 million m³ NGE, by 2003 the savings had declined to approximately 253 million m³ NGE.

The decrease in the 2003 energy consumption per m² prior to conversion to primary fuel is in part due to the gas price. In 2003, protected users were charged a gas price which was on average about €0,013 per m³ above the level in 2002. In addition, in 2003 an additional approx. 20 million m³ NGE of fuel was saved by the use of energy-saving measures in comparison with 2002. Conversely, intensification operations such as CO₂ dosing and assimilation lighting resulted in an increased energy consumption per m².

Table 1 Movements in the greenhouse-horticulture sector's EE Index, corrected for temperature, and the explanatory factors: primary fuel consumption and crop yield

	1980	1990	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
EE Index (%)	100	67	60	63	58	60	57	56	52	52	51
Primary fuel consumption (m ³ NGE/m ²)	40.9	44.8	45.0	47.0	43.7	43.8	43.0	42.3	39.5	41.0	41.0
Crop yield (€(1980)/m ²)	20.9	34.2	38.1	37.9	38.8	37.5	38.4	38.4	39.2	40.0	41.2

Source: LEI.

CO₂ emissions

In 2003, the greenhouse horticulture sector's CO₂ emissions were determined as 6.44 million tonnes (Table 2), an increase of 0.21 million tonnes of CO₂ in comparison with 2002. The 2003 CO₂ Index was 95%, 3% points higher than in 2002 but 5% points lower than the reference year of 1990. During the years between the end of the 1990s and 2001, CO₂ emissions declined continually for a relatively unchanged area under cultivation. The CO₂ emissions have increased again since 2003. This increase is due to the sector's reduced ability to make use of power companies' residual heat and cogeneration-plant heat, as a result of which the sector has been compelled to make more use of fossil fuels (natural gas). Although CO₂ emis-

sions increased again in 2002 and 2003, the level is still below the CO₂ emission budget for 2010.

Table 2 Movements in the greenhouse horticulture sector's CO₂ emissions and CO₂ Index (IPCC method)

	1990	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
CO ₂ emissions (million tonnes)	6.76	7.20	8.02	6.73	6.75	6.56	6.35	6.12	6.23	6.44
CO ₂ Index (%)	100	106	119	99	100	97	94	91	92	95

Source: LEI.

Degree of penetration of energy-saving options

During the past ten years, the increasing degree of penetration of a range of energy-saving options has resulted in increased energy savings; in 2004, 8% more fuel was saved in comparison to 1995. Movable screens and heat-storage tanks have made a particularly large contribution to these savings, and in comparison with 1995, the average degrees of penetration of these two options have increased by 2.7 and 3.7% respectively per annum. In 2004, the degree of penetration of movable screens amounted to 79% of the area under cultivation; the degree of penetration of heat-storage tanks amounted to 40% of the holdings. The degree of penetration of condensers amounted to 72% of the boilers. During recent years, the number of condensers in separate piping systems (65% of the boilers) has increased to the detriment of combi condensers (10% of the boilers) and condensers in the return (25% of the boilers), thereby decreasing the savings effect achieved with condensers.

Estimates have been made of the possible future degrees of penetration of the most important energy-saving options. These estimates took account of the increase in the degree of penetration during the past two to three years as compared to the growth in the past ten years, and of the technical feasibility for each type of crop. These estimates indicate that the degree of penetration of movable screens can be expected to increase to 85-90% of the area under cultivation. The degree of penetration of heat-storage tanks is expected to increase to at least 60% of the holdings. Conversely, the use of condensers and climate-control computers would appear to be approaching the saturation point.

Degree of penetration of energy-intensification operations

The degree of penetration of both CO₂ dosing in periods without a heat demand and assimilation lighting increased during the past ten years, with an average increase of 0.6% and 1.7% respectively per annum. In 2004, more than 83% of the holdings employed CO₂ dosing, of which 57% was in periods without a heat demand. 62% of the holdings using CO₂ dosing in periods without a heat demand employ solely the flue gases from the boiler. About 90% of the holdings that use CO₂ dosing in periods without a heat demand possess a heat-storage tank.

In 2004, assimilation lighting was used for about 23% of the area under cultivation. It is expected that during the coming years the increasing demand for year-round supplies of vege-

tables cultivated under glass will result in a marked increase in the use of assimilation lighting during the cultivation of fruiting vegetables. In addition to the increased areas subjected to assimilation lighting, the light intensity has also increased during the past ten years, namely by an average of 1.2% per annum to 43 W/m² in 2004. In 2004, assimilation lighting was used for an average of 2,600 hours per annum, 420 hours per annum less than in 2001. This reduced figure is due to the fact that the majority of the increased areas under cultivation subjected to assimilation lighting in 2002-2004 related to crops that require fewer hours of assimilation lighting than roses.

The gas consumption of holdings that use assimilation lighting is highly dependent on the manner in which they source their power. In 2004, slightly more than half of all holdings using assimilation lighting obtained their power from the national grid, whilst about 47% of the holdings using assimilation lighting generated (some of) their power using an in-house cogeneration plant. This latter group is primarily comprised of holdings that make use of a relatively large annual number of assimilation-lighting hours, such as holdings cultivating roses.

Residual heat and cogeneration-plant projects

The liberalisation of the energy market continues to impose pressure on the returns from residual-heat projects, and this actually resulted in the complete termination of supplies of residual heat to growers in the *Erica* and *Klazienaveen* areas as of 1 July 2004. On the termination of these supplies, the number of residual-heat connections abruptly declined by no less than 52; in 2003, the number had already decreased by 41 to 274 on 1 January 2004. However, the largest residual-heat project in the *B-driehoek* (B-triangle) region supplied more residual heat in 2004 and consequently the net decline in supplies of residual heat was limited to 4% in comparison with 2003.

In general, the returns from cogeneration plants achieved in 2004 increased due to factors such as the higher electricity prices and the improved technical performance of newer and larger cogeneration plants. However, in 2004, the total installed capacity of the power companies' cogeneration plants fell by 79 MWe to 353 MWe. This decrease was largely due to the decommissioning of smaller cogeneration plants. In addition, the power companies face continually increasing competition from greenhouse horticulture holdings that do not employ assimilation lighting and which increasingly install in-house cogeneration plants that supply excess electricity to the national grid. In addition, the number of holdings employing assimilation lighting continues to increase, thereby resulting in a decline of the number of potential clients interested solely in supplies of heat. The increased number of holdings using assimilation lighting and the improved opportunities for marketing electricity have both resulted in an increase in the installed capacity of in-house cogeneration plants. In 2004, the installed capacity of growers' cogeneration plants increased by 166 MWe to 728 MWe.

Cogeneration plants often constitute the basis of energy-cluster projects. A quick scan has revealed that in 2004 at least 24 energy-cluster projects were in progress. These involved a total of 236 ha under glass.

1. Inleiding

1.1 Sectordoelestellingen

Tussen de Nederlandse overheid en de glastuinbouwsector zijn enkele belangrijke sectordoelestellingen afgesproken die moeten leiden tot een efficiënter energiegebruik. Zo is in het kader van het Convenant Glastuinbouw en Milieu¹ (1997) afgesproken een verbetering van de EE-index met 65% in 2010 na te streven ten opzichte van het basisjaar 1980. In het Convenant is de EE-index gedefinieerd als zijnde: het primair brandstofverbruik per eenheid product, waarbij 1980 geldt als basisjaar. Het Convenant Glastuinbouw en Milieu is de opvolger van Meerjarenafspraken Energie (1992) die een verbetering van de EE-index met 50% over de periode 1980-2000 als doelstelling had. In aanvulling op het Convenant Glastuinbouw en Milieu is ook afgesproken om het gebruik van duurzame energie in de glastuinbouwsector te stimuleren en te bevorderen. Deze intentieverklaring is vastgelegd in het Aanvullend Convenant Glastuinbouw en Milieu (2002). Overeengekomen is een aandeel van 4% duurzame energie in de totale energievraag van de sector in 2010 na te streven.

Daarnaast is voortvloeiend uit het klimaatbeleid een CO₂-streefwaarde voor de land- en tuinbouw geformuleerd met daarbinnen een CO₂-emissieruimte voor de glastuinbouwsector. Voor de glastuinbouwsector bedraagt de emissieruimte voor het jaar 2010 6,5 miljoen ton CO₂ uitgaande van een totaal areaal van 10.500 ha (inclusief opkweek). Afhankelijk van de omvang van eventuele areaaluitbreiding wordt de emissieruimte verhoogd met maximaal 0,6 miljoen ton CO₂ tot maximaal 7,1 miljoen ton CO₂ bij een areaal van 11.500 ha. Bij verdere areaalgroei blijft de emissieruimte in totaal maximaal 7,1 miljoen ton CO₂ (LTO, 2004). In combinatie met deze CO₂-emissieruimte wordt momenteel gewerkt aan de ontwikkeling van CO₂-emissiehandel voor de glastuinbouw. Met CO₂-emissiehandel wordt getracht een optimalere allocatie van energiebesparing te realiseren en wel op die plaatsen waar dat tegen de minste kosten kan worden gerealiseerd. Bij de CO₂-emissieruimte en CO₂-handel wordt uitgegaan van de Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC-methode). Bij deze methode worden alleen de gebruikte fossiele brandstoffen (aardgas en olie) in beschouwing genomen.

1.2 Doelstelling energiemonitor

Om de ontwikkelingen in de EE-index en de CO₂-emissie te kunnen volgen en analyseren wordt jaarlijks een energiemonitor uitgevoerd, waarbij ook de achterliggende factoren in ogenschouw worden genomen. Doelstelling van deze monitor is:

- 1) het bepalen en analyseren van de ontwikkelingen in de EE-index en CO₂-emissie;

¹ In het vervolg van het rapport kortweg: het Convenant.

- 2) het bepalen en analyseren van de ontwikkelingen in de penetratiegraden van de belangrijkste energiebesparende opties en energievragende activiteiten op de bedrijven;
- 3) het monitoren van de belangrijkste ontwikkelingen bij restwarmte- en w/k-projecten in de glastuinbouw.

1.3 Leeswijzer

Dit rapport kent de volgende opbouw. Een korte toelichting op de gevolgde monitoringssystematiek is weergegeven in hoofdstuk 2. In hoofdstuk 3 zijn de belangrijkste ontwikkelingen in de EE-index en CO₂-emissie beschreven en geanalyseerd. Hoofdstuk 4 geeft een overzicht van de penetratiegraden van de belangrijkste energiebesparende opties en energievragende activiteiten op de bedrijven en een korte schets van de verwachte toekomstige ontwikkelingen. Actuele ontwikkelingen rondom de restwarmteprojecten en w/k-projecten in de glastuinbouw zijn in hoofdstuk 5 beschreven. In hoofdstuk 6 zijn de belangrijkste uitkomsten en conclusies van deze energiemonitor vermeld. Meer achtergrondinformatie over zowel de methodiek als de informatiebronnen inclusief achterliggende cijfers zijn opgenomen in de diverse bijlagen.

2. Methodiekbeschrijving

2.1 Energie-efficiëntie-index (EE-index)

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.

Energiegebruik en primair brandstofverbruik

In de glastuinbouw worden verschillende soorten energie gebruikt, zoals aardgas, olie, elektriciteit, restwarmte van elektriciteitscentrales en warmte van w/k-installaties van energiebedrijven. Het totale energiegebruik (vóór omrekening naar primair brandstof) wordt berekend door de verschillende energiedragers bij elkaar op te tellen. 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. Het totale energiegebruik zegt weinig over de milieubelasting. Daarom vindt omrekening naar primair brandstofverbruik plaats. Voor de productie van een bepaalde eenheid energie zijn namelijk afhankelijk van de energiesoort, verschillende hoeveelheden brandstof nodig. Aardgas en olie zijn primaire brandstoffen. Voor elektriciteit, restwarmte en w/k-warmte is met behulp van omrekeningsfactoren het primair brandstofverbruik bepaald die nodig is voor de productie van eenheid energie. Door sommatie van het primair brandstofverbruik per energiedrager is het totale primaire brandstofverbruik, uitgedrukt in aardgasequivalenten (a.e.) bepaald.

Fysieke productie

De fysieke productie in de glastuinbouw wordt bepaald door een groot aantal verschillende producten uitgedrukt in verschillende eenheden (kg, stuk, bos). Aan de hand van de sectorrekening die gebaseerd is op het Informatienet wordt de fysieke productie bepaald op basis van de geldelijke omzet van de sector welke gecorrigeerd is voor de prijsmutatie van de voortgebrachte producten. De fysieke productie wordt niet gecorrigeerd voor verschillen in lichtniveau (instraling) tussen de jaren.

Een uitgebreide, schematische methodiekbeschrijving is opgenomen in bijlage 1. Ook is in bijlage 1 een overzicht van de belangrijkste informatiebronnen weergegeven.

2.2 CO₂-emissie

Bij de vaststelling van de CO₂-emissieruimte voor de glastuinbouwsector is uitgegaan van de methode van het Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC-methode). Deze metho-

de wijkt op een aantal punten af van de bepaling van de EE-index en de bepaling van de CO₂-emissie in de lijn van het Convenant Glastuinbouw en Milieu.

Het belangrijkste verschil is het feit dat bij de IPCC-methode alleen de daadwerkelijk gebruikte fossiele brandstoffen in beschouwing worden genomen (Van der Velden et al., 1997). Voor de glastuinbouwsector betekent dit dat de inkoop van elektriciteit en warmte (restwarmte en w/k-warmte van energiebedrijven) niet meegenomen worden bij de bepaling van de CO₂-emissie. Een tweede verschil is dat bij de IPCC-methode niet gecorrigeerd wordt voor de buitentemperatuur. Een ander belangrijk verschil is dat de CO₂-emissie betrekking heeft op het totale areaal glastuinbouw (productieglastuinbouw en opkweek), terwijl bij de bepaling van de EE-index de opkweek buiten beschouwing wordt gelaten. Bijlage 2 omvat meer gedetailleerde informatie over de omrekeningsfactoren.

2.3 Penetratiegraden energiebesparende opties en energie-intensiverende activiteiten op de bedrijven

De penetratiegraden van energiebesparende opties (bijvoorbeeld schermen, warmtebuffer) en energievragende activiteiten (bijvoorbeeld CO₂-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 bepaald. Het Informatienet is een aselechte steekproef van de bedrijven uit de Meitelling van het CBS. Meer informatie over het Informatienet is te vinden in bijlage 3.

De penetratiegraden worden dus bepaald op basis van een steekproef. 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. Toch 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 werd. Een andere kanttekening is dat penetratiegraden voor opties of activiteiten met een lage penetratiegraad minder betrouwbaar zijn.

2.4 Primair brandstofbesparing restwarmte en w/k-warmte van energiebedrijven

Het gebruik van restwarmte en w/k-warmte van energiebedrijven is een belangrijke optie voor de glastuinbouw om primair brandstof te besparen. De hoeveelheid primair brandstof die bespaard kan worden 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 is afgeleid uit de relatie tussen het gasverbruik van de ketel en de geproduceerde hoeveelheid warmte.

Bij de productie van restwarmte wordt in de elektriciteitscentrale c.q. 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 c.q. 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. Bij de bepaling van de omrekeningsfactoren wordt ervan uitgegaan dat de landelijke besparing door het gebruik van restwarmte en w/k-warmte toege-rekend wordt aan de glastuinbouw.

Een uitgebreide methodiekbeschrijving inclusief een overzicht van de belangrijkste informatiebronnen is opgenomen in bijlage 4.

3. Ontwikkeling EE-index, CO₂-emissie en aandeel duurzame energie van de sector

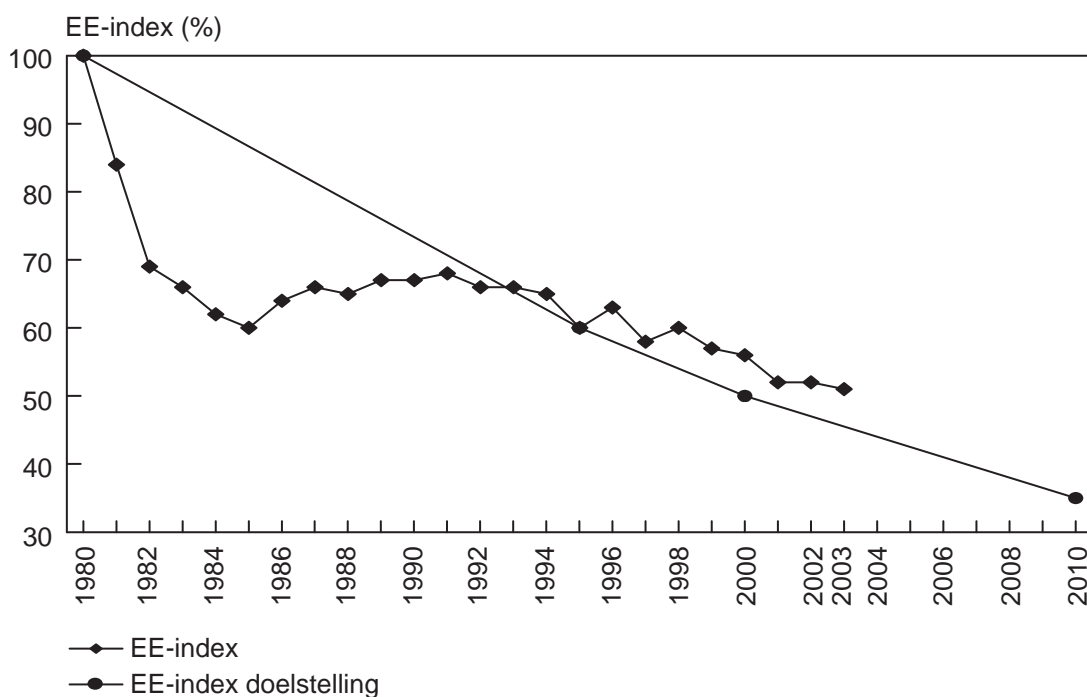
3.1 EE-index

In deze paragraaf zijn de laatste ontwikkelingen in de EE-index gecorrigeerd voor temperatuur beschreven. Eerst zijn de belangrijkste resultaten weergegeven, namelijk de definitieve EE-index voor 2003. Vervolgens zijn de ontwikkelingen in de verklarende factoren achter de EE-index, namelijk het primair brandstofverbruik en de fysieke productie, beschreven. Hierbij is vooral ingezoomd op de ontwikkeling 2002/2003.

3.1.1 EE-index 2003

Definitieve EE-index 2003

Voor 2003 is de EE-index definitief vastgesteld op 51% (figuur 3.1). Dit komt overeen met de bovengrens van de range die vorig jaar bij de raming werd afgegeven (Van der Knijff et al., 2004). Ten opzichte van 2002 is de EE-index in 2003 met 1 procentpunt verbeterd. Deze verbetering is het gevolg van een hogere fysieke productie per m² bij een gelijkblijvend primair brandstofverbruik per m².



