

Energie in de glastuinbouw van Nederland

Ontwikkelingen in de sector en op de bedrijven t/m 2002

Anita van der Knijff
Jan Benninga



Projectcode 64436

Oktober 2003

Rapport 3.03.06

LEI, Den Haag

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

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

Energie in de glastuinbouw van Nederland; Ontwikkelingen in de sector en op de bedrijven t/m 2002

Knijff, van der A. en J. Benninga

Den Haag, LEI, 2003

Rapport 3.03.06; ISBN 90-5242-853-0; Prijs € 14,50 (inclusief 6% BTW)

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

In het kader van het Convenant Glastuinbouw en Milieu wordt een verbetering van de energie-efficiëntie met 65% in 2010 nagestreefd ten opzichte van het basisjaar 1980. In dit rapport zijn de resultaten van de jaarlijkse monitoring naar de ontwikkelingen in de energie-efficiëntie, de CO₂-emissie en de penetratiegraden van energiebesparende opties en energie-vragende activiteiten in de glastuinbouw beschreven.

De energie-efficiëntie voor 2002 is geraamd op 50%. Dit is een verbetering met 2%-punten ten opzichte van 2001. Deze verbetering is het gevolg van een daling van het primair brandstofverbruik per m² met bijna 2% en een stijging van de fysieke productie per m² met 1,5%. De CO₂-emissie van de glastuinbouwsector in 2002 is geraamd op 7,1 miljoen ton. De geraamde CO₂-index is 95%.

De energiebesparende opties met de hoogste penetratiegraden per eind 2002 zijn: klimaatcomputer (98%), beweegbaar scherm (81%) en condensor (76%). Gemiddeld nemen de penetratiegraden van de meeste energiebesparende opties jaarlijks met 1 à 2%-punten per toe. Opvallend is in 2002 de grote toename van de penetratiegraad van het areaal glastuinbouw met een beweegbaar scherm.

Bestellingen:

Telefoon: 070-3358330

Telefax: 070-3615624

E-mail: publicatie.lei@wag.nl

Informatie:

Telefoon: 070-3358330

Telefax: 070-3615624

E-mail: informatie.lei@wag.nl

© LEI, 2003

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
1. Inleiding	13
1.1 Inleiding	13
1.2 Doelstelling	13
1.3 Leeswijzer	13
2. Methodiekbeschrijving	15
2.1 Methodiek voor bepalen energie-efficiëntie en CO ₂ -emissie	15
2.2 Methodiek voor bepalen penetratiegraden energiebesparende opties en energievragende activiteiten	16
2.3 Methodiek voor bepalen primair brandstofbesparing restwarmte en w/k-warmte van energiebedrijven	16
3. Ontwikkeling energie-efficiëntie en CO₂-emissie van de sector	18
3.1 Inleiding	18
3.2 Belangrijkste ontwikkelingen	18
3.3 Energie-efficiëntie	18
3.4 CO ₂ -emissie	20
3.5 Trendmatige ontwikkelingen energiegebruik, primair brandstofverbruik, fysieke productie en areaal glastuinbouw	20
3.6 Effect warmte van derden en w/k-installaties van tuinders	23
4. Ontwikkeling energiebesparende opties en energievragende activiteiten op de bedrijven	24
4.1 Inleiding	24
4.2 Belangrijkste ontwikkelingen	24
4.3 Effect liberalisering aardgasmarkt	24
4.4 Penetratiegraden energiebesparende opties	25
4.5 Absolute energiebesparing energiebesparende opties	31
4.6 Penetratiegraden energievragende activiteiten	31

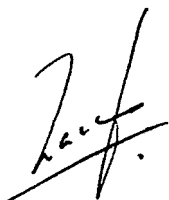
	Blz.
5. Ontwikkeling restwarmteprojecten en warmte/kracht-projecten	34
5.1 Inleiding	34
5.2 Belangrijkste ontwikkelingen	34
5.3 Restwarmteprojecten	35
5.4 W/k-installaties van energiebedrijven	37
5.5 W/k-installaties van tuinders	39
5.6 W/k-installaties in clusterprojecten	40
6. Conclusies	44
Literatuur	47
Bijlagen	
1 Uitgebreide methodiekbeschrijving bepaling energie-efficiëntie en CO ₂ -emissie	49
2 Toelichting Informatienet	56
3 Uitgebreide methodiekbeschrijving bepaling primair brandstofbesparing restwarmte en w/k-warmte van energiebedrijven	57
4 Achtergrondinformatie energie-efficiëntie en CO ₂ -emissie van de sector	60

Woord vooraf

In het kader van het Convenant Glastuinbouw en Milieu (1997) is tussen de glastuinbouwsector en de overheid afgesproken om een verbetering van de energie-efficiëntie met 65% in 2010 na te streven ten opzichte van het basisjaar 1980. Om na te gaan in hoeverre de sector 'op schema ligt', wordt door het LEI jaarlijks de ontwikkelingen in de energie-efficiëntie, de CO₂-emissie en de penetratiegraden van energiebesparende opties en energievragende activiteiten in de glastuinbouw gemonitord. De resultaten van deze monitoring zijn in dit rapport beschreven.

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

De directeur,



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

Samenvatting

Inleiding

In het kader van het Convenant Glastuinbouw en Milieu (1997) hebben de glastuinbouwsector en de overheid afgesproken om een verbetering van de energie-efficiëntie met 65% in 2010 na te streven ten opzichte van het basisjaar 1980. Onder energie-efficiëntie wordt verstaan het primair brandstofverbruik per eenheid product. Een verbetering van de energie-efficiëntie kan gerealiseerd worden door een lager primair brandstofverbruik en een hogere productie. Een lager primair brandstofverbruik leidt bovendien tot een lagere CO₂-emissie. Overigens zijn tussen de overheid en de glastuinbouwsector geen aparte CO₂-reductiedoelstellingen overeengekomen.

Doelstelling

De doelstelling van dit onderzoek is tweeledig, namelijk:

1. het bepalen en analyseren van de ontwikkelingen in de energie-efficiëntie en CO₂-emissie, waarbij het accent ligt op de jaren 2001 (definitief) en 2002 (raming);
2. het in kaart brengen van de ontwikkelingen in de penetratiegraden van de energiebesparende opties en de energievragende activiteiten op de bedrijven, waarbij het accent ligt op de periode 2000-2002.

Energie-efficiëntie en CO₂-emissie

De energie-efficiëntie voor 2002 is geraamd op 50%. In vergelijking met 2001 is dit een verbetering met 2%-punten. Deze verbetering van de energie-efficiëntie is het resultaat van enerzijds een daling van het primair brandstofverbruik met bijna 2% per m² en anderzijds een stijging van de fysieke productie met 1,5% per m². De sector doelstelling voor 2010 is een verbetering van de energie-efficiëntie met 65% ten opzichte van het basisjaar 1980.

De CO₂-emissie van de glastuinbouwsector in 2002 is geraamd op 7,1 miljoen ton. De geraamde CO₂-index komt hiermee uit op 95% ten opzichte van het basisjaar 1990. De CO₂-index is 1%-punt lager dan in 2001. Deze daling van de CO₂-emissie komt volledig op conto van een lager primair brandstofverbruik per m² door de sector, want het areaal glastuinbouw nam namelijk in 2002 licht toe.

Energiegebruik, primair brandstofverbruik, fysieke productie en areaal

In 2002 is ruim 84% van het totale energiegebruik aardgas. Het aandeel warmte van derden (restwarmte en w/k-warmte van energiebedrijven) daalde van 11,3% in 2001 naar 10,7% in 2002. Over het aandeel duurzame energie zijn geen recente gegevens beschikbaar. Naar schatting bedraagt het aandeel duurzame energie enkele tiende procenten.

Het totale energiegebruik per m² (vóór omrekening naar primair brandstofverbruik) is in 2002 met ruim 2,5% gedaald. Hierbij spelen twee belangrijke factoren een rol. Doordat tuinders steeds meer gebruikmaken van energiebesparende opties (schermen, condensoren enzovoort) wordt een belangrijk deel van het extra energiegebruik als gevolg van

teeltintensiverende maatregelen (meer belichting, meer CO₂-doseran etc.) gecompenseerd. Daarnaast heeft de hoge aardgasprijs in 2002 ongetwijfeld ook invloed gehad op het stookgedrag van tuinders.

Het primair brandstofverbruik per m² daalde in 2002 met bijna 2%. Doordat het aandeel elektriciteit in het totale energiegebruik licht toe nam en het aandeel warmte van derden daalde, daalde het primair brandstofverbruik per m² minder sterk dan het energiegebruik per m².

Het jaar 2002 was een relatief lichtrijk jaar; gemiddeld was er bijna 1% meer licht dan in het eveneens relatief lichtrijke 2001. Dit verklaart deels de stijging van de fysieke productie per m² met 1,5%.

De laatste jaren is er op sectorniveau sprake van een zogenaamde 'ontkoppeling' tussen de fysieke productie per m² en het primair brandstofverbruik per m²; het primair brandstofverbruik per m² neemt af en de fysieke productie per m² neemt toe.

Het areaal glastuinbouw (exclusief opkweek) is in 2002 met 41 ha licht gegroeid tot totaal 10.191 ha. De ontwikkeling in het areaal glastuinbouw heeft geen directe invloed op de energie-efficiëntie aangezien deze uitgedrukt wordt per eenheid product, maar beïnvloedt daarentegen wel de absolute CO₂-emissie van de sector.

Penetratiegraden energiebesparende opties

De penetratiegraden van de energiebesparende opties zijn de laatste twaalf jaar in totaliteit alleen maar toegenomen. In 2002 bedraagt het effect op de brandstofintensiteit 7,8% ten opzichte van 1992. Omgerekend is dit een vermeden energiegebruik van 277 miljoen m³ a.e. Van de energiebesparende opties laten in 2002 beweegbaar scherm en warmteopslagtank een relatief grote toename in penetratiegraad zien, ten opzichte van het voorgaande jaar. Deze toename is voor een belangrijk deel terug te voeren op de liberalisering van de aardgasmarkt (reduceren maximum gasverbruik per uur). Van de overige energiebesparende opties bleef de penetratiegraad stabiel, dat wil zeggen dat dalingen zich nauwelijks voor hebben gedaan. De laatste twee jaar hebben relatief veel bedrijven (20%) een nieuwe klimaatcomputer aangeschaft.

Penetratiegraden energievragende activiteiten

De trend van een toename van de energievragende activiteiten heeft zich in 2002 doorgezet. Het aantal bedrijven dat CO₂ doseert is per eind 2002 toegenomen tot 87%. Van de bedrijven die CO₂ doseren doet 63% dit als er geen warmtevraag is, waarbij een deel van de bedrijven gebruikmaakt van warmteopslag. Circa 11% van de bedrijven past CO₂ van derden toe.