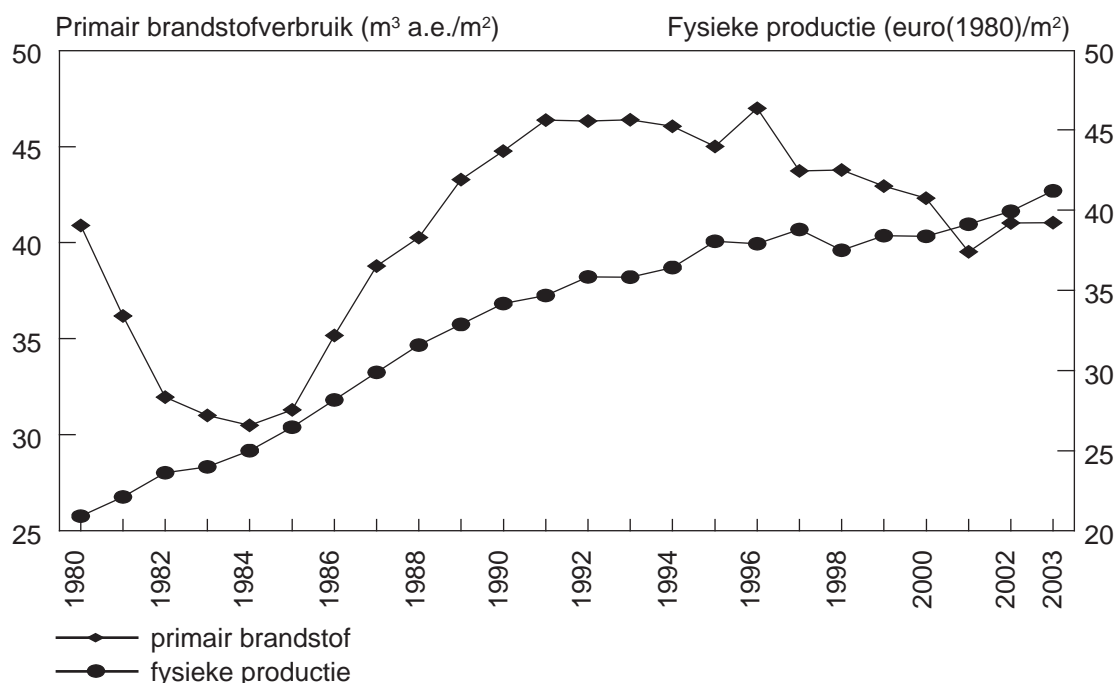
Figuur 3.1 Ontwikkeling van de EE-index in de glastuinbouw gecorrigeerd voor temperatuur in de periode 1980-2003 afgezet tegen de EE-index-doelstelling

Bron: LEI.

In figuur 3.1 is de langetermijn ontwikkeling in de EE-index weergegeven. Naast de werkelijke ontwikkelingen zijn ook de tussentijdse en einddoelstellingen weergegeven. Uit de figuur blijkt dat de sector vanaf 1980 veel efficiënter met energie is omgegaan. In 1995 wist de sector de tussendoelstelling, een EE-index van 60%, te realiseren. Daarna zijn de ontwikkelingen in de EE-index achter gebleven bij de 'ideaallijn', zoals weergegeven in figuur 3.1. De beoogde halvering van de EE-index in 2000 werd niet behaald. In 2003 was de sector met een EE-index van 51% dichtbij.

3.1.2 Verklarende factoren ontwikkeling EE-index

De verklarende factoren achter de EE-index zijn: het primair brandstofverbruik en de fysieke productie. Beide factoren zijn in figuur 3.2 tegen elkaar uitgezet. Uit de figuur blijkt dat de fysieke productie per m² vanaf 1980 een min of meer continue stijgende lijn laat zien. De ontwikkeling in het primair brandstofverbruik per m² laat daarentegen een grilliger verloop zien. Dit hangt onder andere nauw samen met het gebruik van restwarmte en w/k-warmte van energiebedrijven.



Figuur 3.2 Ontwikkeling van het primair brandstofverbruik per m² gecorrigeerd voor temperatuur en de fysieke productie per m² in de periode 1980-2003

Bron: LEI.

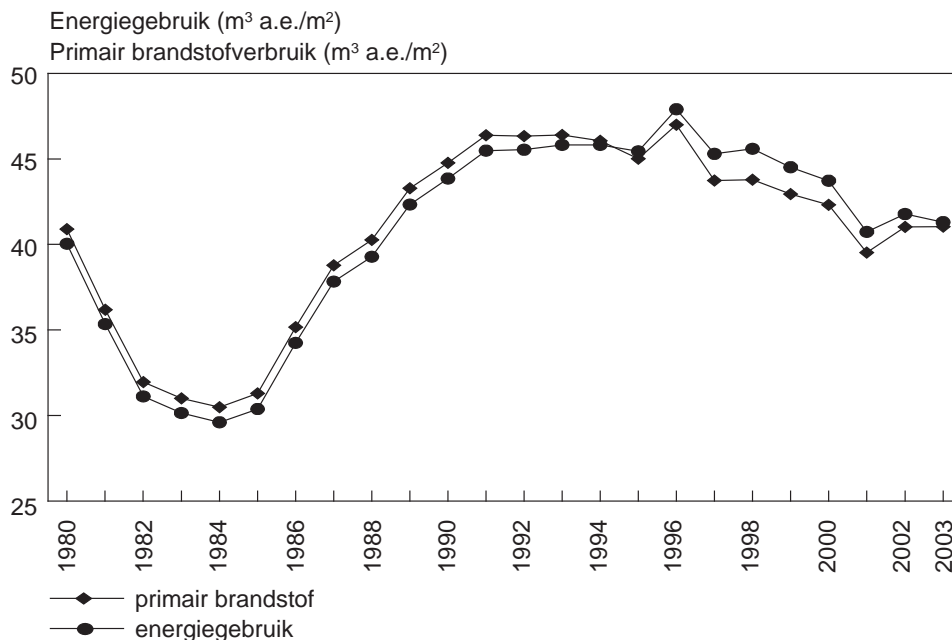
Fysieke productie per m²

Een belangrijke factor die van invloed is op productie per m², naast ras en variëteit, is de lichtinstraling/lichtsom (kJ/cm²). Het jaar 2003 was een bijzonder lichtrijk jaar; gemiddeld was het bijna 15% lichter dan het langjariggemiddelde en 10% lichter dan het eveneens relatief licht-

rijke 2002. In 2003 is, net als in voorgaande jaren, de fysieke productie opnieuw gestegen. Gemiddeld nam de productie met 3% toe.

Primair brandstofverbruik per m²

Het primair brandstofverbruik per m² is vanaf halverwege de jaren negentig tot en met 2001 gedaald. In 2002 nam het primair brandstofverbruik per m² voor het eerst weer toe, gevolgd door min of meer een stabilisatie in 2003. Het energiegebruik per m² vóór omrekening naar primair brandstof daalde in 2003 wel met iets meer dan 1%. Deze verschillende ontwikkeling per vierkante meter in enerzijds het energiegebruik vóór omrekening naar primair brandstof en anderzijds het primair brandstofverbruik hangt nauw samen met de daling in het gebruik van restwarmte en w/k-warmte van energiebedrijven. Door de liberalisering staat het rendement van restwarmteprojecten en w/k-installaties van energiebedrijven onder druk. Verschillende projecten zijn de afgelopen jaren (gedeeltelijk) stopgezet (hoofdstuk 5). 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 4) en is er meer aardgas verstoekt op de bedrijven.



Figuur 3.3 Ontwikkeling van het energiegebruik per m² en het primair brandstofverbruik per m² gecorrigeerd voor temperatuur in de periode 1980-2003

Bron: LEI.

Energiegebruik: verschuiving in energievoorziening

De hierboven genoemde daling van restwarmte en w/k-warmte (warmte van derden) is ook duidelijk af te leiden uit tabel 3.1. In een paar jaar tijd is het aandeel warmte van derden in het totale energiegebruik fors gedaald; bedroeg het aandeel warmte van derden in 2000 nog 11,5%, in 2003 was dit gedaald tot 8,6%. Doordat de sector de laatste jaren 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. Ook energie-intensiverende maatregelen, zoals belichting met een eigen w/k-installatie en CO₂-dosereren met de ketel in perioden zonder warmtevraag, leidden tot een hoger gasverbruik. Hiermee kwam het aandeel aardgas in het totale energiegebruik in 2003 uit op bijna 87%. Het aandeel elektriciteit in het totale energiegebruik schommelt daarentegen al enkele jaren rond de 4%.

Tabel 3.1 *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	2003
Aardgas	94,9	95,7	91,4	89,7	86,3	85,2	85,0	84,4	84,2	85,7	86,9
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	8,6
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

Bron: LEI.

Effect warmte van derden

Door de glastuinbouwsector is al jarenlang veel energie bespaard (vermeden) door gebruik te maken van restwarmte en w/k-warmte van energiebedrijven. De laatste jaren is dit door de liberalisering van de energiemarkt steeds minder geworden; in 2000 werd nog circa 356 miljoen m³ a.e. bespaard, in 2003 was dit afgenomen tot circa 253 miljoen m³ a.e. (tabel 3.2). Dit is bijna 13% minder. Door deze forse daling is ook het effect op de EE-index minder. In 2003 bedroeg het effect op de EE-index 3 procentpunten. Concreet betekent dit dat de EE-index in 2003 niet 51% zou bedragen maar 54% indien de sector geen restwarmte en w/k-warmte van energiebedrijven had afgenomen en in plaats daarvan de benodigde warmte met aardgasgestookte ketels had opgewekt. Wanneer in 2003 absoluut gezien evenveel warmte van derden zou zijn afgenomen als in 2000 zou de EE-index 50% zijn geweest. Dit is 1 procentpunt beter dan in werkelijkheid. In 2004 is het gebruik van restwarmte en w/k-warmte opnieuw teruggelopen (hoofdstuk 5).

Tabel 3.2 *Vermeden primair brandstofverbruik van de glastuinbouwsector in de periode 2000-2003 (miljoen m³ a.e.) door restwarmte en w/k-warmte van energiebedrijven*

	2000	2001	2002	2003
Restwarmte	124	115	99	98
W/k-installaties van energiebedrijven	232	211	191	155
Totaal	356	326	290	253

Bron: LEI.

Energiegebruik per m²

Het energiegebruik per m² vóór omrekening naar primair brandstofverbruik is in 2003 met iets meer dan 1% gedaald ten opzichte van 2002. Deze daling is volledig toe te schrijven aan een daling van de brandstofintensiteit¹ per m² aangezien de elektriciteitintensiteit per m² juist toe nam.

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; een stijging van de gasprijs leidt tot een daling van de brandstofintensiteit. In 2003 was de reële gasprijs voor beschermde afnemers gemiddeld 1,3 ct per m³ hoger dan in 2002. Uitgaande van bovengenoemde prijselasticiteit mag een daling van de brandstofintensiteit verondersteld worden. Echter, de ontwikkeling in de brandstofintensiteit is niet alleen afhankelijk van de hoogte van de gasprijs, maar van meerdere factoren.

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 de aardgasmarkt per 1 januari 2002 en per 1 juli 2004, 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 4.1). Op sectorniveau is het effect van de energiebesparende opties op het totale brandstofverbruik met behulp van een door het LEI ontwikkeld model (Bakker et al., 1998) geschat door de ontwikkeling in de penetratiegraad per energiebesparende optie te vermenigvuldigen met een 'gemiddeld' besparingspercentage per optie. In 2003 is ten opzichte van 2002 circa 20 miljoen m³ a.e. extra bespaard door de toename van de penetratiegraad van verschillende energiebesparende opties (Van der Knijff et al., 2004). De laatste jaren is de energiebesparing door de inzet van energiebesparende opties alleen maar toegenomen; in 2004 is ten opzichte van 1995 circa 8% meer brandstof bespaard.

Daartegenover staat dat in de glastuinbouw een continu proces van intensivering plaats vindt (paragraaf 4.3). Deze intensiverende activiteiten, zoals CO₂-dosereren en belichting, hebben tot doel de productie te verhogen, de kwaliteit te verbeteren en jaarrond telen, en leiden tot een hoger energiegebruik per m² (brandstof- en/of elektriciteitintensiteit). Over het effect van het intensiveringsproces op het energiegebruik per m² 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 m² wordt gecompenseerd met de inzet van energiebesparende opties.

Al deze factoren samen hebben ertoe geleid dat de brandstofintensiteit per m² in 2003 met 0,5 m³ gedaald is ten opzichte van 2002.

3.2 CO₂-emissie

In deze paragraaf zijn de ontwikkelingen in de CO₂-emissie van de glastuinbouwsector beschreven, waarbij de CO₂-emissie berekend is conform de methode van de Intergovernmental

¹ Aardgas, olie, restwarmte en w/k-warmte van energiebedrijven.

Panel on Climate Change (IPCC-methode). In bijlage 6 is daarnaast ook de ontwikkeling in de CO₂-emissie weergegeven, waarbij de CO₂-emissie berekend is in de lijn van het Convenant Glastuinbouw en Milieu. De CO₂-emissie voor 2003 is definitief vastgesteld.

3.2.1 CO₂-emissie 2003

Definitieve CO₂-emissie 2003

De CO₂-emissie van de glastuinbouwsector is voor 2003 vastgesteld op 6,44 miljoen ton (tabel 3.3). Dit is een toename van 0,21 miljoen ton CO₂ ten opzichte van 2002. De CO₂-index kwam uit op 95%. Dit is 3 procentpunten hoger dan in 2002, maar 5 procentpunten lager dan in het basisjaar 1990. Hoewel in 2002 en 2003 de CO₂-emissie weer is toegenomen, ligt deze nog onder het niveau van de CO₂-emissieruimte voor 2010.

Tabel 3.3 *Ontwikkeling van de CO₂-emissie in de glastuinbouw conform IPCC-methode in de periode 1990-2003¹*

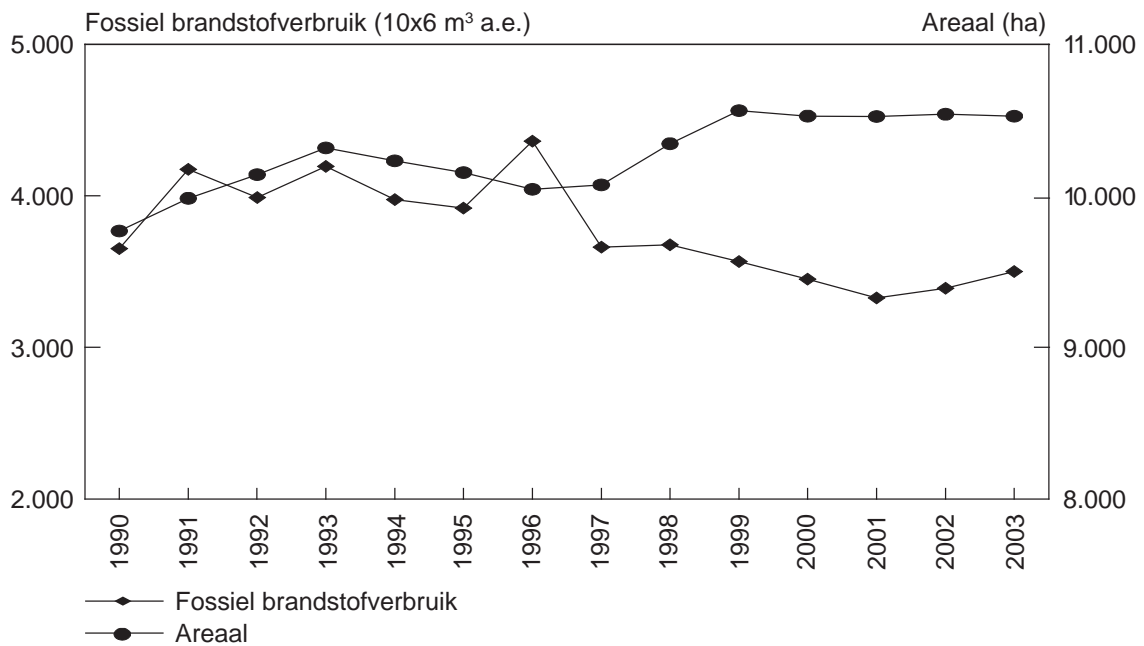
	1990	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
CO ₂ -emissie (miljoen ton)	6,76	7,20	8,02	6,73	6,75	6,56	6,35	6,12	6,23	6,44
CO ₂ -index (%)	100	106	119	99	100	97	94	91	92	95

Bron: LEI.

3.2.2 Verklarende factoren

De verklarende factoren achter de CO₂-emissie zijn: het fossiel brandstofverbruik op de bedrijven en het totale areaal glastuinbouw. Beide factoren zijn in figuur 3.4 tegen elkaar uitgezet. Uit de figuur blijkt dat de CO₂-emissie vanaf eind jaren negentig tot 2001 continue gedaald is bij min of meer gelijkblijvend areaal. Vanaf 2002 is de CO₂-emissie weer toegenomen. Dit kan verklaard worden doordat de sector de laatste jaren minder gebruik kan maken van restwarmte en w/k-warmte van energiebedrijven en daarom meer fossiele brandstoffen (aardgas) verbruikt.

¹ De CO₂-emissie en CO₂-index voor de jaren 1990 tot en met 2002 wijken iets af van eerder gepubliceerde cijfers, omdat met een exactere omrekeningsfactor voor CO₂ is gerekend (1,776 kg CO₂ per m³ gas in plaats van 1,8 kg CO₂ per m³ gas zoals voorheen). Voor een uitgebreidere toelichting wordt verwezen naar bijlage 2.



Figuur 3.4 Ontwikkeling van het fossiel brandstofverbruik van de sector en het totale areaal glastuinbouw in de periode 1990-2003

Bron: LEI.

Fossiel brandstofverbruik

Uit figuur 3.4 blijkt dat vanaf eind jaren negentig tot 2001 continu fossiel brandstofverbruik door de sector is gedaald bij min of meer gelijkblijvend areaal. Vanaf 2002 is het fossiel brandstofverbruik weer toegenomen. Dit kan grotendeels verklaard worden doordat de sector de laatste jaren minder gebruik kon maken van restwarmte en w/k-warmte van energiebedrijven (hoofdstuk 5) en daarom meer fossiele brandstoffen (aardgas) verbruikt.

Areaal glastuinbouw

Het areaal glastuinbouw inclusief opkweek is de laatste jaren redelijk stabiel en laat van jaar tot jaar kleine fluctuaties zien. In de periode 1999-2003 schommelde het areaal zo tussen de 10.525 en 10.562 ha (bijlage 6). In 2003 is het effect van de areaalontwikkeling (-13 ha) op de CO₂-emissie bijna te verwaarlozen.

3.3 Aandeel duurzame energie

3.3.1 Resultaten duurzame energiemonitor 2003

In deze paragraaf is volstaan met een korte presentatie van de resultaten van de duurzame energiemonitor glastuinbouw 2003. Een beknopte methodiekbeschrijving is opgenomen in bijlage 5. Voor een volledig overzicht wordt verwezen naar het rapport *Duurzame energiemonitor glastuinbouw 2003* (Nienhuis et al., 2005).

Uit tabel 3.4 blijkt dat slechts een gering aantal bedrijven de beschikking heeft over een duurzame-energieoptie. Ook de hoeveelheid groene elektriciteit die ingekocht is, is relatief gezien weinig. Het vermeden primaire energieverbruik in 2003 door duurzame energie bedroeg minimaal 617.400 GJ en maximaal 816.300 GJ. Uitgaande van het totale primair energieverbruik zonder temperatuurcorrectie (123,7 PJ) lag het aandeel duurzame energie in de range van 0,50-0,66%. Gelet op het kleine aantal bedrijven dat de beschikking heeft over duurzame energieopties en het lage aandeel duurzame energie kan niet anders geconcludeerd worden dan dat het gebruik van duurzame energie in de glastuinbouw nog steeds in de kinderschoenen staat. Zeker wanneer dit gespiegeld wordt aan de duurzame energiedoelstelling voor 2010, namelijk een aandeel van duurzame energie van 4%. De lage penetratiegraad van duurzame energieopties hangt onder andere samen met het feit dat een aantal opties zich nog in de ontwikkelingsfase bevinden (het gesloten-kas-principe), vergunningenproblematiek (windturbine), of (nog) niet rendabel zijn (Nienhuis et al., 2005).

Over 2004 zijn ook aanvullende gegevens over het gebruik van duurzame energieopties gevraagd op de bedrijven in het Informatienet. Dit betrof: biomassa (brandstof), bio-olie, windturbine, warmtepomp met aquifer en het gesloten-kas-principe waarbij ook gebruik wordt gemaakt van een warmtepomp en aquifer. In 2004 werd door geen van de bedrijven in de steekproef gebruikgemaakt van deze opties.

Tabel 3.4 *Indicatie toepassing van duurzame energieopties in de glastuinbouw in 2003 inclusief de vermeden hoeveelheid primaire energie, zowel indicatie minimum als ingeschat maximum*

Duurzame energie-optie	Indicatie minimumaantal bedrijven	Indicatie maximaal aantal bedrijven	Indicatie minimale vermeden hoeveelheid primaire energieverbruik (GJ)	Indicatie maximale vermeden hoeveelheid primaire energieverbruik (GJ)
Warmtepomp en warmte-/koudeopslag	17	25	12.800	18.800
Verbranding van biomassa	3	3	28.500	28.500
Vergisting van biomassa	-	6	-	28.500
Bio-olie en vetten	9	18	51.500	103.000
Windenergie	4	4	4.600	4.600
Zonne-energie (thermisch)	4	8	900	1.800
Zonne-energie (PV)	5	10	100	200
Aardwarmte	-	-	-	-
<i>Subtotaal</i>	<i>42</i>	<i>74</i>	<i>98.400</i>	<i>185.400</i>
Groene elektriciteit	440	1.000	519.000	630.900
<i>Totaal</i>	<i>n.v.t.</i>	<i>n.v.t.</i>	<i>617.400</i>	<i>816.300</i>

Bron: Nienhuis et al. (2005).

3.3.2 Ontwikkeling groene elektriciteit in 2004

Groene elektriciteit is verreweg de meest toegepaste vorm van duurzame energie in de glastuinbouw. In 2004 gebruikte circa 19% van de bedrijven uit het Informatienet groene elektriciteit. Ruim 40% van de bedrijven paste belichting toe. De cijfers over het aandeel be-

drijven dat groene elektriciteit gebruikt komt overeen met de gegevens van MPS. Uit het concept jaarverslag van MPS blijkt dat ongeveer 20% van de bedrijven in 2004 groene elektriciteit afnam (MPS, in voorbereiding). Het aandeel groene elektriciteit ten opzichte van het totaal energieverbruik van alle MPS-bedrijven kwam hiermee uit op 0,78%.

4. Ontwikkeling energiebesparende opties en energie-intensiverende activiteiten op de bedrijven

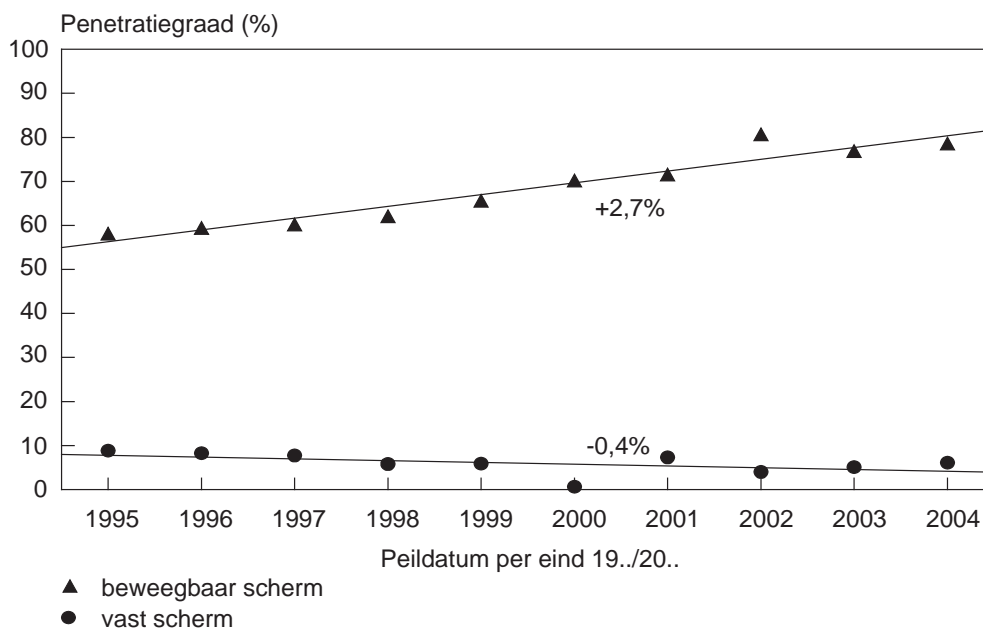
4.1 Huidige ontwikkelingen in penetratiegraad energiebesparende opties

Een aantal factoren liggen ten grondslag aan het toepassen van energie besparende maatregelen in de glastuinbouw. De volgende factoren spelen onder andere een rol: de aardgasprijs (commodity prijs), de technische prestaties van de opties (energiebesparing), de onderlinge interactie tussen de opties, mogelijke neveneffecten (kasklimaat en fysieke opbrengst), subsidie- en fiscale regelgeving en bedrijfskenmerken, zoals type bedrijf, teelt en ontwikkelingsfase van het bedrijf. In deze paragraaf worden de ontwikkelingen in de penetratiegraad van de belangrijkste energiebesparende opties in de laatste tien jaar beschreven, waarbij aan het eind in het bijzonder ingegaan wordt op de situatie bij nieuwe kassen. In paragraaf 4.2 wordt ingegaan op mogelijke toekomstige ontwikkelingen in de penetratiegraad van de verschillende opties.

4.1.1 Energiescherm

Penetratiegraad energieschermen

In 2004 werd 79% van het areaal glastuinbouw geschermd met een beweegbaar scherm (figuur 4.1). De penetratiegraad bij chrysant, roos en paprika is hoog (> 90%). De groei van het areaal met beweegbaar scherm is de laatste jaren mede tot stand gekomen door een sterke toename bij tomaat.



Figuur 4.1 Aandeel areaal met een beweegbaar en/of vast scherm in de periode eind 1995 - eind 2004 (gemiddelde mutatie in procentpunten per jaar)

Bron: Informatienet LEI.

Ondanks deze groei is de penetratiegraad met circa 43% bij tomaat relatief laag. De reden hiervan is dat een beweegbaar scherm bij tomaat niet of nauwelijks rendabel is (Ruijs et al., 2005). Komkommer zit met een penetratiegraad van circa 71% hier tussenin.

Tegenover deze groei bij het beweegbaar scherm staat een daling van het areaal glastuinbouwbedrijven met een vast scherm. Vaste schermen worden steeds vaker vervangen door beweegbare schermen. In 2004 bedroeg het areaal glastuinbouw met een vast scherm ongeveer 6%, waarvan op circa 3% van het areaal een combinatie van een vast en een beweegbaar scherm werd toegepast.

Isolatiegraad energieschermen

De energiebesparing die met een scherm gehaald kan worden, is afhankelijk van het aantal schermuren per jaar en de isolatiegraad van het scherm. Het aantal schermuren per jaar hangt deels af van het geteelde gewas en het schermtype, alsmede de schermkier die wordt gehanteerd om het teveel aan vocht in de kaslucht af te voeren. Uiteraard spelen het schermgebruik in z'n algemeenheid en de inzichten van individuele telers hierin ook een belangrijke rol (Ruijs et al., 2005). In tabel 4.1 is een klasse-indeling van het areaal beweegbare schermen weergegeven op basis van de isolatiegraad. De onderverdeling naar isolatiegraadklasse per gewas moet worden beschouwd als een indicatie, omdat het Informatienet niet representatief is voor de afzonderlijke gewassen. Uit de tabel blijkt dat verreweg het grootste deel van het areaal met een beweegbare scherm uitgerust is met een scherm met een isolatiegraad groter dan 35% en meer dan de helft zelfs met een isolatiegraad groter dan 40%. De schermen met een isolatiegraad van meer dan 55% komen vooral voor op sierteeltbedrijven die verduistering toepassen voor bloei-inductie, met name chrysantenbedrijven, en op bedrijven met een dubbel scherm. Vrijwel alle beweegbare schermen die toegepast worden bij glasgroenten hebben een isolatiegraad tussen de 35 en 40%. Bij roos en chrysant heeft een aanzienlijk deel een isolatiegraad van meer dan 40%. Bij roos wordt dit deels veroorzaakt doordat bedrijven beschikken over twee schermen, een energiescherm met een isolatiegraad van 35% of minder en een zonnescherm met een isolatiegraad van 10 à 15%. Daarnaast zijn er ook een aantal rozenbedrijven met een enkel scherm met een isolatiegraad groter dan 40%. Bij de aanwezigheid van een dubbel scherm worden lang niet altijd beide schermen gelijktijdig gesloten. Op rozenbedrijven is dit alleen het geval in de nacht bij lage buitentemperaturen.

Tabel 4.1 Aandeel beweegbare schermen naar klasse-indeling van isolatiegraad a) in 2004 (% areaal met beweegbaar scherm)

Isolatiegraad beweegbare schermen (%)	10 - 15	15 - 35	35 - 40	40 - 55	Groter dan 55
Areaal glastuinbouw	3	1	44	28	24
Tomaat			100		
Komkommer			99	1	
Paprika			100		
Roos		5	43	41	11
Chrysant		1		10	89

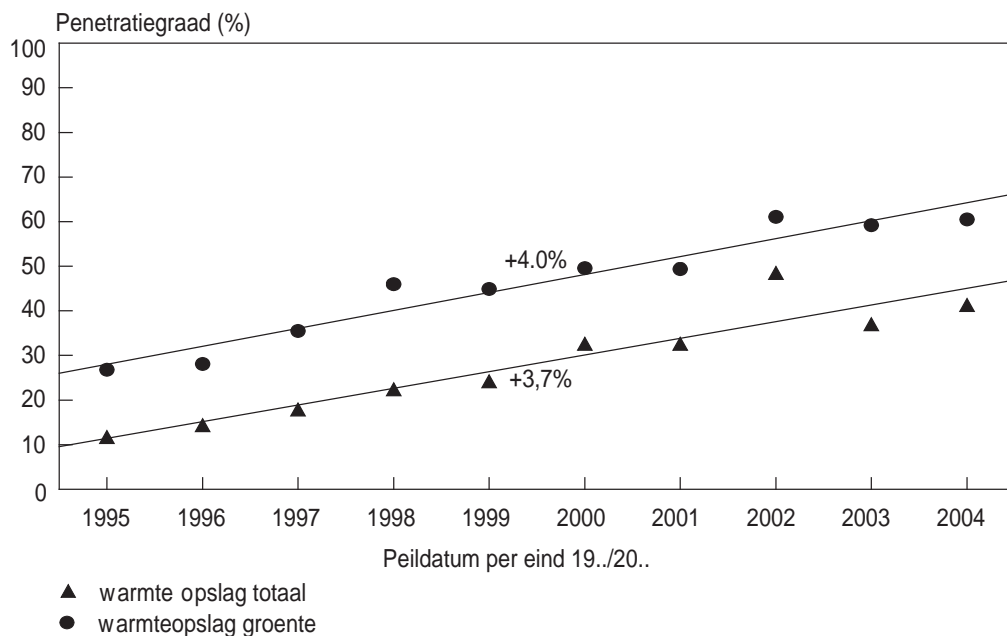
a) Bij meerdere schermen cumulatieve isolatiegraad.

Bron: Informatienet LEI.

4.1.2 Warmteopslagtank

Penetratiegraad warmteopslagtank

Het aantal bedrijven met een warmteopslagtank is in 2004 verder uitgebreid. Over de laatste tien jaar is de toename van het aantal bedrijven met een warmteopslagtank gemiddeld 3,7% per jaar geweest. Voor glasgroentebedrijven is deze jaarlijkse groei gemiddeld 4% per jaar. Bij glasgroentebedrijven is het percentage bedrijven met een warmteopslagtank met 60 veel hoger dan in de gehele glastuinbouw (40%), omdat in de glasgroenteteelt veel vaker CO₂ gedoseerd wordt in periode zonder warmtevraag. Gezien de matige groei van het aantal bedrijven met een warmteopslagtank in de laatste twee jaar lijkt het erop dat het aantal bedrijven met warmteopslagtank bij glasgroentebedrijven stabiliseert. Van de drie grote vruchtgroenten, tomaat, komkommer en paprika, beschikt het merendeel van de bedrijven over een warmteopslagtank (85-95%). Voor de overige groentebedrijven is dit percentage (15-20%) veel lager. Bij sierteeltbedrijven daarentegen groeit het aandeel bedrijven met een warmteopslagtank nog steeds (figuur 4.2).



Figuur 4.2 Aandeel bedrijven met warmteopslagtank in de periode eind 1995 - eind 2004 (gemiddelde mutatie in procentpunten per jaar)

Bron: Informatienet LEI.

Inzet warmteopslagtank voor verschillende doelen

Aan de groei van het aantal bedrijven met een warmteopslagtank en de toename van de tankinhoud liggen verschillende ontwikkelingen ten grondslag. In de eerste plaats kan met een warmteopslagtank tijdelijk warmte worden opgeslagen die wordt geproduceerd met de verwarmingsketel bij CO₂-dosering in perioden met weinig warmtevraag (paragraaf 4.3). Dit is op zowel glasgroente- als sierteeltbedrijven het geval. In de tweede plaats kan met een warm-

teopslagtank warmte worden opgeslagen die vrijkomt bij de productie van elektriciteit voor belichting met een w/k-installatie in periode dat deze warmte niet in de kas nuttig gebruikt kan worden. Deze warmte kan aan de warmteopslagtank worden onttrokken in de uren dat de belichting uit is, onder andere in de verplichte donkerperiode van 20.00 uur tot 24.00 uur. De laatste jaren zijn de ontwikkelingen rond belichting voortgeschreden, zowel wat betreft het areaal, als de belichtingsintensiteit en het aantal belichtingsuren per jaar (paragraaf 4.3), wat van invloed is op de benodigde buffercapaciteit. Daarnaast is vanaf 2001 door bedrijven geïnvesteerd in warmteopslagtanks om te kunnen anticiperen op de geliberaliseerde gasmarkt. Met een warmteopslagtank kunnen bedrijven volstaan met een lagere contractcapaciteit, wat een lagere gasprijs (dienstcomponent) tot gevolg heeft.

Inhoud warmteopslagtank

De afgelopen jaren is de gemiddelde inhoud van de warmteopslagtank per bedrijf opnieuw gestegen (tabel 4.2). In 2004 was de gemiddelde bufferinhoud op glasgroentebedrijven (128 m³/ha) min of meer gelijk aan die op sierteeltbedrijven (126 m³/ha).

Tabel 4.2 Ontwikkeling gemiddelde inhoud warmteopslagtank (m³/ha) in de periode eind 1995 - eind 2004

	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2004
Glastuinbouwbedrijven	77	75	82	85	94	104	104	126
Glasgroentebedrijven	81	77	82	87	95	104	103	128
Sierteeltbedrijven	40	66	81	78	91	103	106	126

Bron: Informatienet LEI.

Ongeveer 10% van de bedrijven heeft een warmteopslagtank die groter is dan 150 m³/ha (tabel 4.3). Anderzijds heeft bijna een kwart van de bedrijven een gemiddelde tankinhoud kleiner dan 100 m³/ha. Uit ruwe simulatieberekeningen blijkt dat de economisch optimale inhoud van de warmteopslagtank tussen de 80 m³ en 125 m³ per hectare ligt, mede afhankelijk van de CO₂-concentratie die wordt nagestreefd (Brijder et al., 2004). Voor belichtende rozenbedrijven, die ook CO₂ doseren, is op vergelijkbare wijze de economisch meest optimale inhoud van de warmteopslagtank bepaald. De ondergrens voor deze bedrijven ligt met 100 m³/ha iets hoger, maar de bovengrens is met 125 m³/ha gelijk (Benninga, 2004). Bij deze simulatieberekening voor een rozenbedrijf is rekening gehouden met een donkerperiode van vier uur per etmaal. Bij een grotere inhoud van de warmteopslagtank is er onvoldoende gelegenheid de warmte uit de opslagtank aan te wenden. Mogelijk zien deze bedrijven de warmteopslagtank als een vorm van verzekering bij extreme kou in relatie tot hun maximaal gecontacteerde gasvolume per uur. Ook is er mogelijk rekening gehouden met toekomstige bedrijfsuitbreiding.

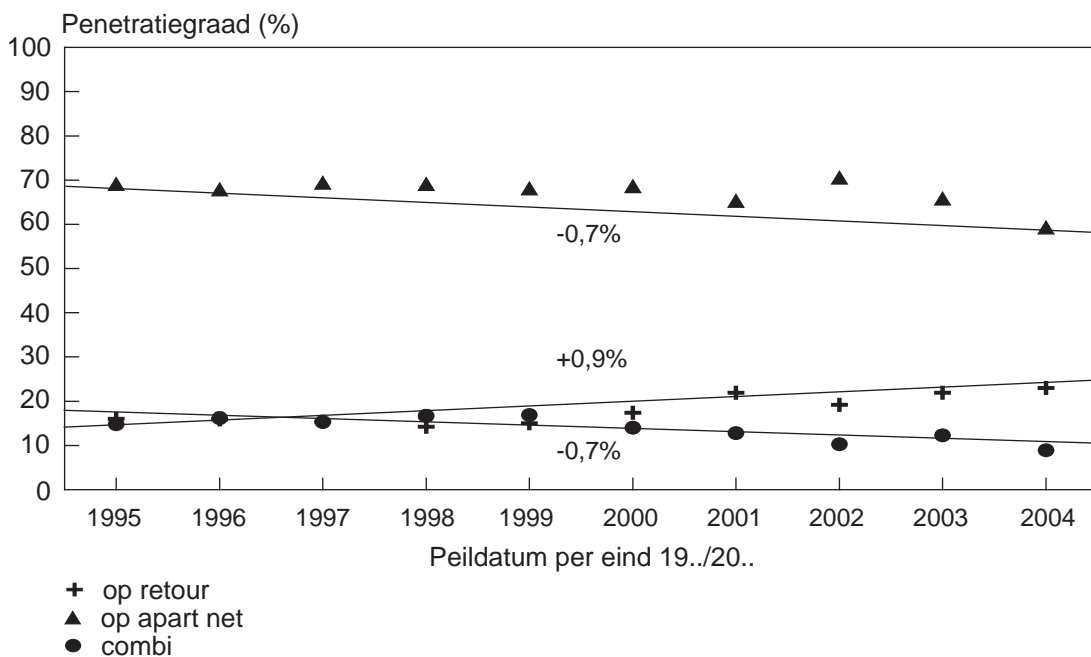
Tabel 4.3 Aandeel bedrijven naar klasse-indeling van gemiddelde inhoud warmteopslagtank (% bedrijven)

Inhoud warmteopslagtank (m ³ /ha)	Kleiner dan 75	75 - 100	100 - 125	125 - 150	Groter dan 150
Totaal bedrijven (%)	5	18	31	36	10
Glasgroentebedrijven (%)	3	19	31	37	10
Sierteeltbedrijven (%)	7	17	31	36	9

Bron: Informatienet LEI.