De andere energievragende activiteit die aanzienlijk is toegenomen is de belichting. Per eind 2001 wordt op 22% van het areaal belichting toegepast. Daarbij is het gemiddelde lampvermogen toegenomen naar 39 W/m² en het gemiddeld aantal belichtingsuren naar 3450.

Restwarmteprojecten en warmte/kracht-projecten

Het aantal bedrijven met een restwarmteaansluiting is in 2002 met 10% gedaald tot 303. Het opgesteld elektrisch vermogen van w/k-installaties van energiebedrijven is in 2002 eveneens gedaald; van 534 MW per 1 januari 2002 tot 493 MWe per 1 januari 2003. Deze daling van het aantal bedrijven met een restwarmteaansluiting en het opgesteld elektrisch vermogen van w/k-installaties van energiebedrijven is het gevolg van de liberalisering van de energiemarkt, waardoor het economisch rendement van deze projecten onder druk staat. Het totaal opgesteld

elektrisch vermogen van w/k-installaties van tuinders is daarentegen gestegen. Naar schatting stond per 1 januari 2002 700 MWe opgesteld in eigen beheer.

In 2002 is door de sector door gebruik te maken van restwarmte en w/k-installaties van energiebedrijven in totaal circa 305 miljoen m³ a.e. bespaard. Dit is een vermeden primair brandstofverbruik van ruim 7,5%. Het effect op de energie-efficiëntie is bijna 4%-punten. Op de CO₂-index is het effect ruim 7%-punten. Door w/k-installaties van tuinders in te zetten voor de elektriciteitsvoorziening op belichtende bedrijven is in 2002 een primair brandstofverbruik van circa 240 miljoen m³ a.e. vermeden. Het effect op de energie-efficiëntie is 3%-punten. Op de CO₂-index is het effect bijna 6%-punten.

Energieclusterprojecten

Per 1 januari 2003 bedroeg het aantal 'fysieke' energieclusterprojecten met een w/k-installatie aan de basis naar schatting 23 met een totale omvang van 180 ha. In de periode 2001-2003 is het aantal clusterprojecten met een facilitair bedrijf meer dan verviervoudigd; van 2 naar 9 clusters. Bij de twee andere clustertypen is het aantal clusters nauwelijks gewijzigd. Per saldo is het aantal clusterprojecten toegenomen van 17 naar 23.

Het effect van de liberalisering van de energiemarkten en parallel daaraan de invoering van de nieuwe tariefstructuren voor elektriciteit en aardgas is per clustertype verschillend. Clustertype 3 (warmte-, elektriciteit- en CO₂-levering via een facilitair bedrijf) kan over het algemeen het beste anticiperen op de liberalisering van de energiemarkt. De gevolgen van de liberalisering van de energiemarkt zijn voor de deelnemende bedrijven gelijk als in de situatie zonder clustering of zelfs minder ongunstig.

1. Inleiding

1.1 Inleiding

De Nederlandse glastuinbouwsector, vertegenwoordigd door LTO-Nederland, en de Nederlandse overheid hebben in het kader van het Convenant Glastuinbouw en Milieu (1997) afgesproken een verbetering van de energie-efficiëntie-index¹ met 65% in 2010 na te streven ten opzichte van het basisjaar 1980. Het Convenant Glastuinbouw en Milieu is de opvolger van MeerJarenAfspraak-Energie (1992) dat een verbetering van de energie-efficiëntie met 50% over de periode 1980-2000 als doelstelling had.

Onder energie-efficiëntie wordt verstaan het primair brandstofverbruik per eenheid product. De energie-efficiëntie is dus afhankelijk van het energiegebruik omgerekend naar primair brandstofverbruik en de fysieke productie. Concreet betekent dit dat verbetering van de energie-efficiëntie gerealiseerd kan worden door een lager primair brandstofverbruik en een hogere productie. Een lager primair brandstofverbruik leidt bovendien tot een lagere CO₂-emissie. Overigens zijn tussen de overheid en de glastuinbouwsector geen aparte CO₂-reductiedoelstellingen overeengekomen. Op nationaal niveau heeft Nederland zich in het kader van de Kyoto-klimaatconferentie in 1997 verplicht tot een reductie van de broeikasgassen (onder andere CO₂) met 6% in de periode 2008-2012 ten opzichte van het basisjaar 1990.

1.2 Doelstelling

De doelstelling van dit onderzoek is tweeledig, namelijk:

1. het bepalen en analyseren van de ontwikkelingen in de energie-efficiëntie, CO₂-emissie en de achterliggende factoren, zoals het energiegebruik voor omrekening naar primair brandstofverbruik, het primair brandstofverbruik, de fysieke productie en het areaal glastuinbouw. Het accent ligt hierbij op de jaren 2001 en 2002;
2. het in kaart brengen van de ontwikkelingen in de penetratiegraden van de energiebesparende opties op de bedrijven inclusief de energiebesparing die hiermee gerealiseerd wordt door de sector en het in kaart brengen van de energievragende activiteiten op de bedrijven. Hierbij ligt het accent op de periode 2000-2002.

1.3 Leeswijzer

In hoofdstuk 2 zijn achtereenvolgens de volgende methodieken beschreven: methodiek voor het bepalen van de energie-efficiëntie en de CO₂-emissie beschreven, methodiek voor het bepalen van de penetratiegraden van de energiebesparende opties en de energievragende activiteiten

¹ In het vervolg van het rapport wordt de term energie-efficiëntie gehanteerd.

en methodiek voor bepalen van primair brandstofbesparing door sector als gevolg van het gebruik van restwarmte en w/k-warmte. De ontwikkelingen in de energie-efficiëntie en de CO₂-emissie zijn in hoofdstuk 3 beschreven, waarbij het accent ligt op de jaren 2001 en 2002. In hoofdstuk 4 zijn belangrijkste ontwikkelingen in de penetratiegraden van de energiebesparende opties en de energievragende activiteiten op de bedrijven in de periode 2000-2002 weergegeven. In hoofdstuk 5 is verder ingezoomd op de actuele ontwikkelingen op het terrein van restwarmte- en w/k-projecten. Tot slot zijn de belangrijkste conclusies van dit onderzoek vermeld in hoofdstuk 6.

2. Methodiekbeschrijving

2.1 Methodiek voor bepalen energie-efficiëntie en CO₂-emissie

In deze paragraaf zijn in het kort de methodiek voor het bepalen van de energie-efficiëntie en de CO₂-emissie beschreven. Een uitgebreide methodiekbeschrijving aan de hand van een schema is opgenomen in bijlage 1. Ook is in bijlage 1 een overzicht van de belangrijkste informatiebronnen weergegeven.

Energie-efficiëntie en CO₂-emissie

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

De CO₂-emissie wordt op jaarbasis bepaald voor de totale glastuinbouw exclusief opkweek. De CO₂-emissie daarentegen wordt alleen bepaald op basis van het primair brandstofverbruik door de sector. Het referentiejaar voor de CO₂-emissie is 1990. 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 en w/k-warmte. Het totale energiegebruik (voor omrekening naar primair brandstof) wordt berekend door de verschillende energiedragers¹ bij elkaar op te tellen (in Joules). Het jaarlijks energiegebruik wordt mede beïnvloed door de verschillen in buitentemperatuur tussen de jaren. Om de invloed hiervan op te heffen, wordt het energiegebruik gecorrigeerd voor de verschillen in buitentemperatuur tussen de jaren. Als maatstaf voor de gemiddelde buitentemperatuur wordt uitgegaan van het aantal graaddagen (bijlage 1).

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

¹ Doordat in vergelijking met voorgaande jaren voor de bepaling van het totale gasverbruik door de sector gebruikgemaakt is van meerdere bronnen en daarnaast gewerkt is met schattingen, is de raming van de energie-efficiëntie en de CO₂-emissie minder nauwkeurig dan voorgaande jaren.

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). Door de geldelijke opbrengsten te corrigeren voor de opbrengstprijsmutatie van de voortgebrachte producten kan de fysieke productie bepaald worden (bijlage 1). De fysieke productie wordt niet gecorrigeerd voor instraling (licht).

2.2 Methodiek voor bepalen penetratiegraden energiebesparende opties en energievragende activiteiten

De penetratiegraden van energiebesparende opties (bijvoorbeeld schermen, warmtebuffer) en energievragende activiteiten (bijvoorbeeld 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 (bijlage 2) bepaald. Hiervoor vindt jaarlijks naast de standaard gegevensverzameling een uitgebreide gegevensverzameling met betrekking tot de energiebesparende opties en de energievragende activiteiten plaats.

De penetratiegraden worden dus bepaald op basis van een steekproef (Informatienet). Het gevolg hiervan is dat de resultaten een schatting zijn van de werkelijkheid met een foutenmarge van enkele procentpunten. Daarom wordt met behulp van regressie-analyse de trendmatige ontwikkeling van de penetratiegraden over meerdere jaren bepaald. Hiermee wordt de invloed van toevallige verschillen van jaar op jaar genivelleerd. Dit neemt niet weg dat de penetratiegraden voor opties of activiteiten met een lage penetratiegraad minder betrouwbaar zijn.

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

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

Primair brandstofbesparing restwarmte en w/k-warmte van energiebedrijven

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

De aardgasbesparing in de ketel is afhankelijk van de totale geleverde hoeveelheid restwarmte cq w/k-warmte en de aardgasbesparing per geleverde eenheid warmte. De aardgasbesparing per geleverde eenheid warmte wordt ook wel de marginale aardgasbesparing

genoemd. De marginale aardgasbesparing kan afgeleid worden uit de relatie tussen het gasverbruik van de ketel en de geproduceerde hoeveelheid warmte (bijlage 3).

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

3. Ontwikkeling energie-efficiëntie en CO₂-emissie van de sector

3.1 Inleiding

In dit hoofdstuk zijn de ontwikkelingen in de energie-efficiëntie (paragraaf 3.3) en CO₂-emissie (paragraaf 3.4) beschreven. Hierbij ligt het accent op de jaren 2001 (definitief) en 2002 (raming). In paragraaf 3.5 zijn de trendmatige ontwikkelingen beschreven in de zogenaamde achterliggende factoren achter de energie-efficiëntie en CO₂-emissie, namelijk het energiegebruik, het primair brandstofverbruik, de fysieke productie en het areaal glastuinbouw. Tot slot is paragraaf 3.6 het effect van restwarmte en w/k-warmte op de energie-efficiëntie en CO₂-emissie gekwantificeerd. Dit hoofdstuk start met een beknopte omschrijving van de belangrijkste ontwikkelingen in de energie-efficiëntie en CO₂-emissie (paragraaf 3.2).

3.2 Belangrijkste ontwikkelingen

In 2002 is de energie-efficiëntie met 2%-punten verbeterd in vergelijking met 2001. De energie-efficiëntie voor 2002 is geraamd op 50% ten opzichte van het basisjaar 1980. Aan deze verbetering van de energie-efficiëntie zijn zowel een daling van het primair brandstofverbruik per m² als een stijging van de fysieke productie per m² debet. De ontwikkeling in het areaal glastuinbouw heeft geen directe invloed op de energie-efficiëntie aangezien deze uitgedrukt wordt per eenheid product.

In 2002 daalde het energiegebruik per m² (dit is het energiegebruik vóór omrekening naar primair brandstof) met ruim 2,5%. Het primair brandstofverbruik per m² daalde met bijna 2% minder sterk doordat het aandeel elektriciteit in het totale energiegebruik licht toe nam en het aandeel warmte van derden daalde. Het jaar 2002 was een relatief lichtrijk jaar. Gemiddeld was het bijna 1% lichter dan het eveneens relatief lichtrijke 2001. Dit had een positief effect op de fysieke productie. De fysieke productie per m² steeg in 2002 met 1,5%.

De CO₂-emissie van de glastuinbouwsector in 2002 is geraamd op 7,1 miljoen ton. De geraamde CO₂-index (95%) is hiermee 1%-punt lager dan in 2001 en 5%-punten lager dan in het referentiejaar 1990. Deze daling van de CO₂-emissie komt volledig op conto van een lager primair brandstofverbruik per m² door de sector.

3.3 Energie-efficiëntie

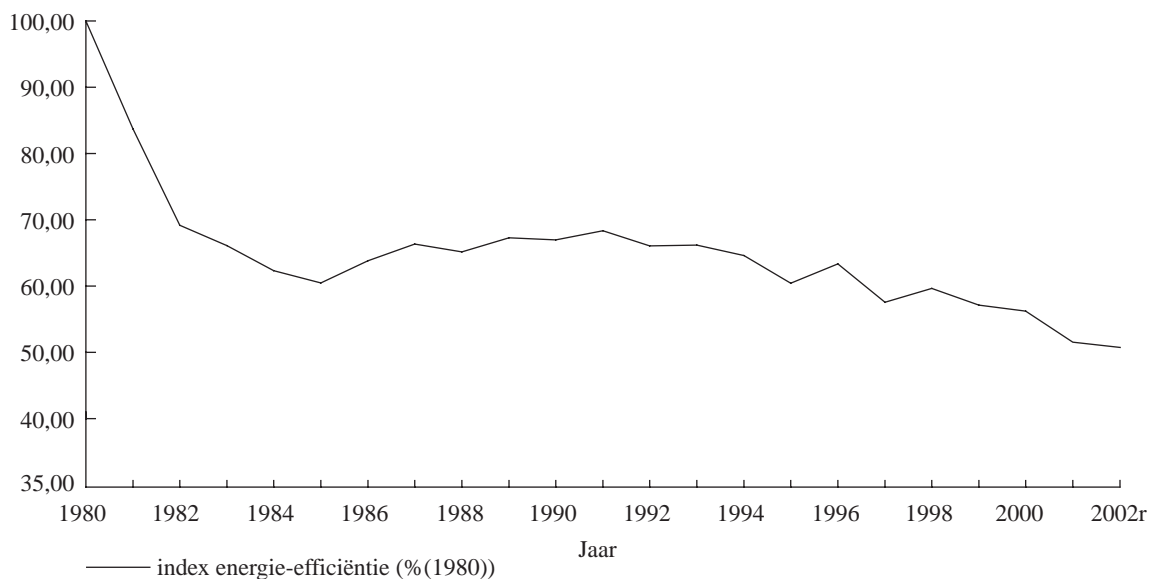
Definitieve energie-efficiëntie 2001

De energie-efficiëntie voor 2001 is definitief vastgesteld op 52% en is daarmee gelijk aan de raming. In vergelijking met 2000 is dit een verbetering van 4%-punten (figuur 3.1). Deze verbetering van de energie-efficiëntie is het resultaat van enerzijds een daling van het primair

brandstofverbruik per m² met ruim 6% en anderzijds een stijging van de fysieke productie per m² met 2%.

Raming energie-efficiëntie 2002

In 2002 is de energie-efficiëntie met 2%-punten verbeterd in vergelijking met 2001. De energie-efficiëntie voor 2002 is geraamd op 50%. Aan deze verbetering van de energie-efficiëntie zijn zowel een daling van het primair brandstofverbruik per m² met bijna 2% als een stijging van de fysieke productie per m² met 1,5% debet. De ontwikkeling in het areaal glastuinbouw heeft geen directe invloed op de energie-efficiëntie aangezien deze uitgedrukt wordt per eenheid product.



Figuur 3.1 Ontwikkeling van de energie-efficiëntie in de glastuinbouw gecorrigeerd voor temperatuur in de periode 1980-2002 (r = raming)

Bron: LEI.

Ontwikkeling energie-efficiëntie t/m 2010

De energie-efficiëntie van de glastuinbouwsector is in 2001 en 2002 sterk verbeterd; 6%-punten ten opzichte van 2000. De sector heeft hiermee, twee jaren later dan beoogd, een halvering van het primair brandstofverbruik per eenheid product in vergelijking met het basisjaar 1980 weten te realiseren. Voor 2010 is als sectordoelstelling overeengekomen een verbetering van de energie-efficiëntie met 65% ten opzichte van het basisjaar 1980. Uitgaande van de raming van de energie-efficiëntie voor 2002 is de sector nog 15%-punten verwijderd van de sectordoelstelling van 2010; ofwel gemiddeld, bijna 1,9%-punt per jaar.

3.4 CO₂-emissie

Definitieve CO₂-emissie 2001

De absolute CO₂-emissie van de glastuinbouwsector bedroeg in 2001 7,25 miljoen ton. De definitieve CO₂-index voor 2001 is vastgesteld op 96%. Ten opzichte van 2000 is de CO₂-index met 6%-punten verbeterd. De forse daling van de CO₂-emissie in 2001 is volledig toe te rekenen aan de daling van het primair brandstofverbruik per m² met ruim 6% aangezien het areaal glastuinbouw in 2001 nagenoeg gelijk was aan dat van 2000.

Raming CO₂-emissie 2002

De CO₂-emissie van de glastuinbouwsector in 2002 is geraamd op 7,1 miljoen ton. De geraamde CO₂-index (95%) is hiermee 1%-punt lager dan in 2001 en 5%-punten lager dan in het referentiejaar 1990 (tabel 3.1). Deze daling van de CO₂-emissie komt volledig op conto van een lager primair brandstofverbruik per m² door de sector, want het areaal glastuinbouw nam namelijk in 2002 licht toe. (paragraaf 3.5).

Tabel 3.1 *Ontwikkeling van de CO₂-emissie in de glastuinbouw gecorrigeerd voor temperatuur in de periode 1990-2002*

	1990	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002r
CO ₂ -emissie (miljoen ton)	7,55	7,95	8,21	7,66	7,88	7,88	7,74	7,25	7,14
CO ₂ -index (% 1990)	100	105	109	101	104	104	102	96	95

r = raming.

Bron: LEI.

3.5 Trendmatige ontwikkelingen energiegebruik, primair brandstofverbruik, fysieke productie en areaal glastuinbouw

Energiegebruik

In de glastuinbouw worden verschillende energiesoorten gebruikt. Ruim 84% van het totale energiegebruik is aardgas (tabel 3.2). Het aandeel warmte van derden (restwarmte en w/k-warmte van energiebedrijven) daalde van 11,3% in 2001 naar 10,7% in 2002. Dit is nagenoeg gelijk aan het niveau van 1997. De daling hangt samen met de liberalisering van de energiemarkt (hoofdstuk 5). Het aandeel elektriciteit in het totale energiegebruik neemt jaarlijks toe. Over het aandeel duurzame energie zijn geen recente gegevens beschikbaar. Naar schatting bedraagt het aandeel duurzame energie enkele tiende procenten.

Tabel 3.2 Ontwikkeling aandelen van de afzonderlijke energiedragers (% van het totaal energiegebruik) in de periode 1980-2002

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

r = raming.
Bron: LEI.

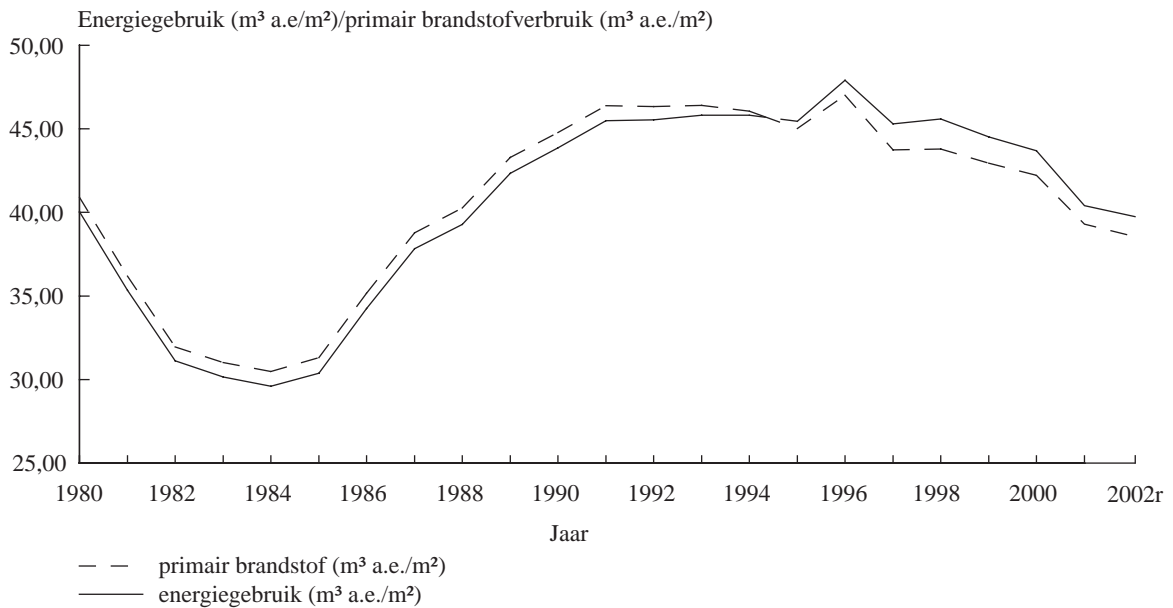
In 2002 is de dalende trend in het het energiegebruik per m² vóór omrekening naar primair brandstofverbruik van de afgelopen jaren verder doorgezet. Het totale energiegebruik per m² is in 2002 met ruim 2,5% gedaald. Bij deze daling van het energiegebruik per m² vanaf 1999 (figuur 3.2) spelen meerdere factoren een rol. In de eerste plaats vindt er compensatie plaats; het extra energiegebruik per m² als gevolg van teeltintensiverende maatregelen (meer belichting, hogere belichtingsniveaus, meer CO₂-dosereren enzovoort) wordt gecompenseerd met de inzet van meer energiebesparende opties (schermen, condensoren enzovoort). Daarnaast heeft de hoogte van de aardgasprijs de laatste drie jaren ongetwijfeld ook invloed gehad op het stookgedrag van tuinders. Hoewel de reële gasprijs in 2002 lager was dan in 2001, lag deze nog ruim boven het gemiddelde van eind jaren negentig, maar onder het niveau van begin jaren tachtig (bijlage 1). Dat er sprake is van enige prijselasticiteit (de relatie tussen de hoogte van de gasprijs en de brandstofintensiteit) lijkt duidelijk. Maar in hoeverre deze relatie net zo sterk is als begin jaren tachtig¹ is de vraag, met name voor de geliberaliseerde aardgasmarkt is dit onduidelijk, omdat de marginale aardgasprijs in dat geval gelijk is aan de commodityprijs.