4.1.3 Rookgascondensator

De penetratiegraad van het aantal verwarmingsketels met een condensator in 2004 bedroeg 72%. Van alle condensators was in 2004 65% van het type condensator op apart net, 25% van het type condensator op retour en 10% van het type combicondensator (figuur 4.3) De energiebesparing die met een condensator kan worden behaald, hangt af van het type condensator en de mate waarin het verwarmingswater wordt afgekoeld in de kas. De laatste jaren is er een dalende tendens waar te nemen in de penetratiegraad van de condensortypen met de grootste energiebesparingspercentages, namelijk de combicondensator (besparingspercentage 14) en de condensator op een apart (besparingspercentage 10). De penetratiegraad van condensators op de retour is over de laatste tien jaar juist toegenomen. Mogelijke verklaring voor deze ontwikkeling zijn de benodigde investeringskosten voor combicondensors en condensors op een apart net in enerzijds het aparte condensornet en anderzijds de regeltechnische inpassing in het totale verwarmingssysteem. Daarnaast is het rendement van combicondensors en condensors op een apart net in de praktijk regelmatig lager doordat warm water uit de ketel in het condensornet wordt bijgemengd, waardoor er minder warmte door de condensator onttrokken kan worden. Immers hoe meer warmte aan het condensornet onttrokken wordt, des te hoger is het rendement van de condensator. Combicondensors en condensors op een apart net komen in de praktijk evenredig verdeeld voor op glasgroente-, snijbloemen- en potplantenbedrijven.



Figuur 4.3 De penetratiegraad van de drie condensortypen in de periode eind 1995 - eind 2004 (gemiddelde mutatie in procentpunten per jaar)

Bron: Informatienet LEI.

4.1.4 Klimaatcomputer

In 2004 beschikten vrijwel alle glastuinbouwbedrijven (95%) over een klimaatcomputer en is daarmee het verzadigingspunt nabij. Het gemiddelde jaar van de laatste klimaatcomputersoftware-update is 2001. Een link met de liberalisering van een deel van de aardgasmarkt per 1 januari 2002 ligt hier voor de hand.

De meeste bedrijven beschikken dus over de meest recente mogelijkheden voor klimaatregeling die klimaatcomputers bieden. Wel is het natuurlijk belangrijk dat deze mogelijkheden ook goed gebruikt worden. Één van die mogelijkheden is temperatuurintegratie. Of en in welke mate telers gebruikmaken van de mogelijkheden die klimaatcomputers bieden, hangt in de eerste plaats af van de houding van telers ten opzichte van bijvoorbeeld temperatuurintegratie en de frequentie van het handmatig ingrijpen als de klimaatrealisatie niet klopt met het beeld wat telers van een optimaal klimaat hebben.

4.1.5 Relatie energiebesparende opties en bouwjaar kas

Kassen van recenter bouwjaar zijn hoger en hebben bredere ruiten. Het voordeel van hogere kassen is dat met name in de zomermaanden het kasklimaat beter beheerst kan worden. Daarnaast bieden hogere kassen meer mogelijkheden voor het toepassen van één of meerdere beweegbare schermen. Een nadeel van hogere kassen is dat de geveleppervlakte groter is. Warmte-uitwisseling met de buitenlucht vindt dus via een grotere oppervlakte plaats, wat een hoger gasverbruik tot gevolg heeft.

Tabel 4.4 *Indicatie diverse kenmerken en penetratiegraden van energiebesparende opties en energie-intensiverende activiteiten op groepen bedrijven ingedeeld op gemiddelde bouwjaar kas*

Bouwjaar kas	≤1980	1980- ≤1990	1990 -<1997	1997-≤2003
Gemiddeld bouwjaar kas	1977	1986	1994	1999
Aandeel bedrijven (%)	13	44	33	10
<i>Kenmerken bedrijven</i>				
Gemiddelde poothoogte kassen (cm)	280	324	389	450
Gemiddelde bedrijfsoppervlakte (m ²)	12.000	17.500	26.000	22.000
<i>Energiebesparende opties</i>				
Beweegbaar scherm (% areaal)	47	69	80	100
Warmteopslagtank (% bedrijven)	50	48	80	85
Condensor (% ketels)	67	65	65	100
Combi condensor (% ketels)	9	7	9	-
Condensor op apart net (% ketels)	39	44	42	79
Condensor op retour (% ketels)	27	23	26	21
<i>Energie-intensiverende bedrijven</i>				
CO ₂ -dosereren met rookgassen ketel in perioden zonder warmtevraag (% bedrijven)	56	52	41	92
Belichting (% areaal)	19	22	25	36
Gemiddelde belichtingsintensiteit (We/m ²)	37	41	36	55

Bron: Informatienet LEL.

De ontwikkeling in kashoogte is sterk gekoppeld aan de leeftijd van de kas. In tabel 4.4 zijn enkele kenmerken van groepen bedrijven weergegeven, waarbij de bedrijven ingedeeld zijn op de gemiddelde leeftijd van de kas. In de praktijk bestaan bedrijven vaak uit verschillende afdelingen en kassen met verschillende leeftijden als gevolg van bedrijfsuitbreiding die in de loop van de tijd heeft plaats gevonden. Per bedrijf is een gemiddelde leeftijd van de kas berekend. Vervolgens is de aanwezigheid van energiebesparende opties op deze bedrijven en de toepassing van energie-intensiverende activiteiten vergeleken met de kashoogte. De groepsindeling op basis van de leeftijd van de bedrijven is gebaseerd op 157 bedrijven uit het Informatienet van het LEI in 2003. Nieuwbouwprojecten uit 2004 en 2005 zijn hierin nog niet verwerkt. De gegevens over de aanwezigheid van de energiebesparende opties op deze bedrijven zijn van recentere datum, namelijk 1 januari 2005. Door uit te gaan van twee verschillende peiljaren kan tabel 4.4 een iets vertekend beeld geven. Ook is gebruikgemaakt van 'ongewogen bedrijfsgegevens', daarom dienen de gegevens in de tabel te worden beschouwd als een indicatie.

Bouwjaar kas en poothoogte

Uit tabel 4.4 blijkt dat er een duidelijke samenhang is tussen de gemiddelde leeftijd van de kas en de gemiddelde hoogte van de kas (poothoogte). Zo is de gemiddelde poothoogte van de bedrijven met een gemiddelde bouwjaar van 1999 ruim anderhalf keer zo hoog als de bedrijven met een gemiddelde bouwjaar van 1977. Uit de tabel kan ook afgeleid worden dat de ontwikkeling in de poothoogte de laatste jaren steeds harder is gegaan. Gemiddeld nam de poothoogte van de nieuwste bedrijven met 12 cm per jaar toe in vergelijking met de groep bedrijven daarvoor, terwijl tussen de middelste twee groepen bedrijven qua bouwjaar de poothoogte met circa 8 cm per jaar toe nam.

Bouwjaar kassen en penetratiegraad energiebesparende opties

De poothoogte van de kas is dus sterk gekoppeld aan het bouwjaar van de kas. Nieuwere en hogere kassen bieden ook meer mogelijkheden om beweegbare schermen toe te passen. Uit tabel 4.4 blijkt de penetratiegraad van beweegbare schermen parallel te lopen aan de toename van het gemiddelde bouwjaar (de gemiddelde poothoogte). Op de 10% van de bedrijven uit het Informatienet met de gemiddelde bouwjaar tussen 1997 en 2003 is zelfs 100% van het areaal uitgerust met een beweegbaar scherm. Van de bedrijven een met gemiddelde bouwjaar van 1980 heeft iets meer dan de helft van de bedrijven geen beweegbaar scherm. Van alle ongeschermd afdelingen (kassen) heeft iets meer dan de helft van de afdelingen een poothoogte lager dan 3 meter.

De penetratiegraad van warmteopslag tanks is op nieuwere bedrijven ook hoger op dan oudere bedrijven. In de tabel is een duidelijke tweedeling te zien in enerzijds bedrijven met een gemiddelde bouwjaar van voor 1990, waarvan circa de helft van de bedrijven een warmteopslag tank heeft, en anderzijds bedrijven met een gemiddelde bouwjaar van na 1990, waarvan 80 à 85% van de bedrijven een warmteopslag tank heeft.

De toepassing van een rookgascondensator is op nieuwere bedrijven eveneens hoger dan op oudere bedrijven. Ook zijn er verschillen in de toepassing van bepaalde condensortypen waarneembaar. Opvallend is het hoge percentage condensators op apart net op de modernste bedrijven en de afwezigheid van de combicondensator op deze bedrijven.

4.2 Toekomstige ontwikkelingen in penetratiegraad energiebesparende opties

In de vorige paragraaf zijn de laatste ontwikkelingen in de penetratiegraad van verschillende energiebesparende opties beschreven. In deze paragraaf wordt juist vooruit gekeken. Op globale wijze wordt aangegeven wat de toekomstige penetratiegraad van de verschillende energiebesparende opties is en op grond waarvan deze verwachting tot stand is gekomen. Naast de mogelijke, toekomstige penetratiegraad wordt de technisch maximale penetratiegraad onderscheiden (Van der Velden, 1996). Dit is de penetratiegraad die maximaal mogelijk wordt geacht gezien de technische mogelijkheden van bedrijven. Zo kunnen rookgascondensators niet voorkomen op bedrijven zonder verwarmingsketel.

Een indicatie voor de toekomstige penetratiegraad per optie is de stijging in de laatste jaren en de afstand tot de technisch maximale penetratiegraad c.q. volledig toepassing (penetratiegraad 100%). Aan het eind van deze paragraaf is een overzichtstabel opgenomen, waarin per optie de toename van de penetratiegraad over de laatste tien jaar, de penetratiegraad per eind 2004 en verwachte, potentiële penetratiegraad is weergegeven. Aangezien de penetratiegraad van klimaatcomputers met 95% zeer hoog is en daarmee ongeveer het verzadigingsniveau bereikt heeft, is in het vervolg van deze paragraaf de klimaatcomputer dan ook buiten beschouwing gelaten.

Uiteraard kunnen door bepaalde omstandigheden het gebruik van een energiebesparende opties ook afnemen. Deze omstandigheden zullen naar alle waarschijnlijkheid vooral economisch van aard zijn, zoals fiscale regelingen en subsidieregelingen.

4.2.1 Energiescherm

Ondanks het hoge niveau van de penetratiegraad van beweegbare schermen groeit het areaal met een beweegbaar scherm gestaag. De laatste jaren heeft de groei van het areaal vooral plaatsgevonden bij tomaat. Circa 43% van het areaal tomaat beschikt thans over een beweegbaar scherm (paragraaf 4.1.1). Bij deze bedrijven lijkt dus verdere groei mogelijk. Echter, uit onderzoek blijkt dat een beweegbaar scherm voor tomatenbedrijven niet of nauwelijks rendabel is. Pas bij een hoge benuttingsgraad en een hoge gasprijs is een scherm voor tomatentelers rendabel (Ruijs et al., 2005). Een reden voor tomatentelers om desalniettemin te investeren in een beweegbaar scherm is mogelijk dat zij het gebruik van een scherm zien als een anticipatiemogelijkheid op de geliberaliseerde gasmarkt en zo invloed uit oefenen op de hoogte van de gasprijs (dienstcomponent). Dit is te vergelijken met het motief van verzekeren. Bij komkommer is de penetratiegraad van beweegbare schermen circa 70%. Bij komkommerbedrijven worden nog relatief veel vaste schermen toegepast. Gezien de dalende trend bij de penetratiegraad van vaste schermen valt te verwachten dat ook de komende tijd vaste schermen vervangen zullen worden door beweegbare schermen.

De technisch maximale mogelijke penetratiegraad wordt bepaald door de poothoogte van kassen. Bij te lage kassen is er geen ruimte voor een beweegbaar scherm (paragraaf 4.1.5). Door het steeds meer verdwijnen van oudere kassen zal de gemiddelde poothoogte en dus ook de toepassingsmogelijkheden van beweegbare schermen, toenemen. Op grond van bovenstaande overwegingen valt te verwachten dat de penetratiegraad van beweegbare schermen doorgroeit naar 85-90% (tabel 4.5). Verwacht wordt dat naarmate de penetratie-

graad dichter bij 90% de groei van de penetratiegraad afneemt. Bij een gemiddelde toekomstige groei van 1,2% per jaar wordt in de penetratiegraad van 90% in 2015 bereikt.

De energiebesparing die met beweegbare schermen bereikt kan worden bereikt, hangt behalve van de isolatiegraad in belangrijke mate af van het schermgebruik. De isolatiegraad is ook belangrijk voor de reductie van het maximum gasverbruik (contractcapaciteit). Daarnaast raken telers er steeds meer van overtuigd dat er (licht-)winst met beweegbare schermen, die primair gebruikt worden als zonnescerm, is te halen ten opzichte van krijten. Dit vertaalt zich in een hogere (fysieke) opbrengst. Deze ontwikkelingen leiden ertoe dat het aantal bedrijven met dubbele of zelfs driedubbele schermen in de toekomst naar verwachting zullen toenemen. Hoewel het primaire doel van het tweede of derde scherm geen energiebesparing is, wordt met deze schermen wel energie bespaard.

4.2.2 Warmteopslagtank

In de praktijk zal op korte termijn de technische maximale penetratiegraad van warmteopslagtank vooral worden bepaald door de aanwezigheid van de beschikbaarheid ruimte op de bedrijven, het voorkomen van hete luchtverwarming (20% van de bedrijven) en de mogelijkheid om een vergunning te krijgen om een tank te plaatsen. Het aantal bedrijven met een warmteopslagtank zal in de toekomst naar verwachting zeker toenemen tot tenminste 60%. Deze verwachting is gebaseerd op de toename van het areaal belichting, de steeds intensievere wijze van belichten en CO₂-dosereren en de mogelijkheid om de warmteopslagtank in te zetten om het maximale gasverbruik per uur te beperken. Ook gelet op het groeitempo van de penetratiegraad de afgelopen tien jaar, lijkt de groei er nog niet uit. Wel zal naar verwachting het jaarlijkse groeitempo afnemen. Bij een jaarlijkse afname van de groei met 0,4% zal in circa 2015 een penetratiegraad van 60% zijn bereikt.

4.2.3 Rookgascondensor

De penetratiegraad van condensoren (alle drie typen samen) is in 2004 voor het eerst in jaren met 3 procentpunten gedaald. Ondanks deze daling is de gemiddelde groei over de laatste tien jaar gezien nog altijd 1,7% per jaar. Deze daling in 2004 is mogelijk wel een signaal dat de penetratiegraad in de toekomst niet veel meer zal toenemen. Bovendien is de penetratiegraad van condensoren op de hoofdketel al zeer hoog en is een condensor op een hulpketel lang niet altijd rendabel. Daarbij komt dat de penetratiegraad van condensoren weinig gevoelig is voor een stijging van de gasprijs (Van der Velden, 1996). Al met al lijkt het erop dat de penetratiegraad van condensoren het verzadigingspunt nabij is. Een toekomstige penetratiegraad van condensoren op verwarmingsketels van 75% lijkt zeer reëel.

4.2.4 Samenvattend overzicht

Een samenvattend overzicht van de ontwikkeling in de penetratiegraad van de belangrijkste energiebesparende opties de afgelopen tien jaar en de toekomstige ontwikkeling is weergegeven in tabel 4.5. Uit de tabel blijkt dat er met name nog groeimogelijkheden voorzien worden in penetratiegraad van beweegbaar scherm en warmteopslagtank.

Tabel 4.5 Gemiddelde groei van de penetratiegraad over de laatste tien jaar, de penetratiegraad per eind 2004 en de verwachte, toekomstige penetratiegraad

Energiebesparingsoptie	Groei penetratiegraad over laatste 10 jaar (%/jaar)	Penetratiegraad per eind 2004 (%)	Verwachte, toekomstige penetratiegraad (%)
Energiescherm (% areaal)	2,7	78	85-90
Warmteopslagtank (% bedrijven)	3,7	40	55-60
Rookgascondensor (% ketels)	1,7	72	70-75
Klimaatcomputer	-	95	95-100

Bron: Informatienet LEI.

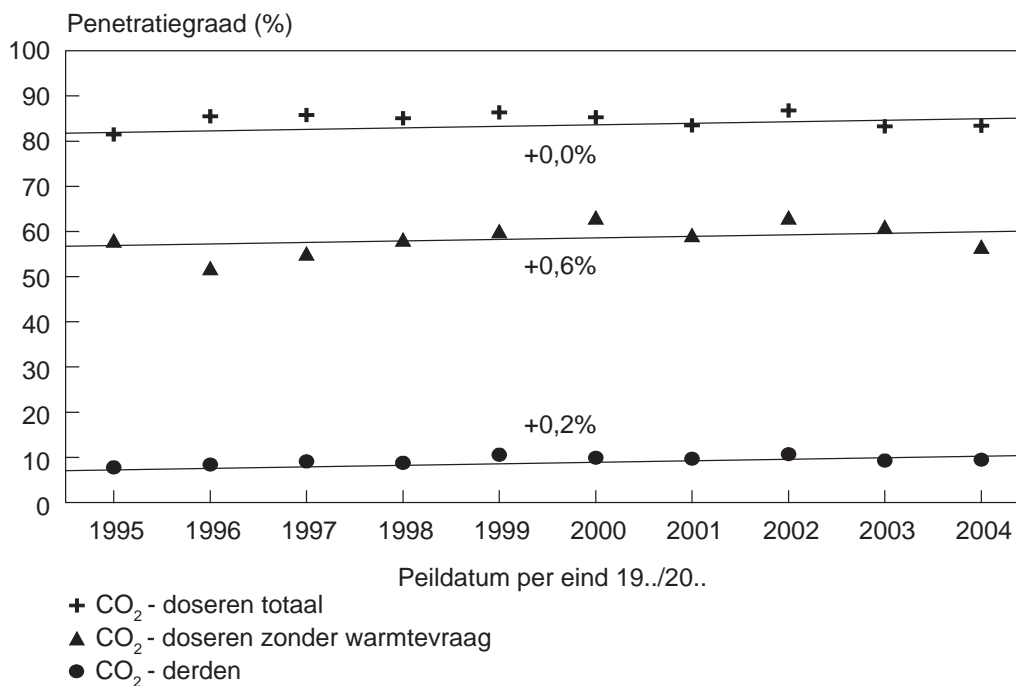
4.3 Huidige ontwikkelingen in penetratiegraad energie-intensiverende activiteiten

Energie-intensiverende activiteiten hebben tot doel de productie te verhogen en/of de kwaliteit te verbeteren en gaan samen met een hoger energiegebruik. De belangrijkste exponenten hierbij zijn belichting en het doseren van CO₂ in perioden zonder warmtevraag.