Primair brandstofverbruik

Het primair brandstofverbruik per m² daalde ten opzichte van 2001 met bijna 2%. Het primair brandstofverbruik per m² daalde minder sterk dan het energiegebruik per m² vóór omrekening naar primair brandstofverbruik, omdat het aandeel elektriciteit in het totale energiegebruik licht toe nam en het aandeel warmte van derden daalde.

Uit figuur 3.2 blijkt dat de daling in het primair brandstofverbruik al in 1995 is ingezet met uitzondering van het bijzondere jaar 1996, terwijl het energiegebruik vanaf 1999 een dalende tendens vertoont. Deze ontwikkelingen hangen nauw samen met het gebruik van warmte van derden door de sector. Het aandeel warmte van derden in het totale energiegebruik door de sector is met name eind jaren negentig fors gegroeid van 6% in 1995 tot 11,5% in 1998. Vanaf 2001 is het aandeel warmte van derden weer afgenomen.

¹ In de jaren tachtig was de relatie tussen brandstofintensiteit en gasprijs als volgt: bijna 5 m³ a.e./m² hogere of lagere brandstofintensiteit per 4,5 eurocent lagere of hogere gasprijs. Uitgaande van prijspeil 1980, range 7,2-17,2 eurocent en gecorrigeerd voor temperatuur (Van der Velden et al., 1993).



Figuur 3.2 Ontwikkeling van het energiegebruik en het primair brandstofverbruik gecorrigeerd voor temperatuur in de periode 1980-2002 ($r = \text{raming}$)

Bron: LEI.

Fysieke productie

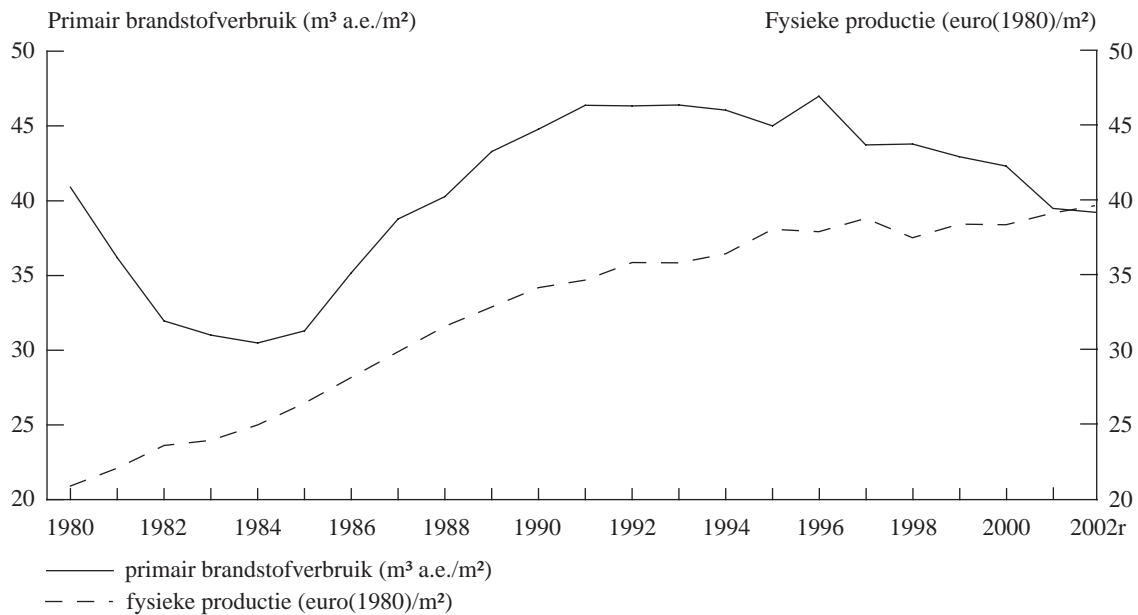
Het jaar 2002 was een relatief lichtrijke jaar. Gemiddeld was het ruim 3% lichter dan het langjarig gemiddelde en bijna 1% lichter dan het eveneens relatief lichtrijke 2001. Met name de eerste maanden van het jaar waren relatief lichtrijk. Dit had een positief effect op de fysieke productie. De gemiddelde fysieke productie per m^2 nam in 2002 met 1,5% toe. Hiermee lijkt de stijgende trend in de fysieke productie van de afgelopen jaren door te zetten. Na een periode van min of meer stabilisatie is er vanaf 2000 een stijgende trend in de fysieke productie per m^2 waarneembaar (figuur 3.3).

In figuur 3.3 zijn de ontwikkeling in de fysieke productie en het primair brandstofverbruik tegen elkaar uitgezet. Hieruit blijkt dat er de laatste jaren op sectorniveau sprake is van een zogenaamde 'ontkoppeling' tussen de fysieke productie per m^2 en het primair brandstofverbruik per m^2 ; het primair brandstofverbruik per m^2 neemt af en de fysieke productie per m^2 neemt toe.

Areaal glastuinbouw

De ontwikkeling in het areaal glastuinbouw heeft geen directe invloed op de energie-efficiëntie aangezien deze uitgedrukt wordt per m^2 , maar beïnvloedt daarentegen wel de absolute CO_2 -emissie van de sector.

Het areaal glastuinbouw (exclusief opkweek) is in 2002 met 41 ha licht gegroeid tot totaal 10.191 ha (bijlage 1). De groei deed zich met name voor bij glasgroente (+30 ha). Het areaal snijbloemen nam met 10 ha toe en het areaal pot- en perkplanten bleef stabiel.



Figuur 3.3 Ontwikkeling van de fysieke productie en het primair brandstofverbruik gecorrigeerd voor temperatuur in de glastuinbouw in de periode 1980-2002 (r = raming)

Bron: LEI.

3.6 Effect warmte van derden en w/k-installaties van tuinders

In 2002 is door de sector door gebruik te maken van restwarmte en w/k-installaties (gasmotoren) van energiebedrijven in totaal circa 305 miljoen m³ a.e. bespaard. Dit is een vermeden primair brandstofverbruik van ruim 7,5%. Het effect van warmte van derden (restwarmte en w/k-warmte van energiebedrijven) op de energie-efficiëntie is bijna 4%-punten. Concreet betekent dit dat de energie-efficiëntie zonder gebruik van warmte van derden uitgekomen zou zijn op 54%, tegen 50% met warmte van derden. Het effect van warmte van derden op de CO₂-index is ruim 7%-punten. Wanneer geen gebruikgemaakt zou worden van warmte van derden zou de CO₂-index 102% (95+7) bedragen.

Door w/k-installaties van tuinders in te zetten voor de elektriciteitsvoorziening op belichende bedrijven is een primair brandstofverbruik van circa 240 miljoen m³ a.e. vermeden. Het effect op de energie-efficiëntie is 3%-punten en bijna 6%-punten op de CO₂-index.

Stel dat in 2002 door de sector geen gebruikgemaakt zou zijn van restwarmte en warmte/kracht dan zou het primair brandstofverbruik circa 545 miljoen m³ a.e. hoger zijn geweest. Dit komt overeen met een verslechtering van de energie-efficiëntie met bijna 7%-punten en een verslechtering van de CO₂-index met 13%-punten.

4. Ontwikkeling energiebesparende opties en energievragende activiteiten op de bedrijven

4.1 Inleiding

In dit hoofdstuk zijn de ontwikkelingen in de penetratiegraden van de belangrijkste energiebesparende opties (paragraaf 4.4) en energievragende activiteiten (paragraaf 4.6) beschreven en grafisch weergegeven. De cijfers over de periode t/m eind 2000 zijn definitief. Voor 2001 zijn er voorlopige penetratiegraden weergegeven op basis van voorlopige cijfers uit het Informatienet. De penetratiegraden per eind 2002 zijn eveneens voorlopig en zijn bepaald op belronde onder de deelnemende glastuinbouwbedrijven aan het Inforamtienet van het LEI. De belangrijkste ontwikkelingen in de penetratiegraden van de energiebesparende opties en energievragende activiteiten zijn in paragraaf 4.2 samengevat.

In paragraaf 4.3 is het effect van de liberalisering van de energiemarkt op het gebruik van energiebesparende opties beschreven. Een schatting van het vermeden energiegebruik door de inzet de energiebesparende opties is in paragraaf 4.4 weergegeven.

4.2 Belangrijkste ontwikkelingen

De totale energiebesparing door de energiebesparende maatregelen is 6,9% per eind 2002. Dit wordt vooral veroorzaakt door een toenemende penetratiegraad van beweegbare schermen (81%) en warmtebuffer (49%) per eind 2002 ten opzichte van 2001. Een sterke toename van de penetratiegraad vertoont verder gevelisolatie (82%) per eind 2001.

De penetratiegraden van de extra energievragende activiteiten belichting en minimum buis, zijn alle per eind 2001 toegenomen. De penetratiegraad van belichting is circa 22% en die van minimum buis is 89%. Voor belichting geldt, dat zowel de intensiviteit als de belichtingsuren zijn toegenomen. Het doseren van CO₂ doseren is per eind 2002 verder toegenomen en wordt op 87% van de bedrijven toegepast. Van de bedrijven die CO₂ doseren doet 63% dit als er geen warmtevraag is, waarbij een deel van de bedrijven gebruikmaakt van warmteopslag. Circa 11% van de bedrijven past CO₂ van derden toe.

4.3 Effect liberalisering aardgasmarkt

Per 1 januari 2002 kregen de eerste bedrijven (gasverbruik groter dan 835.000 m³/jaar) te maken met het CDS-gasprijssysteem of een soortgelijk tariefsysteem, vanwege de geliberaliseerde gasmarkt. Dit betreft ongeveer 12% van alle glastuinbouwbedrijven. Per 1 juli 2004 volgen de bedrijven met een jaarlijks gasverbruik van minder dan 835.000 m³ maar meer dan 170.000 m³. Bedrijven met een gasverbruik lager dan 170.000 m³ per per jaar, de zogenaamde profielklanten, krijgen te maken met een aangepast tarief.

De gasprijs in de geliberaliseerde markt bestaat uit een diensten-component en een zogenaamde commodity-component. Voor de bepaling van de dienstencomponent dienen telers vooraf een maximaal per uur af te nemen gasvolume op te geven. Dit wordt de contractcapaciteit genoemd. Belangrijk voor de hoogte van het dienstendeel van de gasprijs is dus de contractcapaciteit. In tabel 4.1 zijn de afgesloten contractcapaciteiten in 2002 in de vorm van een frequentieverdeling per gasvolume-klasse weergegeven.

Tabel 4.1 Aandeel bedrijven per klasse van contractcapaciteit (m³/ha.uur)

	Klasse (m ³ /ha.uur)					Gemiddelde (m ³ /ha.uur)
	<100	100-150	150-200	200-250	>250	
Aandeel bedrijven (%)	11	52	24	11	2	145

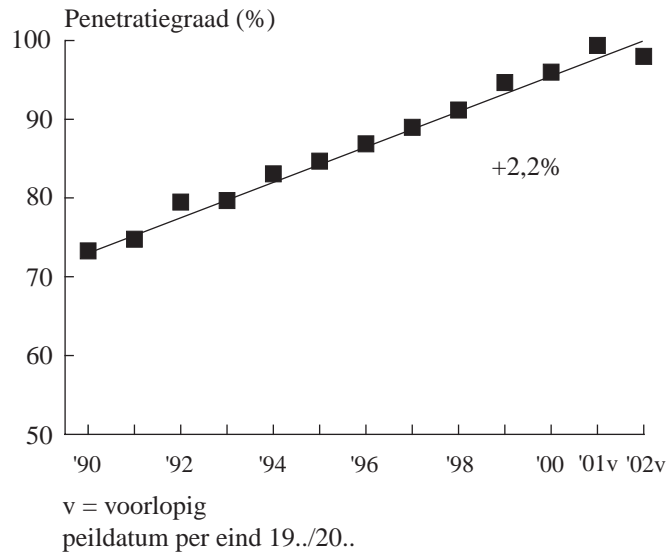
Bron: Informatienet LEI.

Het dienstendeel van de CDS-gasprijs kan verlaagd worden door gebruik te maken van energiebesparende opties, waarmee ook het maximum te contracteren gasvolume per uur kan worden beperkt. Deze zogenaamde anticipatiemogelijkheden zijn: warmtebuffer, scherm en temperatuurintegratie (Van der Velden et al., 2001). Bedrijven met een lage contractcapaciteit beschikken veelal over een energiescherm (Ravensbergen et al, 2002). In 2002 heeft respectievelijk circa 6% van de bedrijven incidentele capaciteit gecontracteerd en 5% virtueel vat. Dit zijn zogenaamde 'contractuele' anticipatiemogelijkheden. Dat de liberalisering een positief effect heeft op de penetratiegraad van bepaalde energiebesparende opties, blijkt ook uit de in 2002 sterk toegenomen penetratiegraad van zowel beweegbaar scherm als warmtebuffer ten opzichte van 2001. Hier tegenover staat dat door het CDS-gasprijssysteem het minder aantrekkelijk wordt om energie te besparen zolang het maximum gasverbruik per uur niet stijgt, omdat de marginale gasprijs gelijk is aan de commodityprijs (Van der Velden et al, 1999).

4.4 Penetratiegraden energiebesparende opties

Klimaatcomputer

Per eind 2002 is op 98% en dus op bijna alle tuinbouwbedrijven een klimaatcomputer aanwezig. De bedrijven zonder klimaatcomputer bevinden zich vooral in de categorie bedrijven kleiner dan 1 ha en een laag energieverbruik. De jaarlijkse toename bedraagt tot eind 2002 circa 2,2%-punten. Deze toename, die over de laatste tien jaar vrij constant geweest, zal vanwege de hoge penetratiegraad afnemen.



Figuur 4.1 Aandeel bedrijven met een klimaatcomputer in de periode eind 1990-eind 2002 (gemiddelde mutatie in %-punten per jaar)
Bron: Informatienet LEI.

Hierbij moet worden opgemerkt dat ertussen klimaatcomputers grote verschillen bestaan in de mogelijkheden die ze bieden om energie te besparen. Zo wordt temperatuurintegratie, via een klimaatcomputer geregeld, eind 2001 op 10% van de bedrijven toegepast. De mogelijkheden die klimaatcomputers bieden hangen naast de datum van de laatste update, samen met het jaar van aanschaf. De frequentieverdeling in tabel 4.2 geeft in grote lijnen aan hoe de aanwezigheid van een klimaatcomputer zich verhoudt tot het jaar van aanschaf.

Tabel 4.2 Aandeel bedrijven per klasse van jaar van aanschaf van klimaatcomputers (%)

	Klasse van jaar van aanschaf				
	1970 – 1980	1980 -1990	1990 - 1995	1995 - 2000	> 2000
Aandeel bedrijven (%)	2	21	28	29	20

Bron: Informatienet LEI.

Wat opvalt in tabel 4.2 is dat vrij veel bedrijven in de laatste twee jaren een klimaatcomputer hebben aangeschaft (20,2%). Ongetwijfeld heeft de liberalisering van de aardgasmarkt, vanwege extra eisen die gesteld worden aan klimaatcomputers, hier een rol gespeeld.

Warmteopslag

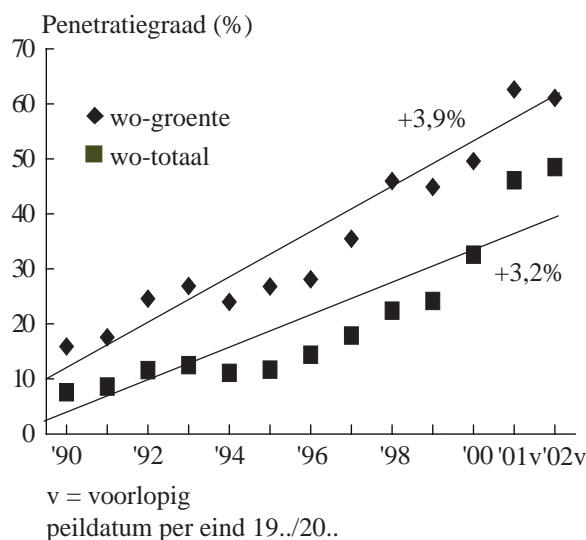
De jaarlijkse toename van het aandeel bedrijven met een warmteopslagtank bedraagt gemiddeld 3,2%-punt voor de hele sector. Op groentebedrijven ligt dit met 3,9%-punten hoger. Op 61% van de groentebedrijven is eind 2002 warmteopslag aanwezig, tegen 49% van alle glastuinbouwbedrijven. De laatste jaren is er sprake van een duidelijke extra toename. De gemiddelde bufferinhoud wordt daarbij jaarlijks steeds groter. Eind 2001 was de gemiddelde tankinhoud ruim 111 m³ per ha. Tabel 4.3 laat zien dat het gemiddelde warmtebuffer-volume per ha, in snel tempo toeneemt.

Tabel 4.3 Ontwikkeling gemiddelde bufferinhoud (m³/ha) in de periode 1990 eind 2001

	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
Alle bedrijven	56	60	63	66	77	75	82	85	94	104	111
Glasgroente- bedrijven	60	65	69	72	81	77	82	87	95	104	116
Sierteelt- bedrijven	30	31	32	32	40	66	81	78	91	103	106

Bron: Informatienet LEI.

De extra toename wordt waarschijnlijk veroorzaakt door de mogelijkheden van de warmtebuffer om te anticiperen op de geliberaliseerde aardgasmarkt. Door de toepassing van een warmtebuffer in extreem koude perioden kan een lager maximum gasvolume worden gecontracteerd. Dit vereist de nodige aanpassingen aan de klimaatcomputer. Veel gesloten buffersystemen worden/zijn daarom omgebouwd tot open buffersysteem. Verder worden warmtebuffers steeds meer op bedrijven met assimilatiebelichting toegepast om warmteoverschotten te beperken. Hetzelfde is het geval bij CO₂-voorziening, waar warmte in perioden zonder warmtevraag tijdelijk wordt opgeslagen.

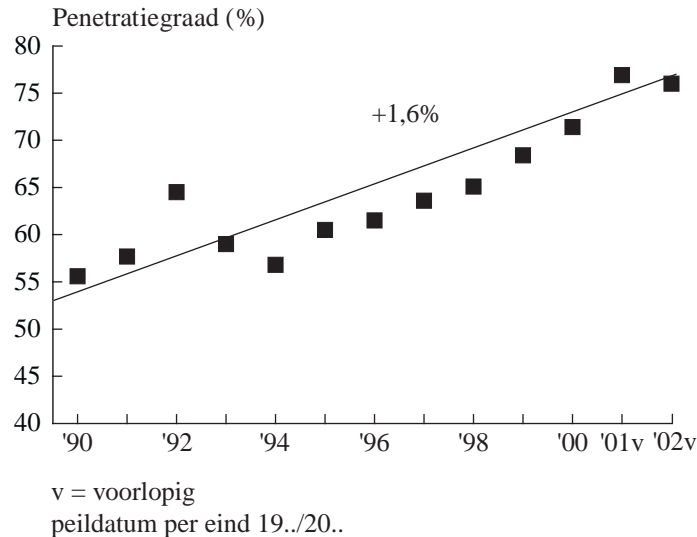


Figuur 4.2 Aandeel bedrijven met een warmteopslagtank in de periode eind 1990-eind 2002 (gemiddelde mutatie in %-punten per jaar)

Bron: Informatienet LEI.

Condensor en verdeling condensortypen

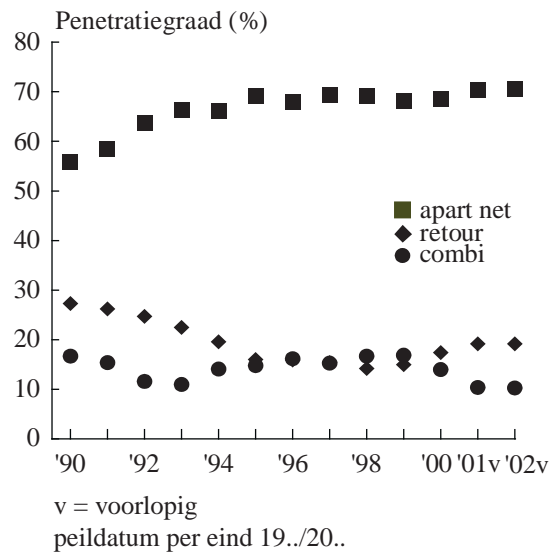
Eind 2002 is 76% van de verwarmingsketels voorzien van een rookgascondensor. De stijging is de laatste jaren vrij constant en bedraagt jaarlijks circa 1,6%-punten. De gasbesparing die met een condensor kan worden gehaald hangt af van het type (bijlage 3).