4.3.1 CO₂-doseren in perioden zonder warmtevraag

Penetratiegraad CO₂-doseren in perioden zonder warmtevraag

In 2004 doseerde ruim 83% van de bedrijven CO₂, waarvan 57% in perioden zonder warmtevraag (figuur 4.4). Circa 90% van de bedrijven die CO₂ doseerde in perioden zonder warmtevraag beschikte over een warmteopslagtank. Hierdoor kon het extra gasverbruik wat met CO₂-doseren gepaard gaat beperkt worden doordat een deel van vrijgekomen warmte in een later stadium alsnog nuttig aangewend kon worden. In vergelijking met een situatie waarbij zonder warmteopslag CO₂ wordt gedoseerd in perioden zonder warmtevraag, wordt in een situatie met warmteopslag circa 10% op het totale gasverbruik op bedrijfsniveau bespaard (situatie zonder belichting). Dit blijkt uit simulatieberekeningen.



Figuur 4.4 Aandeel bedrijven met CO₂-dosering, CO₂-dosering in perioden zonder warmtevraag en CO₂ van derden in de periode eind 1995 - eind 2004 (gemiddelde mutatie in procentpunten per jaar)
Bron: Informatienet LEI.

CO₂-bronnen

Uit tabel 4.6 blijkt dat de verwarmingsketel op ruim driekwart van de bedrijven aan de basis staat van de CO₂-voorziening al dan niet met andere CO₂-bronnen, zoals CO₂ uit de rookgasen van elektriciteitscentrales of zuivere CO₂.

Tabel 4.6 Indicatie wijze van CO₂-voorziening in 2004 (% bedrijven)

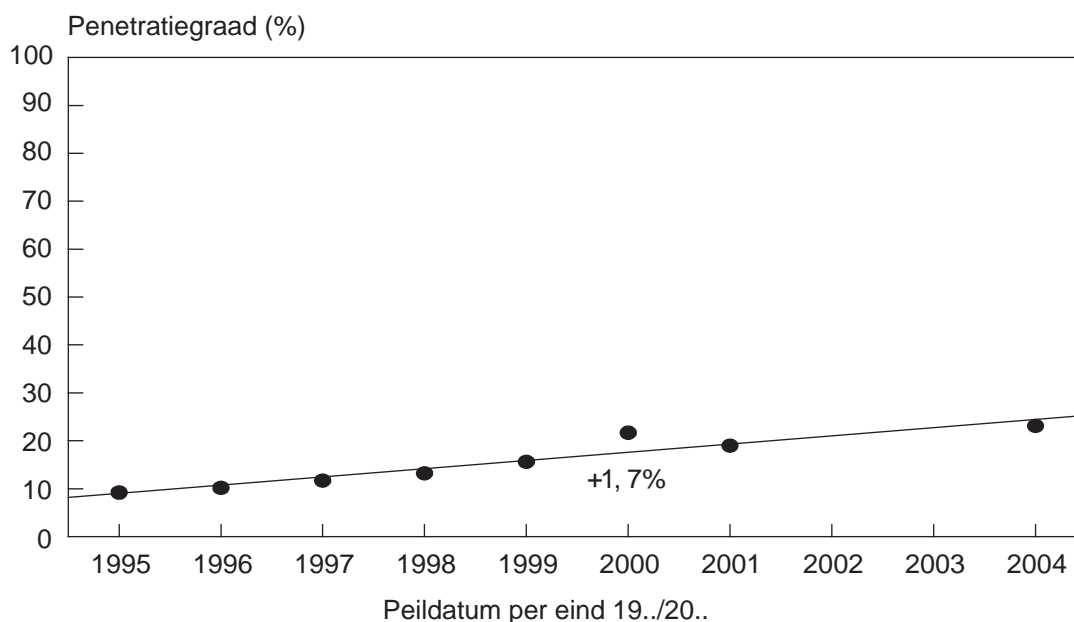
CO ₂ -bron	Aandeel bedrijven
Alleen verwarmingsketel	62
Alleen via hete luchtverwarming	21
Alleen via rookgas elektriciteitscentrale	1
Alleen via zuivere CO ₂	0
Verwarmingsketel en hete luchtverwarming	5
Verwarmingsketel en rookgasreiniger w/k-installatie energiebedrijf	1
Verwarmingsketel en rookgasreiniger w/k-installatie tuinder	2
Verwarmingsketel en rookgas elektriciteitscentrale	1
Verwarmingsketel en zuivere CO ₂	5
Andere combinaties	2

Bron: Informatienet LEI.

4.3.2 Belichting

Penetratiegraad belichting

Het areaal met belichting (exclusief belichting voor de bloeibeïnvloeding) is vanaf 1995 gemiddeld met 1,7% per jaar toegenomen tot 23% in 2004 (figuur 4.5). De penetratiegraad van belichting bij roos is met circa 95% zeer hoog. Bij chrysant wordt circa 65% van het areaal belicht. Bij de overige snijbloemgewassen is dit circa 25% en bij potplanten circa 18%. Uitbreiding van het areaal belichting heeft plaatsgevonden op zowel snijbloemen-, potplanten- als glasgroentebedrijven. In 2004 is vooral het areaal belichting op glasgroentenbedrijven sterk toegenomen. Werd het areaal belichting bij de groente in 2003 nog op 40 ha geschat (De Groot et al., 2004), voor 2005 wordt dit op circa 188 ha geschat, waarvan 125 ha bij tomaat, 36 ha bij paprika en ruim 7 ha bij komkommer (Boonekamp, 2005). Dit is circa 5% van het areaal groenten onder glas. Glasgroentetelers geven aan vooral uit markt/concurrentieoverwegingen te investeren in belichting.

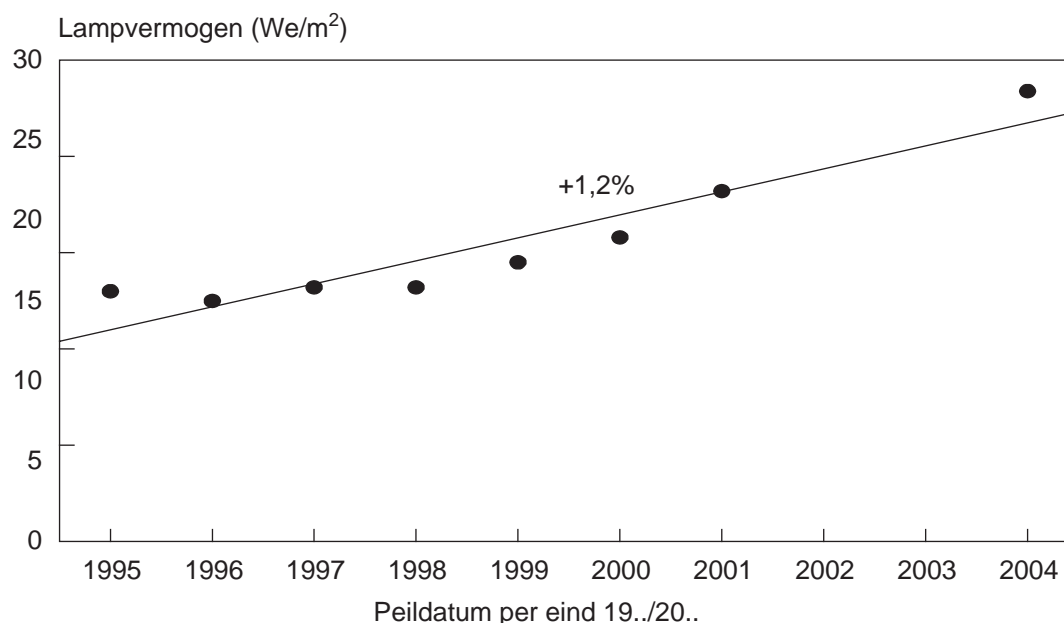


Figuur 4.5 Aandeel areaal met belichting in de periode eind 1995 - eind 2004 (gemiddelde mutatie in procentpunten per jaar)

Bron: Informatienet LEL.

Belichtingsintensiteit

Het totale energieverbruik door belichting is afhankelijk van het totale areaal belichting, de belichtingsintensiteit en het aantal belichtingsuren per jaar. De gemiddelde belichtingsintensiteit is vanaf eind jaren negentig sterk toegenomen tot gemiddeld 43 We/m² in 2004 (figuur 4.6). De laatste tien jaar is de belichtingsintensiteit gemiddeld met 1,2% per jaar toegenomen.



Figuur 4.6 Gemiddeld lampvermogen (W_e/m^2) in de periode eind 1994 - eind 2004
Bron: Informatienet LEI.

De gemiddelde belichtingsintensiteit bij roos ($50 W_e/m^2$) is beduidend hoger dan bij chrysant ($39 W_e/m^2$). Zo heeft bijna 60% van de chrysantenbedrijven een belichtingsintensiteit tussen de 20 en $40 W_e/m^2$, terwijl bijna 30% van het aantal rozenbedrijven een belichtingsintensiteit van $60 W_e/m^2$ of meer (tabel 4.7). Echter, uit de tabel blijkt ook dat bij hetzelfde gewas er grote verschillen in belichtingsintensiteit zijn tussen de bedrijven.

Tabel 4.7 Aandeel belichtende bedrijven per klasse van gemiddelde belichtingsintensiteit in 2004

	Klasse van belichtingsintensiteit (W_e/m^2)					Gemiddeld (W_e/m^2)
	minder dan 20	20 - 40	40 - 50	50 - 60	meer dan 60	
Totaal	6	59	21	6	8	43
Roos	0	39	24	8	29	50
Chrysant	0	59	25	16	0	39

Bron: Informatienet LEI.

Belichtingsuren

Het gemiddeld aantal belichtingsuren in 2004 bedroeg 2.600 uur (tabel 4.8). Dit is 420 uur per jaar minder dan in 2001. Deze daling van het gemiddeld aantal belichtingsuren is het gevolg van het feit dat de uitbreiding van het areaal belichting in de jaren 2002-2004 vooral heeft plaatsgevonden bij andere gewassen dan roos. Bij deze gewassen, waar chrysant de belangrijkste van is, worden per jaar minder uren belicht dan bij roos. Zo belicht circa 71% van de rozenbedrijven meer dan 4.000 uur per jaar belicht, terwijl bij chrysant tweederde van de bedrijven tussen de 2.000 en 3.000 uur per jaar belichten. Dit komt omdat chrysant een korte

dag plant is. Bij teveel belichtingsuren in een bepaalde periode van de teelt gaat de plant niet bloeien.

Tabel 4.8 Aandeel belichtende bedrijven per klasse van belichtingsuren per jaar in 2004

Gewas	Klasse van belichtingsuren per jaar					Gemiddeld
	minder dan 1.000	1.000 - 2.000	2.000 - 3.000	3.000 - 4.000	4.000 -5.000	
Totaal	2	17	25	21	35	2.600
Roos	0	1	0	28	71	3.930
Chrysant	2	14	66	18	0	2.140

Bron: Informatienet LEI.

Wijze van elektriciteitsvoorziening

Belichtende bedrijven hebben verschillende mogelijkheden om in hun elektriciteitsbehoefte te voorzien. De bedrijven produceren elektriciteit met een eigen w/k-installatie, of ze kopen elektriciteit in of een combinatie hiervan. De wijze van elektriciteitsvoorziening voor belichting is naast de belichtingsintensiteit en het aantal belichtingsuren per jaar bepalend voor het optreden van warmteoverschotten. Warmteoverschotten kunnen met name optreden op bedrijven met een eigen w/k-installatie. Een w/k-installatie produceert immers naast elektriciteit ook warmte. Doordat er ook belicht wordt in perioden met weinig warmtevraag kan de warmte die hierbij wordt geproduceerd niet altijd nuttig aangewend worden. De mate waarin warmteoverschotten optreden, hangt af van het vermogen van de w/k-installatie, de aanwezigheid van een rookgasreiniger op de w/k-installatie, het aantal belichtingsuren, de inhoud van de warmteopslagtank en de buitentemperatuur. Het doseren van CO₂ met de verwarmingsketel in perioden zonder warmtevraag versterkt daarnaast het optreden van warmteoverschotten. Warmteoverschotten kunnen worden beperkt door elektriciteit uit het openbare net te gebruiken, een rookgasreiniger te gebruiken en/of een warmteopslagtank te gebruiken. In de vier uur durende donkerperiode per etmaal (van 20.00 uur tot 24.00 uur), kan de opgeslagen warmte uit de tank worden gebruikt. Naarmate de buitentemperatuur hoger is, wordt het moeilijker deze opgeslagen warmte te gebruiken.

In tabel 4.9 zijn enkele kenmerken opgesomd van bedrijven die belichten met eigen w/k-installatie en van bedrijven die belichten uit het net. Van de belichtende bedrijven beschikt 47% over een eigen w/k-installatie. Deze bedrijven dekken gemiddeld 83% van de elektriciteitsbehoefte voor belichting met de w/k-installatie. Bedrijven met een eigen w/k-installatie belichten gemiddeld 3.270 uur per jaar tegenover 1.720 uur op bedrijven zonder eigen w/k-installatie. Ook de belichtingsintensiteit is op de eerste groep bedrijven groter (47 W_e/m² tegen 34 W_e/m²). Van de bedrijven met eigen w/k-installatie belicht 34% meer dan 4.000 uur per jaar bij een gemiddelde belichtingsintensiteit van 51 W_e/m². Dit komt grofweg overeen met een belichtingsstrategie waarbij vijf maanden 20 uur per etmaal belicht wordt aangevuld met een belichtingsperiode van minder dan 20 uur per etmaal (totaal 1.000 uur). Bij bedrijven met een eigen w/k-installatie voor belichting is het percentage bedrijven met een warmteopslagtank (88%) beduidend hoger dan in de andere groep (53%). Opvallend is dat de bufferinhoud op beide groepen bedrijven ongeveer even groot is.

Tabel 4.9 Diverse kenmerken van bedrijven die met eigen w/k-installatie elektriciteit produceren voor belichting en van bedrijven die elektriciteit voor belichting betrekken uit het net

	Elektriciteitsproductie met eigen w/k-installatie	Elektriciteitsvoorziening volledig uit het net
Aandeel bedrijven (%)	47	53
Gemiddeld aantal belichtingsuren per jaar	3.270	1.720
Belichtingsintensiteit (W_e/m^2)	47	34
Vermogen w/k-installatie (W_e/m^2)	39	
Aandeel bedrijven met warmte- opslagtank (%)	88	53
Inhoud warmteopslagtank a) (m^3/ha)	145	138

a) Indien aanwezig.

Bron: Informatienet LEI.

Actuele ontwikkelingen

In de nabije toekomst zullen de energienormen per gewas naar verwachting vertaald worden naar CO₂-normen die geënt zijn op de CO₂-emissieruimten van de sector. Voor bedrijven die (deels) in hun elektriciteitsbehoefte voorzien door elektriciteit in te kopen van het net, hetzij in de vorm van groene elektriciteit, hetzij in de vorm van grijze elektriciteit, zal dit waarschijnlijk niet meetellen voor hun CO₂-normen omdat bij de IPCC-methode alleen uitgegaan wordt van de gebruikte fossiele brandstoffen (hoofdstuk 2 en bijlage 2).

In 2004 hebben de Stichting Natuur en Milieu en LTO-Nederland een convenant gesloten met als doel de lichtuitstoot te beperken. Per 1 januari 2008 zal een maximaal te tolereren lichtemissie van 5% voor nieuw te bouwen kassen gelden, tenzij uit onderzoek blijkt dat een norm van 5% niet haalbaar is.

4.3.3 Relatie energie-intensiverende activiteiten en bouwjaar kas

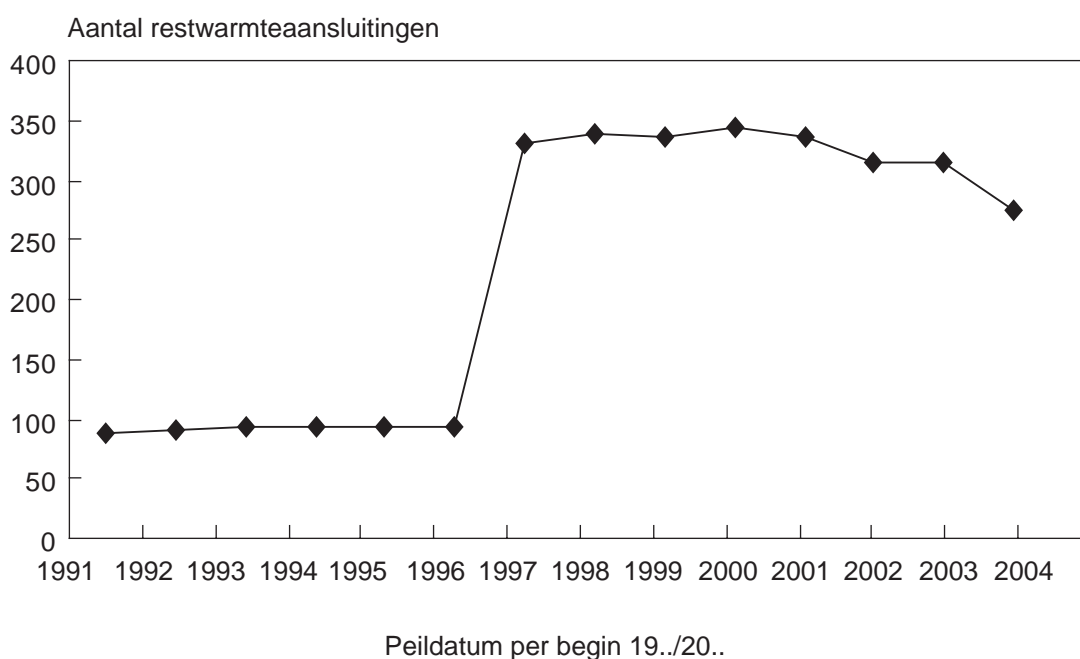
In paragraaf 4.1.5 is een koppeling gemaakt tussen het gemiddelde bouwjaar van de kas en de penetratiegraad van energiebesparende opties en energievragende activiteiten. Uit tabel 4.5 blijkt dat het aandeel bedrijven dat CO₂-doseert in perioden zonder warmtevraag op nieuwere bedrijven (92%) beduidend hoger is dan op oudere bedrijven. Ook wordt op nieuwere bedrijven meer belichting toegepast. Van de bedrijven met een gemiddeld bouwjaar van 1999 past circa 36% belichting toe, tegenover een kwart van de bedrijven met een gemiddeld van bouwjaar van 1994. De belichtingintensiteit is met 55 W_e per m^2 op nieuwere bedrijven ook hoger.

5. Ontwikkeling restwarmte- en warmte/kracht-projecten

5.1 Restwarmteprojecten

Aantal bedrijven met restwarmteaansluiting

In 2003 heeft een sterke daling plaatsgevonden van het aantal restwarmteaansluitingen. Het aantal restwarmteaansluitingen daalde met 41 tot 274 per 1 januari 2004 (figuur 5.1). Voornaamste oorzaak van deze daling is het afbouwen van de restwarmtelevering in de gebieden Klazienaveen en Erica. Het aantal glastuinbouwbedrijven met een restwarmteaansluiting nam in deze gebieden met 33 af. Per 1 juli 2004 is de restwarmtelevering in Klazienaveen en Erica definitief stopgezet. Hiermee kwamen nog eens 52 aansluitingen te vervallen. Bij het restwarmteproject Plukmadese polder daalde het aantal aansluitingen in 2003 met 6 en kwam uit op 34 per 1 januari 2004. De restwarmteprojecten van overig West-Brabant en Asten en omgeving behielden hetzelfde aantal aansluitingen; bij beide projecten 22 aansluitingen. Bij het restwarmteproject in de B-driehoek daalde het aantal aansluitingen met 2 tot 144 aansluitingen per 1 januari 2004.



Figuur 5.1 Totaal aantal glastuinbouwbedrijven met een restwarmteaansluiting in de periode begin 1991- begin 2004

Bron: Restwarmteleveranciers.

Areaal

Er zijn geen exacte gegevens beschikbaar over het totale areaal glas dat is aangesloten op de verschillende restwarmteprojecten. Wel is bekend dat per 1 januari 2004 in de B-driehoek circa 310 ha glas was aangesloten op het RoCa-project. Een zeer grove schatting voor de andere projecten gaat uit van om en nabij de 200 ha met een bandbreedte van circa 30 ha. In 1997 is in het Convenant opgenomen dat gestreefd wordt naar 1.050 ha restwarmte in 2010. Uitgaande van het areaal in 1997, het gewenste doel in 2010 en ervan uitgegaan dat de groei van het areaal restwarmte over de jaren gelijkelijk zou plaatsvinden, is door middel van interpolatie berekend dat het areaal restwarmte in 2004 820 ha zou bedragen. Dit is beduidend hoger dan het werkelijke areaal restwarmte in 2004.

Afgenomen hoeveelheid restwarmte en primair brandstofbesparing

Bij alle restwarmteprojecten, op de B-driehoek na, was in 2004 sprake van een aanzienlijke daling van de afgenomen hoeveelheid restwarmte. Deze daling hangt samen de liberalisering van de energiemarkt, waardoor het rendement van restwarmteprojecten sterk onder druk staat. De daling varieerde tussen de circa 10 en 30% per project. Bij het restwarmteproject in de B-driehoek daarentegen was sprake van een stijging van 2%. Het restwarmteproject in de B-driehoek is veruit het grootste restwarmteproject, vandaar dat de totale daling van de afgenomen hoeveelheid restwarmte door de sector beperkt blijft tot iets minder dan 4% ten opzichte van 2003.

Voor de glastuinbouw leveren de verschillende restwarmteprojecten een belangrijke bijdrage aan de primair brandstofbesparing door de sector. In 2004 is door tuinders gezamenlijk 4,38 miljoen GJ aan restwarmte afgenomen. Dit is 0,17 miljoen GJ lager dan in 2003. Ondanks deze daling bedroeg de totale besparing op het primair brandstofverbruik, rekening houdend met temperatuurcorrectie, nog altijd 94 miljoen m³ a.e. (bijlage 1 en 4).

Dekkingsgraad restwarmteprojecten

De gemiddelde dekkingsgraad bij het restwarmteproject in de B-driehoek bedroeg in 2004 85%. Dit is hoger dan de doelstelling uit het Convenant (1997) voor 2010, waarin namelijk uitgegaan wordt van een gemiddelde dekkingsgraad van 75%. De gemiddelde dekkingsgraad in de Plukmadese Polder lag met 70% iets onder deze doelstelling. Bij de restwarmteprojecten in West-Brabant en Asten en omgeving zijn de gemiddelde dekkingsgraden aanzienlijk lager; beiden kwamen uit op 25% in 2004. Voor de projecten in Erica en Klazienaveen zijn geen gemiddelde dekkingsgraden beschikbaar onder andere vanwege het stopzetten van deze projecten per 1 juli 2004.

CO₂-levering

Bij diverse restwarmteprojecten kunnen tuinders naast restwarmte ook CO₂ afnemen. Voordeel hiervan is dat de dekkingsgraad van restwarmte op de bedrijven hoger wordt en dat daarnaast extra aardgas bespaard kan worden in perioden met CO₂-doseringen zonder warmtevraag. Bij de restwarmteprojecten in de Plukmadese polder, Klazienaveen en Erica wordt zuivere CO₂ geleverd. Ondanks het stoppen van de restwarmtelevering in Klazienaveen en Erica gaat de CO₂-levering aan tuinders in deze gebieden gewoon door. De CO₂ die in de B-driehoek geleverd wordt, is afkomstig van rookgassen van de centrale. In 2004 is in de B-

driehoek 5 miljoen kilo minder CO₂ afgenomen door tuinders. In totaal werd in de B-driehoek 38 miljoen kg CO₂ afgenomen.

Actuele plannen restwarmte- en CO₂-levering

Bij de bestaande restwarmteprojecten worden in 2005 geen ingrijpende veranderingen verwacht. Wel zijn er plannen voor nieuwe projecten. Enkele partijen, waaronder de gemeente Rotterdam, het Havenbedrijf Rotterdam, Eneco en NUON zijn van plan om gezamenlijk een warmtebedrijf op te richten. Het definitieve besluit hierover wordt in de zomer van 2005 verwacht. Indien besloten wordt om het warmtebedrijf op te richten dan zal in eerste instantie industriewarmte worden geleverd aan de nog aan te leggen nieuwbouwwijken rond Rotterdam. Het Rotterdams warmtebedrijf wil graag op termijn restwarmte gaan leveren aan onder andere tuinders op Voorne en in het Westland (www.rotterdam.nl). De plannen voor restwarmte en CO₂ naar Voorne zijn het meest concreet. De eerste contacten tussen de tuinders en het Rotterdams warmtebedrijf zijn reeds gelegd. LTO Nederland is betrokken bij het onderhandelingsproces. Bij voldoende belangstelling van tuinders en duidelijkheid over de kosten kan de restwarmtelevering op zijn vroegst plaatsvinden eind 2006. Om de mogelijkheden voor restwarmtelevering aan Westlandse tuinders na te gaan, wordt in 2005 een haalbaarheidstudie uitgevoerd.

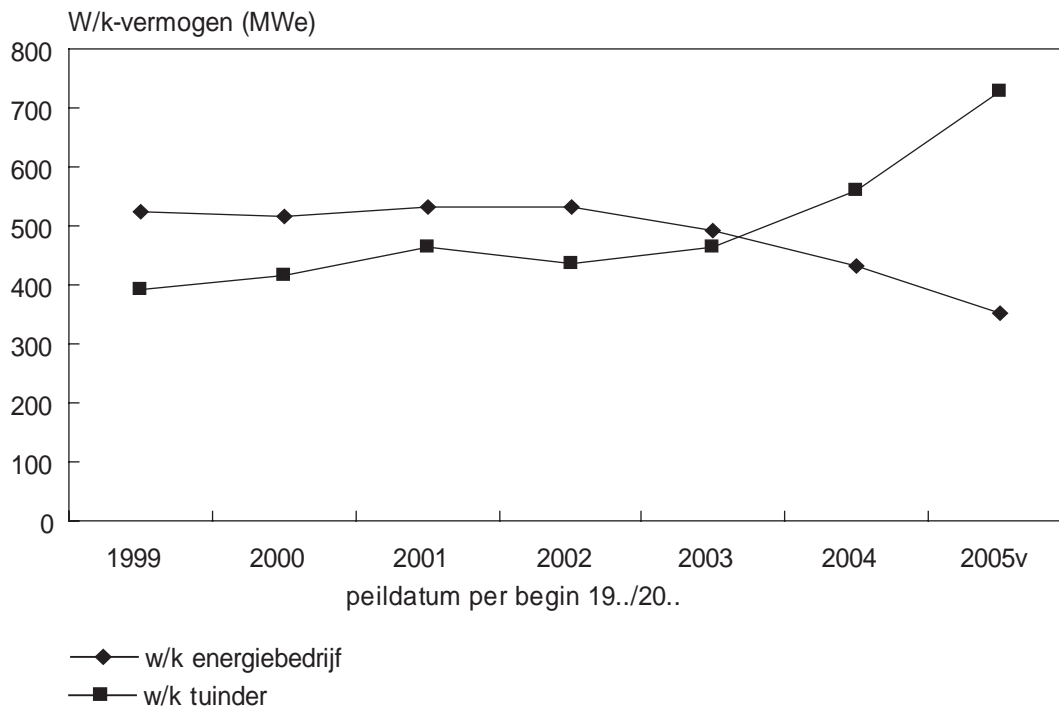
In het voorjaar 2005 is begonnen met de aanleg van het leidingnet van de OCAP in het Westland en de B-driehoek. Via dit leidingennet kan zuivere CO₂, die vrijkomt bij de fabricage van waterstof, geleverd worden aan de glastuinbouw. In augustus is gestart met de levering van CO₂ aan circa 400 tuinders (www.ocap.nl). Met dit project kan een belangrijke bijdrage geleverd kunnen worden aan het behalen van de sectordoelstelling van de EE-index als aan het reduceren van CO₂-emissie.

5.2 W/k-installaties van energiebedrijven

Totaal elektrisch vermogen

Het opgestelde vermogen van w/k installaties van energiebedrijven is voor het derde jaar op rij gedaald. Het opgestelde vermogen nam in 2004 met 79 MWe af tot 353 MWe per 1 januari 2005 (figuur 5.2). Hiermee is de absolute daling in 2004 hoger dan in 2003 (62 MWe) en in 2002 (40 MWe). De daling van het opgestelde vermogen is vooral het gevolg van de liberalisering van de energiemarkt en de daarmee samenhangende veranderingen in de tariefstructuren voor aardgas en elektriciteit, waardoor het rendement van w/k-installaties van energiebedrijven onder druk is komen te staan. Uit gesprekken met accountmanagers van enkele energiebedrijven is naar voren gekomen dat ondanks de gestegen gasprijzen het rendement van w/k-installaties van energiebedrijven over het algemeen in 2003 en in mindere mate ook in 2004 weer iets verbeterd is door hogere opbrengstprijzen voor elektriciteit en betere technische prestaties van nieuwe, grote w/k-installaties. Dit zal naar verwachting op korte termijn niet leiden tot een stijging van het totale opgestelde vermogen van w/k-installaties van energiebedrijven. Bovendien moeten de energiebedrijven in de praktijk steeds meer concurreren met glastuinbouwbedrijven die zelf een w/k-installaties aanschaffen voor de warmteproductie en de opgewekte elektriciteit verhandelen (paragraaf 5.3). Ook neemt door het toenemende aantal belichtende bedrijven (paragraaf 4.3) het aantal potentiële klanten, die

alleen warmte willen hebben, af. Deze ontwikkelingen leiden tot een stijging van het opgesteld w/k-vermogen in eigendom van tuinders (figuur 5.2 en paragraaf 5.3).



Figuur 5.2 Ontwikkeling van het totaal elektrisch vermogen van w/k-installaties van energiebedrijven op glastuinbouwbedrijven en van w/k-installaties die in bezit zijn van tuinders per begin 1999-begin 2005v

v = voorlopig.

Bron: W/k-installaties van energiebedrijven COGEN-Projects, w/k-installaties van tuinders CBS (1999 tot en met 2003) en Cogen Projects (2004 en 2005).

Verschillende ontwikkelingen bij energiebedrijven

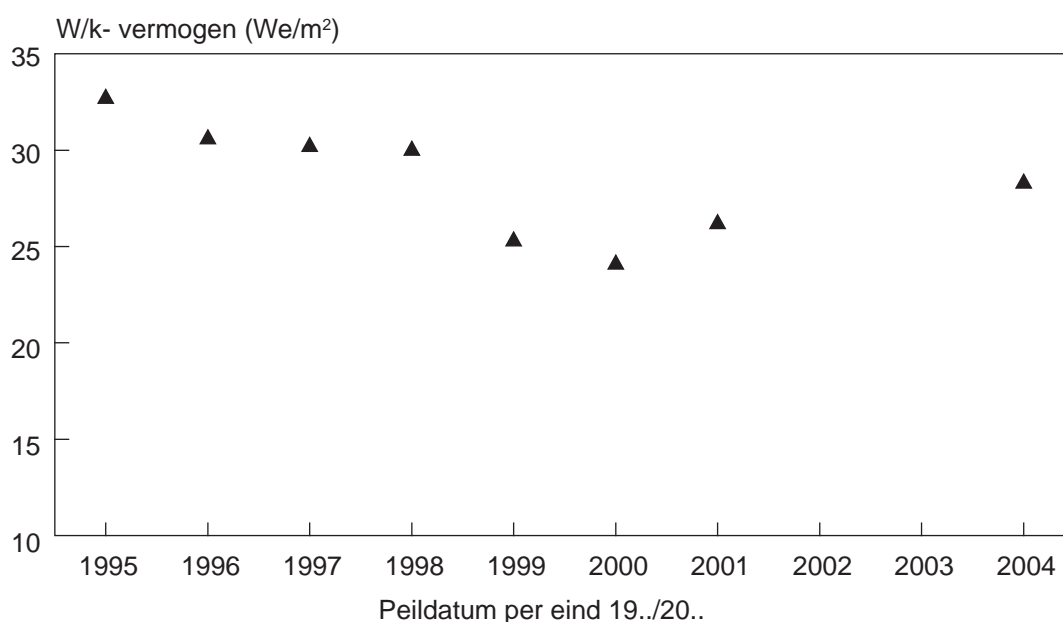
Bij de meeste energiebedrijven nam in 2004 het opgesteld w/k-vermogen af. De grootste daling deed zich voor bij Essent, waar sprake was van een daling van circa 61 MWe. Het w/k-park van Delta en RWE Obragas groeide daarentegen voor het derde jaar achtereen tegen de trend in. Bij Delta nam het netto opgestelde vermogen in 2004 met 7 MWe toe tot 42 MWe per 1 januari 2005. De stijging bij RWE Obragas was kleiner; het opgesteld vermogen nam met 1,5 MWe toe tot circa 30 MWe. Een mogelijke verklaring voor deze stijging ligt in het feit dat beide bedrijven een groot marktaandeel hebben in de regio waar zij van oorsprong gevestigd zijn. Een sterke regionale binding kan namelijk voordelen opleveren bij de huidige tariefstructuur waarbij door snel en flexibel in te spelen op veranderingen in elektriciteits- of gasbehoefte geld verdiend kan worden. Concreet gaat het hierbij om het uitschakelen van w/k-installaties om pieken in het gasverbruik op het glastuinbouwbedrijf en in het totale portfolio van het energiebedrijf te voorkomen en het inzetten van de w/k-installaties voor elektriciteitlevering aan het net. Hiervoor zijn wel duidelijke afspraken en goede contacten

tussen de tuinder en het energiebedrijf nodig. Een bedrijf met een sterke regionale vertegenwoordiging is hier mogelijk beter voor uitgerust.

Ook Westland Energy Services is een bedrijf met een sterke regionale basis. Hoewel in tegenstelling tot bij Delta en RWE OBRAGAS geen groei van het w/k-vermogen heeft plaatsgevonden, bleef de daling van het vermogen in vergelijking met andere energiebedrijven beperkt. In 2004 werd 2,5 MWe van de 95 MWe uit productie genomen. Ook in de jaren 2002 en 2003 was de daling van het opgesteld vermogen met in totaal 9 MWe relatief laag.

Gemiddeld vermogen per m²

In periode 1995 tot en met 2000 daalde elk jaar het gemiddelde opgestelde w/k-vermogen per m² kas (figuur 5.3). Oorzaak van deze daling was veelal bedrijfsuitbreiding op de steekproefbedrijven, waarbij het opgestelde w/k-vermogen gelijk bleef. In 2004 is het opgestelde vermogen per m² gestegen ten opzichte van 2001. De stijging hangt samen met de buitenwerking stelling van kleine w/k-installaties als reactie op de liberalisering van de energiemarkt.



Figuur 5.3 Gemiddeld elektrisch vermogen per m² van w/k-installaties van het energiebedrijf per eind 1991-eind 2004

Bron: Informatienet LEI.

Areaal

Parallel aan het totaal opgesteld vermogen daalt het areaal glas met een w/k-installatie van het energiebedrijf de laatste jaren. Het totale areaal glastuinbouw met w/k-installaties van energiebedrijven in 2004 is op basis van het totaal opgesteld vermogen en het gemiddelde vermogen per m² geschat op circa 1.400 ha, waarbij een bandbreedte van enkele tientallen hectare in acht gehouden moet worden. Hoewel in de praktijk de laatste jaren sprake is van

een daling van het areaal glas met een w/k-installatie van het energiebedrijf wordt op langere termijn een stijging beoogd. In het Convenant (1997) is uitgegaan van 2.250 ha in 2010.

Besparing primair brandstof

De daling van het gemiddeld aantal draaiuren per w/k-installatie blijft doorzetten. In 2004 kwam het aantal equivalente vollastdraaiuren uit op 2.500 uur. Dit is 200 lager dan in 2003. In de periode 2002-2004 heeft elk jaar een forse daling plaatsgevonden van het opgestelde vermogen en het aantal draaiuren. Hierdoor heeft in deze periode een forse daling plaatsgevonden van hoeveelheid warmte opgewekt door de w/k-installaties van energiebedrijven in de glastuinbouw, waardoor de primair brandstofbesparing is afgenomen. Ondanks dat bedroeg de primair brandstofbesparing in 2004 naar schatting nog altijd 128 miljoen m³ a.e. (bijlage 1 en 4).

Dekkingsgraad

Over de gemiddelde warmtedekkingsgraad van w/k-installaties zijn weinig nauwkeurige gegevens beschikbaar. Bovendien is de spreiding in de praktijk enorm. Dit blijkt ook uit de gegevens van de bedrijven uit het Informatienet, waarbij in 2003 op sommige bedrijven sprake was van bijna volledige dekking en op andere bedrijven sprake was van nauwelijks dekking. Het merendeel van de bedrijven (18 van de 26) hadden een gemiddelde dekkinggraad tussen de 10 en 50%. Het gemiddelde voor deze groep kwam uit op 25%. Dit is zo'n 20 procentpunten lager dan de beoogde gemiddelde dekkinggraad van 46% in 2010 uit het Convenant Glastuinbouw en Milieu (1997). Hoewel er geen sprake is van een 1-op-1-relatie tussen het aantal equivalente vollastdraaiuren en de dekkinggraad, was de daling van het aantal equivalente vollast draaiuren de afgelopen jaren wel een belangrijk signaal dat de gemiddelde dekkinggraad eerder aan dalen dan aan het stijgen was.