Figuur 4.3 Aandeel ketels met een condensor in de periode eind 1990-eind 2002 (gemiddelde mutatie in %-punten per jaar)

Bron: Informatienet LEI.

Er worden drie typen rookgascondensoren onderscheiden. De hoogste besparing kan met een combicondensor worden gehaald (14%), daarna met een condensor op apart net (10%) en tenslotte met een condensor op retour (4%). Condensoren aangesloten op een apart net zijn eind 2002 het meest voorkomende type (71%). Dit aandeel is de laatste jaren iets toegenomen. Het aandeel van de rookgascondensor aangesloten op de retourleiding (19%) neemt na een periode van stabilisatie licht toe. Het aandeel combicondensoren is eind 2002 ten opzichte van eind 2001 stabiel gebleven.



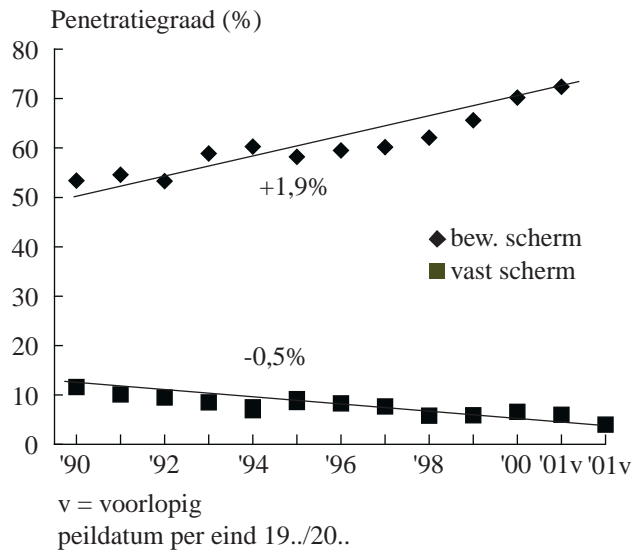
Figuur 4.4 Onderverdeling van condensortypen in de periode eind 1990-eind 2002 (gemiddelde mutatie in %-punten per jaar)

Bron: Informatienet LEI.

Schermen

Eind 2002 kwam het areaal glastuinbouw met een beweegbaar scherm uit op 81%. De helft hiervan heeft een isolatiegraad groter dan 40%. De jaarlijkse toename van het areaal glastuinbouw met een beweegbaar scherm bedraagt gemiddeld 1,9%-punten. Een gedeelte van de groei gaat ten koste van het vaste scherm. De penetratiegraad van het vaste scherm bedroeg eind 2002 4%. Het areaal glas met een vast scherm neemt jaarlijks met 0,5%-punten af. Het vervangen van een vast scherm door een beweegbaar scherm is uit energiebesparingoogpunt een positieve ontwikkeling, omdat in het algemeen met een beweegbaar scherm meer energie bespaard kan worden.

Met behulp van een scherm kan worden geanticipeerd op de geliberaliseerde aardgasmarkt. Dit verklaart deels dat de penetratiegraad ten opzichte van 2001 relatief sterk is toegenomen.

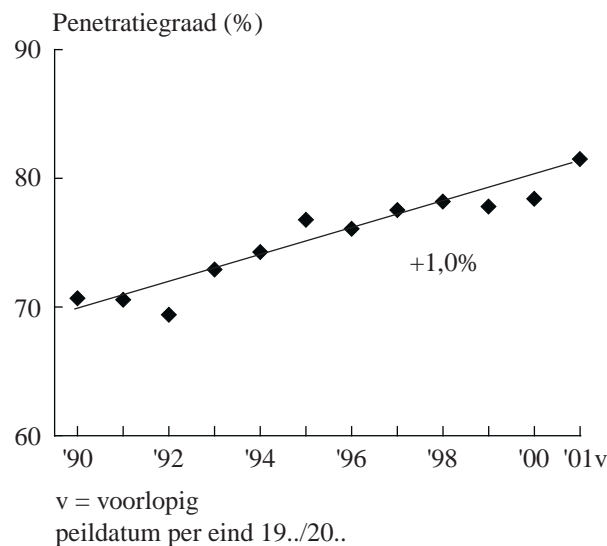


Figuur 4.5 Aandeel areaal met een scherm in de periode eind 1990-eind 2002 (gemiddelde mutatie in %-punten per jaar)

Bron: Informatienet LEI.

Gevelisolatie

Na twee jaar met een wat minder sterke toename van de penetratiegraad van gevelisolatie, is er eind 2001 met een penetratiegraad van 81% weer een wat sterkere toename ten opzicht van het voorgaande jaar. Dit houdt vermoedelijk deels verband met de eisen voor lichtuitstoot bij assimilatiebelichting. Van de geveloppervlakte met isolatie is eind 2001, 39% beweegbaar scherm, 35% folie, 19% dubbel glas, 4% coating en 3% kunststof.



Figuur 4.6 Aandeel areaal met een gevelisolatie in de periode eind 1990-eind 2001 (gemiddelde mutatie in %-punten per jaar)

Bron: Informatienet LEI.

4.5 Absolute energiebesparing met energiebesparende opties

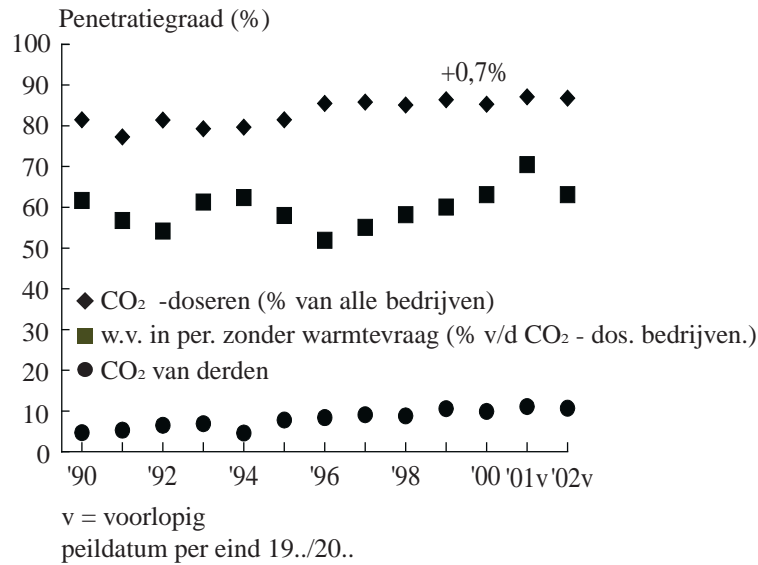
De penetratiegraden zijn de laatste twaalf jaar in totaliteit alleen maar toegenomen. Het LEI heeft een methode ontwikkeld (Bakker et al. 1998) om via de trendmatige ontwikkeling van de penetratiegraden de totale extra energiebesparing van een jaar ten opzichte van het voorgaande jaar te berekenen. In het kort houdt deze schattingsmethode in dat per optie wordt uitgegaan van een vast besparingspercentage. Dit percentage wordt vermenigvuldigd met de toename/afname in penetratiegraad over de laatste jaren. In 2002 bedraagt het effect op de brandstofintensiteit 7,8% ten opzichte van 1992. Omgerekend is dit een vermeden energiegebruik van 277 miljoen m³ a.e. In de periode 1992–2002 is gemiddeld per jaar gemiddeld 0,8% meer energie bespaard dan in het voorgaande jaar door de toename van de penetratiegraad van energiebespaarde opties.

4.6 Energievragende activiteiten

CO₂-dosereren

De toename van het aandeel bedrijven dat CO₂ doseert, bedraagt gemiddeld 0,7%-punt per jaar. Per eind 2002 werd door 87% van de bedrijven CO₂ gedoseerd. 63% van de bedrijven die CO₂ doseren, doen dit ook wanneer er geen warmtevraag is. Dit percentage is met 5%-punten toegenomen ten opzichte van 2001. Eind 2002 werd op 11% van de bedrijven CO₂ van derden toegediend. Hierbij moet gedacht worden aan zuivere CO₂, CO₂ uit rookgassen van elektriciteitscentrales en CO₂ uit gereinigde rookgassen van w/k-installaties van energiebedrijven.

De sterke toename van CO₂ doseren via de ketel terwijl er geen warmtevraag is, is uit energetisch oogpunt ongunstig. Door toepassing van warmtebuffers kan dit nadelige effect voor een deel teniet worden gedaan. Uit onderzoek is echter gebleken dat bedrijven na installatie van een warmtebuffer meer CO₂ zijn gaan doseren (De Zwart et al., 1999) met als gevolg dat het gasverbruik per bedrijf niet of nauwelijks is gedaald. Door de opsplitsing van de gasprijs in een commodity- en een dienstendeel in de geliberaliseerde gasmarkt, zal er zeer waarschijnlijk meer CO₂ worden gedoseerd. De reden hiervan is dat voor extra CO₂ alleen de commodityprijs hoeft te worden betaald.



Figuur 4.7 Aandeel bedrijven met CO₂-dosering in de periode eind 1990-eind 2002 (gemiddelde mutatie in %-punten per jaar)

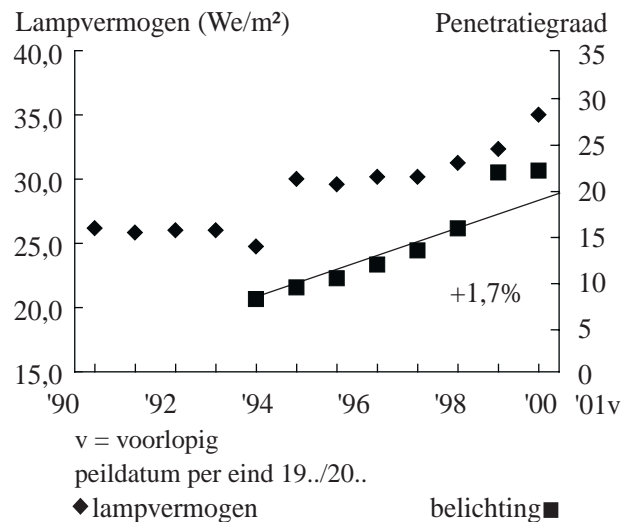
Bron: Informatienet LEL.