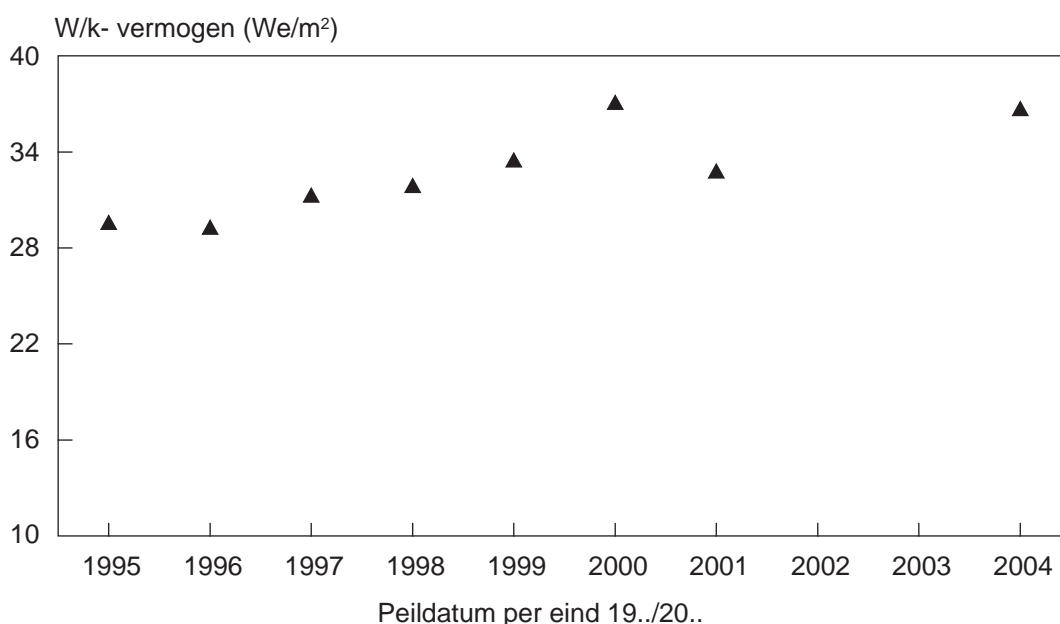
5.3 W/k-installaties van tuinders

Totaal elektrisch vermogen en areaal

Het opgestelde vermogen van het eigen w/k-installaties vertoont al jaren een opgaande lijn (figuur 5.2). Dit past in de trend dat steeds meer bedrijven gaan belichten en bovendien steeds intensiever gaan belichten (paragraaf 4.3). Ook schaffen steeds meer bedrijven zelf een w/k-installatie aan voor de warmte- en CO₂-productie en om de opgewekte elektriciteit te kunnen verhandelen, het zij zelfstandig of via een trader. In 2002 werd de stijgende lijn onderbroken met een lichte daling, maar in 2003 en 2004 was er weer sprake een stijging. In 2004 steeg het opgestelde vermogen zelfs met 166 MWe tot 728 MWe per 1 januari 2005. Een belangrijke reden voor deze stijging zijn de toegenomen elektriciteitsprijzen waardoor het voor tuinders aantrekkelijker is om zelf elektriciteit op te wekken voor belichting. De laatste jaren is het areaal belichting zowel in de sierteelt als in de groenteteelt toegenomen. Daarnaast maken de hogere elektriciteitsprijzen het voor tuinders steeds aantrekkelijker om in elektriciteit te gaan verkopen mede omdat de mogelijkheden om zelfstandig elektriciteit te verhandelen toegenomen zijn. Ook zou de verlaging van de Energie-InvesteringsAftrek (EIA) van 55 naar 44% per 1 januari 2005 de investeringen in w/k-installaties versneld kunnen hebben.

Gemiddeld w/k-vermogen per m²

Het gemiddeld w/k-vermogen per m² kwam in 2004 uit op 36,5 We/m² (figuur 5.4). Dit is iets lager dan het niveau in het jaar 2000 (37,0 We/m²). Het opgesteld vermogen per m² neemt de afgelopen jaren minder hard toe dan het totaal opgesteld w/k-vermogen in eigen beheer. In de eerste plaats kan dit verklaard worden doordat het aantal w/k-installaties in eigen beheer op niet-belichtende bedrijf toeneemt. Deze w/k-installaties zijn gedimensioneerd op de warmtebehoefte, en in mindere mate ook op de CO₂-gift, en kunnen volstaan met een lager vermogen per m² dan belichtende bedrijven. Een tweede reden is het feit dat bedrijven die ervoor kiezen om zwaarder te gaan belichten steeds vaker met elektriciteit uit het net in hun elektriciteitsbehoefte voorzien om warmteoverschotten te voorkomen.



Figuur 5.4 Gemiddeld elektrisch vermogen per m² en per installatie van w/k-installaties van de tuinder
Bron: Informatienet LEI.

Areaal

Exacte gegevens over het areaal glas met een w/k-installatie van het energiebedrijf zijn niet beschikbaar. Een schatting op basis van het gemiddeld w/k-vermogen en het gemiddeld vermogen per m² geeft aan dat in 2004 het areaal met een w/k-installatie van een tuinder zo'n 1.800 ha bedroeg. Hierbij moet wel rekening gehouden worden met een bandbreedte van enkele tientallen hectare.

Terugleveren aan het net

De verkoop van elektriciteit aan het net door tuinders is in 2004 verder toegenomen. Meeste tuinbouwbedrijven laten hun elektriciteit verhandelen door een trader. Een trader is meestal een specialist op het gebied van energie, zoals bijvoorbeeld een energiebedrijf of een (ener-

gie)adviesbureau. Veel tuinders kiezen ervoor om het handelen in elektriciteit over te laten aan een trader, omdat zelfstandig handelen veel tijd kost en zeer complex is. Een voorbeeld hiervan is de telersvereniging Prominent die via Westland Energy Services de elektriciteit gaat verhandelen die hun w/k-installaties opwekken. In totaal zal door Prominent in 2005 en 2006 geïnvesteerd worden in een w/k-park met een totaal vermogen van 45 MWe.

De mogelijkheden en de wijze van verhandelen van elektriciteit zijn zeer divers. Een belichtende tuinder met een hoge bedrijfstijd heeft minder mogelijkheden om daadwerkelijk terug te leveren dan een niet-belichtende tuinder. Een niet-belichtende teler zal veelal het grootste gedeelte van zijn stroom verkopen via de OTC-markt en een gedeelte via de korte termijn handel, zoals onder andere de APX en Onbalansmarkt. Een belichtende teler zal de nadruk meer leggen op de korte termijn handel, vooral tijdens de uren dat niet belicht wordt. Tijdens het belichtingsseizoen zal hij pas gaan terugleveren indien de tuinder het lucratief vindt om tijdelijk niet te belichten. Naast de daadwerkelijke teruglevering kan een bedrijf ook handelen zonder daadwerkelijk elektriciteit te leveren. Een bedrijf kan elektriciteit inkopen op de ene markt en weer verkopen op de andere markt. Deze handel kan het beste vergeleken worden met de handel in opties in samenspel met de handel in aandelen. Een belangrijke voorwaarde om risico's en kosten te besparen is het bezit van een eigen w/k-installatie. Er moet immers elektriciteit geleverd kunnen worden indien de mogelijkheid ontbreekt deze in te kopen op de elektriciteitsmarkt tegen een lagere prijs.

Door de grote diversiteit aan marktvormen en strategieën om te handelen in elektriciteit zullen de financiële opbrengsten van het handelen in elektriciteit tussen de tuinders verschillen, waardoor het moeilijk is om daarover algemene uitspraken te doen. Wel is natuurlijk de prijsvorming op de verschillende elektriciteitsmarkten van grote invloed op het rendement. Wanneer gelet wordt op de prijsvorming op de APX-markt (kortetermijnmarkt) dan moet geconcludeerd worden dat deze in 2004 beduidend lager was dan in 2003. Zo blijkt uit een analyse van COGEN-Projects (Koolwijk, 2005) dat in 2003 de prijs per kilowattuur gedurende 2.100 uur hoger was dan 4,2 cent tegenover 1.380 uur in 2004. De opbrengsten van de verhandelde elektriciteit is van de één van de factoren die van invloed is op het rendement van de w/k-installatie. Andere, belangrijke invloedsfactoren zijn: het aantal draaiuren van de w/k-installatie, de moderniteit van de installatie en de grootte van de installatie (technische prestaties). Ook de mogelijke, toekomstige CO₂-normen per bedrijf zullen van invloed zijn op de wijze van elektriciteitvoorziening op de bedrijven (paragraaf 4.3.2).

5.4 Energieclusterprojecten

W/k-installaties staan veelal aan de basis van energieclusterprojecten in de glastuinbouw. Door te clusteren kan energie efficiënter ingezet worden en primair brandstof bespaard worden. Een voorbeeld hiervan is de levering van overtollige warmte door een belichtende tuinder aan een naastgelegen niet-belichtende tuinder. In het kader van deze monitor is een quickscan in de vorm van een belronde onder de geïnventariseerde clusterprojecten uit 2003 uitgevoerd. Daarnaast is aanvullende informatie verkregen uit de vakbladen. Uit de quickscan blijkt dat het areaal glastuinbouw dat deel uit maakt van een clusterproject is gestegen van 183 ha per 1 januari 2003 tot 236 ha per 1 januari 2005 (tabel 5.1). Deze stijging komt grotendeels voor rekening van het clusterproject in het gebied Bergerden. In 2004 werd daar een

clusterproject van circa 25 ha in bedrijf genomen. De planning is dat dit project in de toekomst uit groeit tot een grootschalig clusterproject van circa 145 ha.

Tabel 5.1 Indicatie aantal clusterprojecten in de glastuinbouw per 1 januari 2000, 2003 en 2005

Omschrijving clustervorm	Aantal clusters 2000	Aantal clusters 2003	Totale oppervlakte 2003 (ha)	Aantal clusters 2005	Totale oppervlakte 2005 (ha)
1. Warmtelevering met w/k installatie	12	13	56	14	91
2. Elektriciteitslevering met w/k-installatie					
- Direct (via eigen kabel)	1	2	10	1	3
- Indirect (via het openbare net)	2	0	0	0	0
3. Warmte, elektriciteit en CO ₂ -levering met een w/k-installatie via een facilitair bedrijf/gezamenlijk ketelhuis	2	9	117	9	142
Totaal	17	23	183	24	236

Bron: LEI.

6. Conclusies

In dit hoofdstuk zijn de belangrijkste uitkomsten en conclusies van deze monitor per onderdeel puntsgewijs opgesomd.

EE-index

- De EE-index 2003 is definitief vastgesteld op 51%. Dit is een verbetering van de EE-index met 1 procentpunt ten opzichte van 2002. Deze verbetering is het gevolg van een hogere fysieke productie per m² bij een gelijkblijvend primair brandstofverbruik per m².
- In 2003 heeft de verschuiving in de energievoorziening zich verder voortgezet. Het aandeel aardgas in het totale energiegebruik nam toe tot bijna 87%, terwijl het aandeel warmte van derden daalde van 9,8% in 2002 naar 8,6% in 2003.
- In 2003 is door de glastuinbouwsector door gebruik te maken van restwarmte en w/k-warmte van energiebedrijven circa 253 miljoen m³ a.e. bespaard (vermeden). Dit is 37 miljoen m³ a.e. minder dan in 2002. In 2003 bedroeg het effect op de EE-index 3 procentpunten. Concreet betekent dit dat de EE-index in 2003 op 54% 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 energiegebruik per m² vóór omrekening naar primair brandstof daalde in 2003 met iets meer dan 1%. Deze daling kan deels verklaard worden door de hoogte van de gasprijs. Deze was voor beschermde afnemers in 2003 gemiddeld circa 1,3 cent per m³ hoger dan in 2002. Daarnaast is in 2003 circa 20 miljoen m³ a.e. meer brandstof bespaard met de inzet van energiebesparende opties dan in 2002.

CO₂-emissie

- De CO₂-emissie van de glastuinbouwsector bedroeg in 2003 6,44 miljoen ton. Dit is 0,21 miljoen ton CO₂ meer dan in 2002. Deze stijging kan verklaard worden doordat de sector minder gebruik kon maken van restwarmte en w/k-warmte van energiebedrijven en daarom meer fossiele brandstoffen (aardgas) verbruikt heeft. De CO₂-index kwam in 2003 uit op 95%. Dit is 3 procentpunten hoger dan in 2002, maar 5 procentpunten lager dan in het basisjaar 1990.

Energiebesparende opties en energievragende activiteiten

- De laatste tien jaar is door de toename van de penetratiegraad van verschillende energiebesparende opties meer energie bespaard; in 2004 is ten opzichte van 1995 8% meer brandstof bespaard. De belangrijkste bijdrage hieraan is geleverd door de toegenomen penetratiegraad van warmteopslagtanks en beweegbare schermen.
- In 2004 werd op 79% van het areaal glastuinbouw een beweegbaar scherm toegepast. Circa 96% van het areaal met een scherm heeft een isolatiegraad groter dan 35% en meer dan de helft van het areaal zelfs met een isolatiegraad groter dan 40%.

- Het aantal bedrijven met warmteopslagtank is in 2004 verder uitgebreid tot 40% van de bedrijven. De gemiddelde tankinhoud is toegenomen naar 126 m³/ha.
- De penetratiegraad van het aantal verwarmingsketels met een condensor bedroeg in 2004 72%. Van alle condensoren was in 2004 65% van het type condensor op apart net, 25% van het type condensor op retour en 10% van het type combicondensor. Het type condensor op apart net neemt de laatste jaren toe ten koste van de andere twee typen.
- Per eind 2004 doseerde ruim 83% van de bedrijven CO₂. Ongeveer 57% van de bedrijven doseerde CO₂ in perioden zonder warmtevraag, waarvan circa 62% van de bedrijven met de rookgassen van de verwarmingsketel. Circa 90% van de bedrijven die CO₂ doseerde in perioden zonder warmtevraag beschikte over een warmteopslagtank.
- Op circa 23% van het areaal glastuinbouw werd in 2004 belichting toegepast. De laatste tien jaar is het areaal belichting met 1,7% per jaar toegenomen. De gemiddelde belichtingsintensiteit bedroeg in 2004 46 W_e/m². Het gemiddelde aantal belichtingsuren op jaarbasis kwam uit op 2.600 uur.

Restwarmteprojecten en w/k-projecten

- In 2004 is door de sector door gebruik te maken van restwarmte en w/k-warmte van energiebedrijven circa 222 miljoen m³ a.e. bespaard.
- Het aantal bedrijven met een restwarmteaansluiting is in 2003 met 41 gedaald tot 274 per 1 januari 2004. Door het stop zetten van de restwarmtelevering in Erica en Klazienaveen per 1 juli 2004 is het aantal restwarmteaansluitingen met nog eens 52 afgenomen.
- Het totaal opgesteld elektrisch vermogen van w/k-installaties van energiebedrijven is in 2004 gedaald met 79 MWe tot 353 MWe per 1 januari 2005. Het aantal equivalente vollastdraaiuren van w/k-installaties van energiebedrijven nam in 2004 gemiddeld met 200 uur af en bedroeg gemiddeld zo'n 2.500 uur.
- Het totaal opgestelde vermogen van w/k-installaties van tuinders bedroeg per 1 januari 2005 naar schatting 728 MWe. Dit is een stijging van 166 MWe ten opzichte van 1 januari 2004.
- In 2005 bedroeg het aantal energieclusterprojecten minimaal 24 met in totaal 236 ha glas.

Literatuur

Aanvullend Convenant Glastuinbouw en Milieu. Utrecht, 2002.

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

Benninga, J., *Optimaal belichtingsniveau roos in relatie tot Glami-normen*. Rapport 3.04.02. LEI, Den Haag, 2004.

Boonekamp, G. 'Belichten is noodzakelijk om te overleven'. In: *Groenten en fruit*, week 17, 2005.

Brijder, M. en W.F. Boeken, *Onderzoek energieschermen en warmtebuffers in de EIA*. Rapport ZEJO427112. SenterNOVEM. Zwolle 2004.

Cogen Projects, *Voortgangsrapportage warmte/kracht in de glastuinbouw (eerste kwartaal 2005)*. Driebergen, 2005.

Convenant Glastuinbouw en Milieu, Den Haag, 1997.

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

Groot, N.S.P. de en M.N.A. Ruijs, *Quickscan; Toekomstvisie glastuinbouw in Nederland en effecten voor de CO₂-emissie*. Interne notitie. LEI, Den Haag, 2004.

Hietbrink, O., A. van der Knijff, P. Ravenbergen, M.N.A. Ruijs, J.A.A.M. Verstegen en J. Wolfert. *Waar energie in steken? Toekomstverkenning glastuinbouw in relatie tot energiebesparingsonderzoek*. Interne notitie. LEI, Den Haag 2002.

Knijff, A. van der, J.K. Nienhuis en R.W. van der Meer. *Mogelijkheden voor bepaling energie-efficiëntie en CO₂-emissie op basis van energieregistratiegegevens van tuinders?* Interne notitie. LEI, Den Haag, 2004.

Knijff, A., van der, J. Benninga en C.E. Reijnders. *Energie in de glastuinbouw van Nederland; ontwikkelingen in de sector en op de bedrijven tot en met 2003*. Rapport 3.04.13, LEI, Den Haag, 2004.

Koolwijk, E. *WKK en APX; nieuwe mogelijkheden op de markt*. Lezing tijdens workshop Cogen Projects over warmte/kracht in de glastuinbouw. De Meern, 1 april 2005.

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 CO₂-streefwaarde voor glastuinbouw; LTO en PT bereiken akkoord met bewindslinden Veerman en Van Geel*. Persbericht. LTO-Nederland, 9 juli 2004.

MPS, *Concept jaarverslag 2004*. Honselerdijk, in voorbereiding.

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

Nienhuis, J.K., A. van der Knijff en R.W. van der Meer, *Duurzame energiemonitor glastuinbouw; methodiekontwikkeling*. Intern rapport. LEI, Den Haag, 2004.

Nienhuis, J.K., A. van der Knijff en R.W. van der Meer, *Duurzame energiemonitor glastuinbouw 2003*. Rapport 3.05.02. LEI, Den Haag, 2005.

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

Ruijs, M.N.A., C.E. Reijnders, F.L.K. Kempkes en M.H. Esmeijer, *Evaluatie van schermgebruik in de praktijk; een kwantitatieve en kwalitatieve analyse*. Rapport 3.05.01. LEI, Den Haag 2005.

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 tot en met 1993*. Periodieke Rapportage 39-92. LEI-DLO, Den Haag, 1995.

Velden, N.J.A. van der en 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, *Potentiële penetratiegraden energiebesparende opties in de glastuinbouw*. Publicatie 4.141. 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, *Quickscan CO₂-emissie en landbouw*. Interne Nota 487. LEI, Den Haag, 1997.

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.