Minimum buis

Eind 2001 werd bij 89% van de bedrijven met buisverwarming een minimum buisregeling toegepast. De overweging hierbij is veelal een droger klimaat in de kas en is vaak ook ingegeven door toch aanwezige warmteoverschotten vanwege CO₂ doseren. Een andere overweging is, dat er effectiever CO₂ kan worden gedoseerd door meer uren per jaar met gesloten luchtramen. Van de bedrijven die een minimum buistemperatuur hanteren doet 81% dat vanwege een droger klimaat en 19% voor een combinatie van kasklimaat en effectievere CO₂-dosering.

Belichting

Per eind 2001 wordt op circa 22% van het areaal belichting toegepast. De gemiddelde toename van het areaal met belichting vanaf 1994 is 1,7%-punt per jaar. Het gemiddelde lampvermogen per m² neemt daarbij de laatste jaren zeer snel toe en is eind 2001 39 W/m². Het aantal uren met belichting was in 2001; 3.450 uur per jaar. Van het belichte areaal heeft 78% een eigen w/k-installatie.



Figuur 4.8 Aandeel areaal met belichting en gemiddeld lampvermogen in de periode eind 1990-eind 2002 (gemiddelde mutatie in %-punten per jaar)
Bron: Informatienet LEI.

De toename van het areaal belichting is terug te voeren op een toename van het areaal belichte potplanten en snijbloemen, exclusief roos. Het belangrijkste snijbloemengewas roos staat bijna volledig onder belichting. De ontwikkeling in de groenteteelt zet zich verder door, maar bevindt zich ten opzichte van snijbloemen en potplanten in het beginstadium. Een nieuwe techniek is de toepassing van mobiele belichting, waarbij een relatief hoge belichtingsintensiteit zich laag over het gewas beweegt. De belichtingsintensiteit per m² is beduidend lager dan bij de algemeen gangbare belichtingssystemen die niet mobiel zijn.

5. Ontwikkeling restwarmte en warmte/kracht-projecten

5.1 Inleiding

In dit hoofdstuk zijn de belangrijkste ontwikkelingen met betrekking tot restwarmteprojecten (paragraaf 5.3) en warmte/kracht-projecten (paragraaf 5.4 t/m 5.6) beschreven. Aangezien restwarmte en warmte/kracht een belangrijke bijdragen leveren aan de verbetering van de energie-efficiëntie en de vermindering van de CO₂-emissie is een apart hoofdstuk hieraan gewijd. In paragraaf 5.2 zijn de belangrijkste ontwikkelingen samengevat.

5.2 Belangrijkste ontwikkelingen

Door de liberalisering van de energiemarkt is het aandeel warmte van derden (restwarmte en w/k-warmte van energiebedrijven) in het totale energiegebruik gedaald van 11,3% in 2001 naar 10,7% in 2002. Stel dat in 2002 door de sector geen gebruikgemaakt zou zijn van warmte van derden dan zou het primair brandstofverbruik circa 305 miljoen m³ hoger zijn geweest (tabel 5.1). Het effect op de energie-efficiëntie is bijna 4%-punten; ofwel 54% zonder warmte van derden tegen 50% met warmte van derden. Op de CO₂-index is effect ruim 7%-punten. Dit betekent dat de CO₂-index 102% zou bedragen, wanneer geen gebruikgemaakt zou worden van w/k-installaties van energiebedrijven.

Door w/k-installaties van tuinders in te zetten voor de elektriciteitsvoorziening op belichende bedrijven is een primair brandstofverbruik van circa 240 miljoen m³ a.e. vermeden. Het effect op de energie-efficiëntie is 3%-punten en bijna 6%-punten op de CO₂-index.

Tabel 5.1 *Belangrijkste kengetallen restwarmteprojecten, w/k-installaties van energiebedrijven en w/k-installaties van tuinders in 2002*

	Totaal elektrisch vermogen (MWe)	Primair brandstofbesparing (10 ⁶ m ³ a.e.)	Effect op energie-efficiëntie a) (%)	Effect op CO ₂ -index (%)
Restwarmte	-	100	1,25	2,25
W/k-installaties van energiebedrijven	534 b)	205	2,50	4,75
W/k-installaties van tuinders	700 c)	240	3,00	5,75

a) afronding op 0,25%-punten; b) bron: Cogen; c) schatting.
Bron: LEI.

Circa 19% van het totaal aantal glastuinbouwbedrijven nam eind 2002 restwarmte of w/k-warmte van energiebedrijven af. De laatste jaren is de toename van het aandeel bedrijven met warmte van derden minder sterk dan begin jaren negentig. Sterker nog in 2002 is het aantal bedrijven met een restwarmteaansluiting zelfs met 10% gedaald (paragraaf 5.3).

In 2002 is het opgesteld elektrisch vermogen van w/k-installaties van energiebedrijven met 41 MWe gedaald tot 493 MWe per 1 januari 2003. Deze daling van het opgesteld elektrisch vermogen van w/k-installaties van energiebedrijven en de daling van het aantal glastuinbouwbedrijven met een restwarmteaansluiting is het gevolg van de liberalisering van de energiemarkt, waardoor het economisch rendement van deze projecten onder druk staat. Het totaal opgesteld elektrisch vermogen van w/k-installaties van tuinders is daarentegen gestegen. Naar schatting stond per 1 januari 2002 700 MWe opgesteld in eigen beheer.

Per 1 januari 2003 bedroeg het aantal energieclusterprojecten met een w/k-installatie aan de basis naar schatting 23 met een totale omvang van 180 ha. In de periode 2001-2003 is het aantal clusterprojecten met een facilitair bedrijf meer dan verviervoudigd; van 2 naar 9 clusters. Bij de twee andere clustertypen is het aantal clusters nauwelijks gewijzigd. Per saldo is het aantal clusterprojecten toegenomen van 17 naar 23 (paragraaf 5.6).

5.3 Restwarmteprojecten

Aantal bedrijven en areaal

In 2002 waren 303 glastuinbouwbedrijven aangesloten op een restwarmteproject (tabel 5.2). Dit zijn er 10% minder dan in 2001. Deze daling kan (bijna) volledig worden toegeschreven aan de liberalisering van de energiemarkt en parallel daaraan de invoering van nieuwe tariefstructuren voor elektriciteit en aardgas. Voor vrije afnemers is het gebruik van restwarmte veelal niet langer bedrijfseconomisch rendabel, omdat restwarmte meestal ingezet wordt om in de basislast van de warmtevraag te voorzien en dit resulteert in een gemiddeld hoge gasprijs voor het piekgas.

Tabel 5.2 Ontwikkeling van het aantal glastuinbouwbedrijven met restwarmte per begin 1991-2002v

	1991	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002v
Restwarmte (bedrijven)	±88	94	93	330	338	335	345	337	303

v = voorlopig.

Bron: restwarmteleveranciers.

Doordat het aantal bedrijven met een restwarmteaansluiting gedaald is ook het totale areaal restwarmte afgenomen van 610 ha in 2001 tot 555 ha (afgerond) begin 2002 (tabel 5.3). Van het areaal restwarmte in de B-driekhoek is ruim 40 ha afschakelbaar. Afschakelbaar wil zeggen dat er sprake kan zijn van een tijdelijke afschakeling van het restwarmteproject en er dus tijdelijk geen restwarmte geleverd wordt.

Tabel 5.3 Aantal bedrijven, areaal, gemiddeld warmteleverend vermogen en gemiddelde dekkingsgraad bij de zes restwarmteprojecten in de glastuinbouw in 2002

Restwarmteproject	Aantal bedrijven	Areaal (ha)	Warmteleverend vermogen (W/m ²)	Gemiddelde dekkingsgraad (%)
B-driehoek	146 a)	313 a)	100 b)	85 a)
Erica	44 a)	80 c)	70 b)	23 a)
Klazienaveen	35 a)	50 c)	70 b)	25 a)
Plukmadese polder	30 a)	60 c)	d)	80 c)
Overig West-Brabant	25 a)	25 c)	d)	30 c)
Asten e.o.	23 a)	25 c)	d)	30 c)

Bron: a) restwarmteleveranciers; b) Van der Velden et al., 1996; c) schatting; d) onbekend.

Gemiddelde dekkingsgraden

In 2002 werd ruim 13% minder restwarmte (gecorrigeerd voor temperatuur) afgenomen dan in 2001. Ten opzichte van het gemiddelde van de periode 1998-2000 is dit zelfs 20% lager. Opvallend zijn de verschillen tussen de restwarmteprojecten. Bij de restwarmteprojecten in Noord-Brabant is het aantal restwarmteaansluitingen in totaal met 23 gedaald en is in totaal ongeveer 25% minder restwarmte (gecorrigeerd voor temperatuur) geleverd. Ook bij de projecten in Drenthe is het aantal bedrijven met een restwarmteaansluitingen gedaald (15). In 2002 is, nadat de geleverde hoeveelheid restwarmte in 2001 al gehalveerd was ten opzichte van 2000, nog minder restwarmte geleverd. In 2002 halveerde bijna opnieuw de geleverde hoeveelheid restwarmte bij het restwarmteproject in Erica. De gemiddelde dekkingsgraden voor de projecten zijn hierdoor in vergelijking met eind jaren negentigen laag. In 2002 bedroeg de gemiddelde dekkingsgraad in Erica 23% en 25% in Klazienaveen (tabel 5.3). Deze daling in de restwarmtelevering en de lage dekkingsgraden zijn het gevolg van de gewijzigde bedrijfsvoering van de STEG's als reactie op de liberalisering van de energiemarkt. De STEG's draaien met ingang van 1 januari 2001 alleen op de werkdagen van 7.00 tot 23.00 uur vollast, terwijl in de overige uren op werkdagen in minimumlast wordt gedraaid en gedurende de weekenden (vrijdagavond 23.00 uur tot maandagmorgen 7.00 uur) de STEG's stil staan.

Bij het restwarmteproject in de B-driehoek is daarentegen het aantal bedrijven met een restwarmteaansluiting nagenoeg gelijkgebleven. Ook in de B-driehoek is minder restwarmte geleverd dan in 2001, maar de afname is in vergelijking met de andere projecten beperkt. Dat bij het restwarmteproject in de B-driehoek de restwarmtelevering minder sterk is gedaald dan bij de andere restwarmteprojecten, hangt grotendeels samen met de aparte financiële afspraken die gemaakt zijn met een aantal vrije tuinders, waardoor het ook voor deze groep tuinders financieel aantrekkelijk bleef om restwarmte af te nemen. Gemiddeld werd bij het project in de B-driehoek een dekkingsgraad van 85% gehaald. Deze hoge, gemiddelde dekkingsgraad kan gerealiseerd worden doordat naast restwarmte ook rookgas-CO₂ wordt geleverd en het gemiddeld warmteleverend vermogen relatief hoog is.