Verstegen, Jos, Erick Westerman, Peter Ravensbergen en Johan Bremmer, *Ondernemen met energie*. Rapport 2.03.12. LEI, Den Haag, 2003

www.tuinbouw.nl

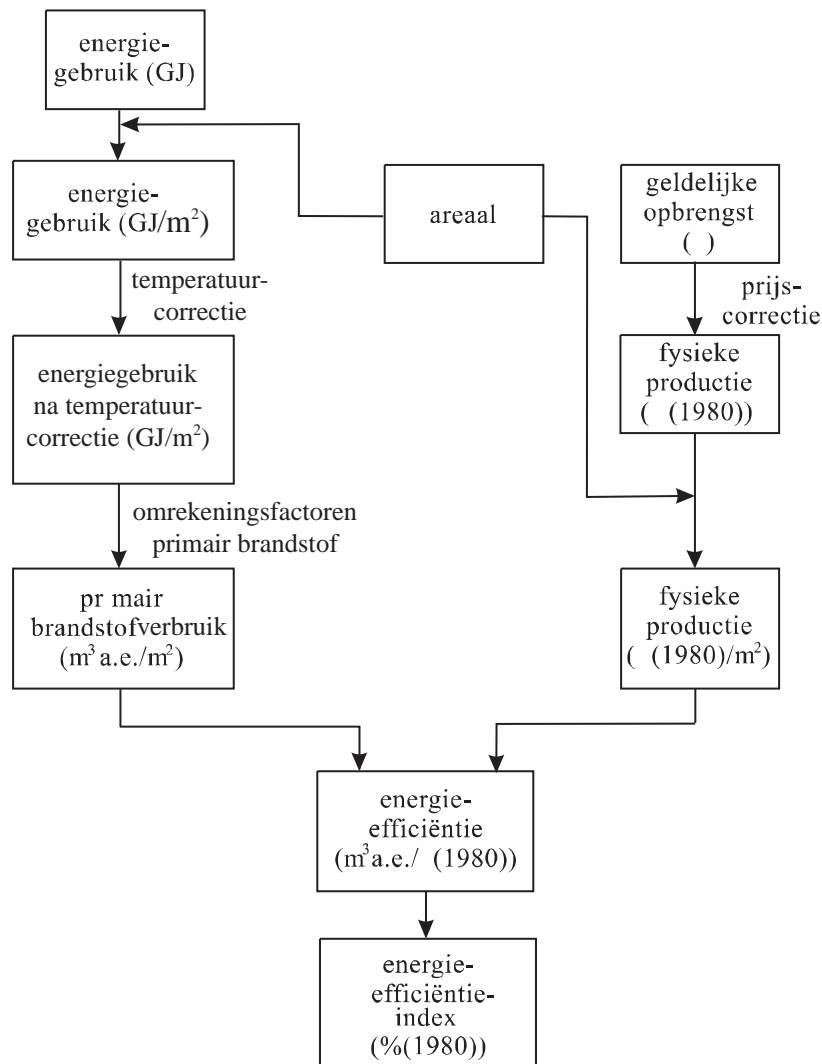
www.ocap.nl

www.rotterdam.nl

www.senternovem.nl

Bijlage 1 Methodiekbeschrijving voor bepalen EE-Index

In hoofdstuk 2 is op beknopte wijze de methodiek voor het bepalen van de EE-index 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 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 (m^3 a.e.) is bepaald op basis van cijfers van Gasunie en de gasleveranciers aan de tuinbouw. Voor de beschermde afnemers is gebruikgemaakt van cijfers van Gasunie. Dit gasverbruik (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 het gasverbruik van de vrije afnemers is gebruikgemaakt van cijfers aangeleverd door de volgende gasleveranciers aan de glastuinbouw (in alfabetische volgorde): Agro-Energy, Cogas, Delta, Eneco, Essent, Intergas, Nuon, NRE, Rendo, RWE Obtagas, Tenergy, Wes. Hierin zitten ook de cijfers verwerkt van de bedrijven NBH, Remu, Haarlemmeer die in de loop van 2003 of 2004 zijn overgenomen door een van de eerder genoemde gasleveranciers. Daarnaast zijn nog twee kleinere gasleveranciers benaderd, welke geen klanten in de glastuinbouw bleken te hebben. Op basis van bovenstaande bronnen is het totaal gasverbruik door de sector in 2003 vastgesteld. Echter, in vergelijking met de jaren van voor de liberalisering van de aardgasmarkt is dit totaal gasverbruik minder nauwkeurig, omdat zich na de liberalisering nogal wat meet- en allocatieproblemen van gas naar sectoren en afnemers (vrije en beschermde afnemers) hebben voorgedaan.

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

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.

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^oC ligt, wordt ervan uitgegaan dat er geen warmte nodig is voor het verwarmen van de kas. Dit wordt ook wel de stookgrens genoemd. Iedere ^oC die de gemiddelde etmaaltemperatuur van de buitentemperatuur onder de stookgrens ligt, is een graaddag. Bij een gemiddelde etmaaltemperatuur van 12^oC bedraagt het aantal graaddagen 6 en bij een etmaaltemperatuur van -5^oC is dit 23.

Er vindt zowel een correctie plaats op de brandstofintensiteit (brandstofverbruik per m²) als de elektriciteitintensiteit (elektriciteitsverbruik per m²). 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 elektriciteit, restwarmte en w/k-warmte is met behulp van omrekeningsfactoren het primair brandstofverbruik bepaald die nodig is voor de productie van een eenheid energie. 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 elektriciteitcentrale 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).

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
2003	42,8	4,4	48,2	43,5	34,4	5,0	35,5	53,0
2004r	42,1	4,4	48,2	43,5	34,4	5,0	36,0	53,0

r = raming;

- = niet van toepassing;

ne = jaargebruikrendement elektrisch (% o.w.);

nw = jaargebruikrendement warmte (% o.w.);

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

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

nw-mwl = jaargebruikrendement 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 (tot en met 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.

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 gebruikrendement van w/k-installaties en het elektrisch gebruikrendement 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 pri-

mair 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.

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 2004 bedroeg de omrekeningsfactor voor elektriciteit 0,283 m³ a.e. per kWh (tabel B1.2). In 1 m³ aardgas zit 8,79 kWh aan energie (onderste verbrandingswaarde) en omgerekend in 0,283 m³ zit dus 2,49 kWh. Voor één eenheid elektriciteit is in 2003 dus circa 249% aan primair brandstof nodig.

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

Jaar	Energiedrager		
	elektriciteit (m ³ a.e./kWh)	restwarmte a) (m ³ a.e./GJ)	w/k-warmte (m ³ 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
2003	0,278	9,43	7,89
2004r	0,283	9,39	6,29

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

De omrekeningsfactor van restwarmte bedroeg in 2004 9,39 m³ 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, 30 tot 33 m³ aardgas nodig (bijlage 4 en Nawrocki et al., 1991). Het primair brandstofverbruik van restwarmte bedraagt daarmee 29 tot 32% van de benodigde brandstof in de ketel. Per geleverde eenheid restwarmte komt dit overeen met een vermeden primair brandstofverbruik 68 tot 71%.

Voor w/k-warmte kan een soortgelijke berekening gemaakt worden. Uitgaande van de omrekeningsfactor van primair brandstof van w/k-warmte van 6,29 m³ a.e. per GJ, is in 2004 per geleverde eenheid w/k-warmte 79 tot 81% primair brandstof bespaard (vermeden). In bijlage 4 is de berekening van de primair brandstofbesparing door de sector met warmte van derden in 2004 nader toegelicht.

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 (opbrengstprijs * opbrengsthoeveelheid). De geldelijke opbrengsten van glastuinbouwproducten verschillen van jaar tot jaar. Dit verschil bestaat uit een opbrengsthoeveelheid- en een opbrengstprijscomponent. Door de geldelijke opbrengsten te corrigeren voor de opbrengstprijsmutatie 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 3).

De opbrengstprijsmutaties voor snijbloemen 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.

Bijlage 2 Methodiekbeschrijving voor bepalen CO₂-emissie

In het kader van het klimaatbeleid is tussen de overheid en de glastuinbouwsector een CO₂-emissieruimte overeengekomen. Bij deze emissieruimte en bij het bepalen van de werkelijke CO₂-emissie wordt uitgegaan van de methode van de Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC-methode). In hoofdstuk 2 zijn de belangrijkste verschillen tussen de IPCC-methode en de CO₂-emissiebepaling in de lijn van het Convenant Glastuinbouw en Milieu weergegeven. Hieronder is meer gedetailleerde informatie over de omrekeningsfactoren weergegeven.

Bij de IPCC-methode worden alleen de daadwerkelijk gebruikte fossiele brandstoffen in beschouwing genomen. Voor de glastuinbouw zijn dit aardgas en olie. Deze brandstoffen worden vervolgens omgerekend naar CO₂-emissie. Bij aardgas wordt hierbij uitgegaan van de factor 56,1 ton CO₂ per TJ brandstof (www.senternovem.nl). Omgerekend is dit 1,776 kg CO₂ per m³ aardgas. Voor de diverse oliesoorten bestaan eigen omrekeningsfactoren. Door de geringe verschillen tussen de omrekeningsfactoren van de afzonderlijke brandstoffen in verhouding tot de verbrandingswaarde en doordat het totaal van de diverse oliesoorten een zeer klein aandeel omvat van het totaal energiegebruik van de glastuinbouw (minder dan 1%) wordt het oliegebruik omgerekend naar aardgasverbruik op basis van de verbrandingswaarden. Vervolgens wordt dit omgerekend naar CO₂ met de CO₂-factor voor aardgas.

Bijlage 3 Toelichting Informatienet

Het Informatienet van het LEI is een aselechte steekproef van bedrijven uit de Meitelling van het CBS. De hele, kleine bedrijven (kleiner dan 16 ege¹) en de hele, grote bedrijven (groter dan 1.200 ege) zijn niet in de steekproef vertegenwoordigd. Het Informatienet omvat circa 230 glastuinbouwbedrijven. Deze bedrijven waren in 2003 en 2004 representatief voor respectievelijk 87 en 84% van het areaal glastuin in Nederland.

Op de bedrijven uit het Informatienet worden jaarlijks een groot aantal gegevens verzameld en vastgelegd. Ook wordt van de deelnemende bedrijven aan het Informatienet een bedrijfseconomische 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.

Van de deelnemende bedrijven aan het Informatienet worden voor dit project apart gegevens verzameld over de aanwezigheid en het gebruik van diverse energiebesparende opties op de bedrijven en daarnaast ook van de energievragende activiteiten op de bedrijven.

¹ Europese grootte-eenheid.

Bijlage 4 Methodiekbeschrijving bepaling primair 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 c.q. 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 B4.1).

Tabel B4.1 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 B4.2)

Tabel B4.2 Gemiddelde marginale aardgasbesparing in de gasketel per geleverde eenheid warmte (GJ) bij verschillende typen condensors op de ketel

Type condensor	Marginale aardgasbesparing (m ³ /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).

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 m³/GJ), omdat deze verreweg het meest voorkomt in de praktijk. Door de sector is in 2004 door gebruik te maken van restwarmte (94 miljoen m³ a.e.) en w/k-warmte van energiebedrijven (128 miljoen m³ a.e) in totaal ongeveer 222 miljoen m³ aardgas bespaard in de ketels op de individuele glastuinbouwbedrijven.

Primair brandstofverbruik voor productie restwarmte

Bij de productie van restwarmte wordt in de elektriciteitscentrale c.q. 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 c.q. 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 (9,39 m³ a.e. per GJ) berekend (bijlage 1). In 2004 is voor de productie van de 4,43 miljoen GJ geleverde hoeveelheid restwarmte aan de glastuinbouw (gecorrigeerd voor buitentemperatuur) 42 miljoen m³ 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 2004 is door de glastuinbouwsector 5,27 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 (6,29 m³ a.e. per GJ) is het extra primair brandstofverbruik voor de productie van w/k-warmte in 2004 berekend op 33 miljoen m³ 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 c.q. w/k-warmte. De totale besparing met de ketels is berekend op circa 297 miljoen m³ a.e. Het extra brandstofverbruik voor de productie van restwarmte c.q. w/k-warmte is geschat op respectievelijk 42 en 33 miljoen m³ a.e. Per saldo is in 2004 door de sector circa 222 miljoen m³ a.e. bespaard.

Bijlage 5 Methodiekbeschrijving voor bepaling aandeel duurzame energie

In de duurzame energiemonitor over het jaar 2003 is voor de bepaling van het aandeel duurzame energie de monitoringssystematiek toegepast, die in een eerder stadium in samenwerking met Projectbureau Glami en het Expertisecentrum van LNV is uitgewerkt (Nienhuis et al., 2004). Hierbij is zoveel mogelijk uitgegaan van de werkelijke hoeveelheid geproduceerde of afgenomen hoeveelheid duurzame energie. Wanneer deze gegevens niet voorhanden waren, is op basis van technische kengetallen, volgens de richtlijnen van het Protocol Monitoring Duurzame Energie (SenterNovem, 2002), de hoeveelheid duurzame energie benaderd. In deze bijlage is volstaan met het benoemen van de belangrijkste uitgangspunten van de duurzame energiemonitor. Voor een uitvoerige methodiekbeschrijving wordt verwezen naar Nienhuis et al. (2004 en 2005). De belangrijkste uitgangspunten zijn:

- onder duurzame energie (warmte, elektriciteit en groen gas) wordt verstaan energie opgewekt/geproduceerd uit duurzame energiebronnen, waarbij uitgegaan wordt van de genoemde duurzame energiebronnen in het Protocol en het Convenant met uitzondering van kleinschalige warmte/kracht;
- de hoeveelheid duurzame energie wordt uitgedrukt in vermeden primaire energie (GJ);
- bij het bepalen van de hoeveelheid duurzame energie is het centrale uitgangspunt dat zoveel mogelijk uitgegaan wordt van werkelijke cijfers van de productie van DE ('op de meter') onder de voorwaarde dat deze eenvoudig te verzamelen zijn;
- er vindt geen temperatuurcorrectie plaats, omdat dit ook niet gedaan wordt voor andere bedrijfstakken;
- de totale energievraag van de sector is de sommatie van het primaire energieverbruik (= primair brandstofverbruik) en de hoeveelheid vermeden primaire energie door het gebruik van duurzame energie. Het primair energieverbruik wordt berekend conform de afspraken die hierover gemaakt zijn in het kader van de monitoring van de energie-efficiëntie-index (EE-index) echter, zonder temperatuurcorrectie.

Bijlage 6 Achtergrondcijfers EE-index en CO₂-emissie

Tabel B6.1 *Areaal glastuinbouw en opkweek in Nederland per jaar over de periode 1980-2003*

Subsector	1980	1985	1990	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
Groenten a) (ha)	4.574	4.371	4.225	4.261	4.116	4.071	4.166	4.165	4.059	4.138	4.168	4.198
Snijbloemen b) (ha)	3.187	3.286	3.798	3.900	3.876	3.816	3.874	3.976	3.973	3.861	3.871	3.769
Potplanten c) (ha)	766	951	1.345	1.651	1.711	1.849	1.961	2.055	2.127	2.151	2.152	2.198
Glastuinbouw (ha)	8.527	8.608	9.368	9.812	9.703	9.736	10.001	10.196	10.159	10.150	10.191	10.165
Opkweek (ha)	228	360	400	342	340	336	343	366	367	374	347	360
Glastuinbouw incl. opkweek (ha)	8.755	8.968	9.768	10.154	10.043	10.072	10.344	10.562	10.526	10.524	10.538	10.525

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 B6.2 Gemiddelde prijs van aardgas voor de glastuinbouw per jaar over de periode 1980-2003

	1980	1985	1990	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
Nominaal												
aardgas a) (ct/m ³)	8,85	19,18	10,04	10,44	10,76	11,88	11,76	11,31	14,94	18,41	16,46	18,89
koopkrachtindex b) (%)	100	85,5	82,7	73,6	72,5	71,1	70,0	68,4	66,6	63,6	61,4	60,2
Reëel												
aardgas (ct/m ³)	8,85	16,40	8,30	7,69	7,80	8,44	8,23	7,74	9,95	11,71	10,10	11,37

a) Vanaf 2001 tuinbouwsprijis beschermde afnemers.; b) Pijnspeil 1980 (exclusief BTW).

Bron: Nominale aardgaspijris Gasunie/Productschap Tuinbouw; koopkrachtindex: CBS

Tabel B6.3 Energiegebruik per energiedrager niet-gecorrigeerd voor temperatuur in de glastuinbouw per jaar over de periode 1980-2003

Energiedrager	1980	1985	1990	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
Aardgas (10 ⁶ m ³)	3.265	2.700	3.623	3.910	4.346	3.655	3.673	3.556	3.441	3.302	3.371	3.480
Olie a) (10 ⁶ m ³ a.e.)	135	25	29	9	14	7	4	10	10	24	20	20
Restwarmte b) (10 ⁶ GJ)	0	0,12	1,1	1,3	3,6	5,0	5,6	5,5	5,4	5,2	4,3	4,4
W/k-warmte c) (10 ⁶ GJ)	0	0,05	0,7	6,9	8,1	9,2	10,1	9,5	9,5	8,9	7,9	6,5
Elektriciteit d) (10 ⁶ kWh)	370	442	677	896	1.036	1.108	1.221	1.286	1.384	1.327	1.379	1.425
Totaal (PJ) e)	108,9	88,0	119,8	135,4	153,4	134,1	136,4	132,5	129,1	124,1	124,5	126,8

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 m³ a.e. = 31,65 MJ; 1 kWh elektriciteit = 3,6 MJ.

Bron: Aardgas beschermde afnemers (Gasunie), vrije afnemers (energiebedrijven). 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 B6.4 Energiegebruik per m² niet gecorrigeerd voor temperatuur in de glastuinbouw per jaar over de periode 1980-2003

	1980	1985	1990	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
Brandstof a) (m ³ a.e./m ²)	39,9	31,7	39,6	42,5	48,7	42,2	41,7	39,6	38,6	37,1	37,1	37,8
Elektriciteit (kWh/m ²)	4,3	5,1	7,2	9,1	10,7	11,4	12,2	12,6	13,6	13,1	13,5	14,0
Totaal (MJ/m ²)	1.278	1.022	1.279	1.379	1.581	1.377	1.364	1.299	1.271	1.222	1.222	1.247

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

Tabel B6.5 Aantal graaddagen en lichtsom per jaar in de periode 1980-2003

	1980	1985	1990	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
Graaddagen a)	3.246	3.487	2.680	2.917	3.504	2.929	2.821	2.676	2.659	2.880	2.720	2.913
Lichtsom (10 ³ J/cm ²) b)	330	333	366	366	342	353	310	363	338	359	362	399

a) Stookgrens = 18 °C; aantal graaddagen normaal jaar = 3.198; b), Lichtsom normaal jaar = 350 10³ J/cm².
Bron: KNMI.

Tabel B6.6 Energiegebruik per m² gecorrigeerd voor temperatuur in de glastuinbouw per jaar over de periode 1980-2003

	1980	1995	1990	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
Brandstof a) (m ³ a.e./m ²)	39,6	29,8	43,0	44,4	46,7	44,0	44,2	43,1	42,2	39,2	40,2	39,7
Elektriciteit (kWh/m ²)	4,3	5,0	7,5	9,3	10,5	11,5	12,4	12,8	13,9	13,2	13,7	14,1
Totaal (MJ/m ²)	1.267	961	1.388	1.439	1.516	1.434	1.443	1.409	1.384	1.289	1.322	1.307

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

Tabel B6.7 Primair brandstofverbruik gecorrigeerd voor temperatuur in de glastuinbouw per jaar over de periode 1980-2003

	1980	1985	1990	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
Primair brandstof (10 ⁶ m ³ a.e.)	3.488	2.695	4.195	4.417	4.561	4.258	4.379	4.379	4.299	4.012	4.181	4.172
(m ³ a.e./m ²)	40,9	31,3	44,8	45,0	47,0	43,7	43,8	43,0	42,3	39,5	41,0	41,0

Tabel B6.8 Fysieke productie in de glastuinbouw per jaar over de periode 1980-2003

	1980	1985	1990	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
Fysieke productie (€1980)/m ²)	20,9	26,5	34,2	38,1	37,9	38,8	37,5	38,4	38,4	39,2	40,0	41,2

Bron: LEI-sectorrekening.

Tabel B6.9 EE-index gecorrigeerd voor temperatuur in de glastuinbouw per jaar over de periode 1980-2003

	1980	1985	1990	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
EE-index (%)	100	60	67	60	63	58	60	57	56	52	52	51

Tabel B6.10 CO₂-emisse en CO₂-index in de glastuinbouw per jaar in de periode 1990-2003 (IPCC-methode)

	1990	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
CO ₂ -emissie (miljoen ton)	6,76	7,20	8,02	6,73	6,75	6,56	6,35	6,12	6,23	6,44
CO ₂ -index (%)	100	106	119	99	100	97	94	91	92	95

Tabel B6.11 CO₂-emisse en CO₂-index in de glastuinbouw per jaar in de periode 1990-2003 (in de lijn van het Convenant Glastuinbouw en Milieu)

	1990	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
CO ₂ -emissie (miljoen ton)	7,55	7,95	8,21	7,66	7,88	7,88	7,74	7,22	7,53	7,51
CO ₂ -index (%)	100	105	109	101	104	104	102	96	100	99