5.4 W/k-installaties van energiebedrijven

Totaal elektrisch vermogen

Diverse energiebedrijven hebben in de jaren negentig w/k-installaties geplaatst op niet-belichtende glastuinbouwbedrijven, waarbij de warmte wordt geleverd aan de tuinder en de elektriciteit wordt afgezet via het openbare elektriciteitsnet.

In 2002 is het opgesteld elektrisch vermogen van w/k-installaties van energiebedrijven met 41 MWe gedaald tot 493 MWe per 1 januari 2003 (tabel 5.4). Deze daling van het opgesteld elektrisch vermogen hangt nauw samen met de liberalisering van de energiemarkt en parallel daaraan de invoering van nieuwe tariefstructuren voor elektriciteit en aardgas, waardoor het economisch rendement van w/k-projecten onder druk staat. Daarom zijn door de energiebedrijven met name kleine, oude w/k-installaties met een vermogen kleiner dan 300 kWe uit bedrijf genomen. Alleen het w/k-park van Delta Zeeland is in 2002 gegroeid. Deze groei is het gevolg van uitbreiding van areaal glastuinbouw in Zeeland. Bij alle overige energiebedrijven is er per saldo gesaneerd. In 2003 zal deze sanering naar verwachting verder doorzetten. Energiebedrijf NUON heeft al te kennen gegeven begin 2003 nog circa 28 MWe te saneren (Cogen Projects, 2003).

Tabel 5.4 *Ontwikkeling van het totaal elektrisch vermogen van w/k-installaties van energiebedrijven op glastuinbouwbedrijven per 1 januari 1991-2003*

	1991	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003v
W/k-vermogen (MWe)	41	301	374	433	492	526	515	532	534	493

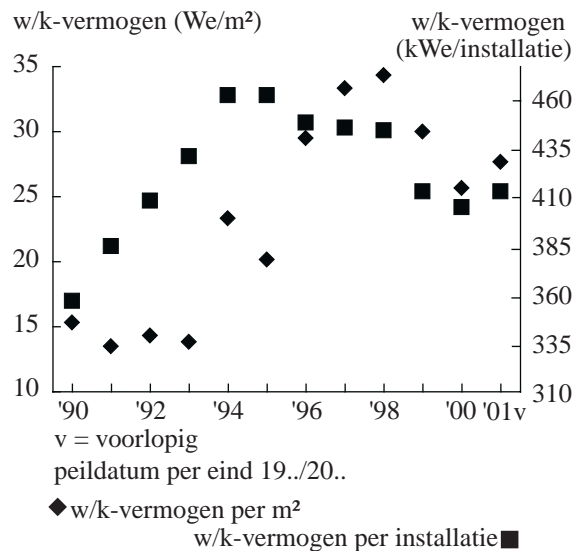
v = voorlopig.

Bron: LEI (1991), PW/K en COGEN-Projects (1995 t/m 2003).

Gemiddeld w/k-vermogen per installatie en per m²

Het gemiddeld elektrisch vermogen per w/k-installatie daalt de laatste jaren (figuur 5.1). Ten opzichte van de ondergrens van 1 MWe per w/k-installatie, die de laatste jaren door enkele energiebedrijven gehanteerd wordt bij nieuwe w/k-projecten, is dit vrij laag. Dit verschil kan verklaard worden door het feit dat kleine w/k-installaties (300 tot 350 kWe) zwaar vertegenwoordigd zijn in het Informatienet, de steekproef van het LEI.

Opvallend in figuur 5.1 is ook de daling van het gemiddeld elektrisch vermogen per m² vanaf eind 1998 op de steekproefbedrijven. Deze daling van het gemiddeld elektrisch vermogen per m² kan bijna volledig verklaard worden door areaaluitbreiding op bestaande bedrijven, waarbij het totaal w/k-vermogen op deze bedrijven gelijk bleef. Voor de meeste energiebedrijven is uitbreiding van het opgesteld w/k-vermogen met een (kleine) extra w/k-installatie in dergelijke situaties vaak bedrijfseconomisch gezien onaantrekkelijk.



Figuur 5.1 Gemiddeld elektrisch vermogen per m² en per installatie van w/k-installaties van het energiebedrijf
Bron: Informatienet LEI.

Areaal

Het areaal glastuinbouw dat mede met w/k-warmte van energiebedrijven verwarmd wordt, is geschat op basis van het totaal gemiddeld opgesteld elektrisch vermogen en het gemiddeld geïnstalleerd vermogen per m². Het gemiddeld opgesteld elektrisch vermogen in 2002 was 514 MWe ((534+493/2)). Uitgaande van een gemiddelde elektrisch vermogen per m² van 25 kWe per m² bedroeg het areaal glastuinbouw met een w/k-installatie van het energiebedrijf in 2002 2.050 ha. Ten opzichte van de schatting van het areaal glastuinbouw met een w/k-installatie van het energiebedrijf in 2001 is dit een forse stijging. Deze stijging kan volledig worden toegeschreven aan de hiervoor al genoemde areaalsuitbreiding op bestaande bedrijven (het totaal opgesteld elektrisch vermogen daalde immers in 2002). Doordat een groter areaal verwarmd is met een kleiner w/k-vermogen is de gemiddelde dekkingsgraad gedaald.

Draaiuren

Door de energiebedrijven is eveneens als reactie op de liberalisering en de nieuwe tariefstructuren voor aardgas en elektriciteit de bedrijfsvoering van w/k-installaties gewijzigd. Maximalisatie van het aantal draaiuren is niet langer meer het uitgangspunt, maar het realiseren van draaiuren op momenten dat de elektriciteit het meest waard is cq kan concurreren met andere vormen van elektriciteitsproductie. In de praktijk is dit hoofdzakelijk tijdens werkdagen overdag. In 2002 bedroeg het gemiddeld aantal equivalente vollastdraaiuren per w/k-installatie 3.100 uur. Dit is gemiddeld 100 uur lager dan in 2001 en 700 uur lager dan in 1997.

In 2002 is, doordat zowel het gemiddeld opgesteld w/k-vermogen als het aantal equivalente vollastdraaiuren per w/k-installatie lager was dan in 2001, door de glastuinbouwsector 3,5% minder w/k-warmte van energiebedrijven (gecorrigeerd voor temperatuur) afgenomen dan in 2001.

5.5 W/k-installaties van tuinders

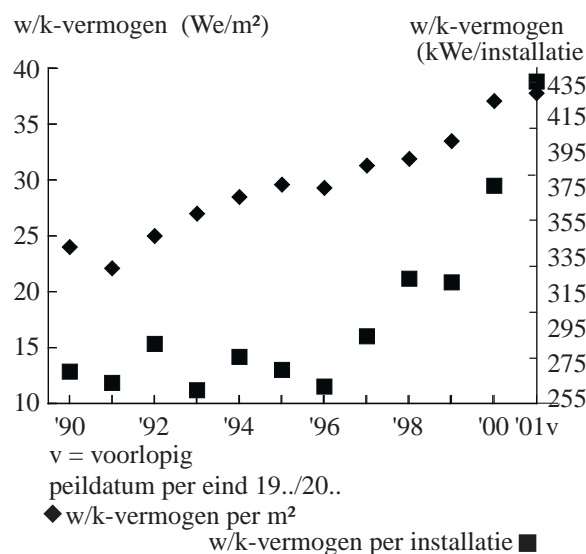
In de glastuinbouw komen naast de w/k-installaties van energiebedrijven ook een groot aantal w/k-installaties in eigen beheer voor. W/k-installaties in eigen beheer komen voornamelijk voor op belichtende bedrijven en zijn daarom veelal gedimensioneerd op de elektriciteitsvraag van het bedrijf en niet op de warmtevraag.

Totaal elektrisch vermogen en areaal

Exacte cijfers van het totaal opgesteld elektrisch vermogen van w/k-installaties van tuinders, het aantal bedrijven en het areaal glas zijn niet bekend¹. Op basis van voorlopige cijfers uit het Informatienet van het LEI met betrekking tot het areaal belichting en het gemiddeld lampvermogen wordt het totaal elektrisch vermogen per 1 januari 2002 geschat op 700 MWe. Dit betekent een stijging van 60 MWe ten opzichte van 1 januari 2001². Op basis van het hierboven geschatte gemiddeld opgesteld w/k-vermogen in eigen beheer, het gemiddelde elektrisch vermogen per m² is het areaal met een w/k-installatie in eigen beheer geschat op 1.850 ha. Dit is inclusief het areaal opkweek met eigen w/k-installatie.

Gemiddeld w/k-vermogen per installatie en per m²

In figuur 5.2 is de ontwikkeling in het gemiddeld elektrisch vermogen per w/k-installatie en het gemiddeld elektrisch vermogen per m² weergegeven. Het gemiddeld elektrisch vermogen per m² meter laat al jaren een gestage groei zien. De laatste drie jaren is het w/k-vermogen per installatie relatief fors gestegen in vergelijking met voorgaande jaren.



Figuur 5.2 Gemiddeld elektrisch vermogen per m² en per installatie van w/k-installaties van tuinders
Bron: Informatienet LEI.

¹ CBS is ism VROM, Gasunie, Novem en Cogen een inventarisatie w/k-gasmotoren gestart. De resultaten waren op moment van publicatie van dit rapport nog niet beschikbaar.

² De schatting die vorig jaar gepubliceerd is voor 2001, was gebaseerd op basis van voorlopige cijfers uit het Informatienet (Van der Knijff et al., 2002).

5.6 W/k-installaties in clusterprojecten

Energieclusterprojecten dragen bij aan het verlagen van het primair brandstofverbruik en het reduceren van de CO₂ uitstoot door de sector. De in de praktijk voorkomende 'fysieke' energieclusterprojecten met een w/k-installatie aan de basis zijn te herleiden tot de volgende drie clustertypen¹:

1. warmlevering met een w/k-installatie door een belichtend bedrijf aan een niet-belichtend bedrijf (clustertype 1);
2. elektriciteitslevering met een w/k-installatie door een niet-belichtend bedrijf aan een belichtend bedrijf (clustertype 2);
3. warmte-, elektriciteit en CO₂-levering met een w/k-installatie door een facilitair bedrijf (gezamenlijk ketelhuis) aan een belichtend en een niet-belichtend bedrijf (clustertype 3).

De w/k-installaties in de clusterprojecten zijn het eigendom van één of meerdere tuinders of worden in enkele gevallen geleased van het energiebedrijf.

Aantal energieclusterprojecten

In het kader van deze studie is het aantal energieclusterprojecten per 1 januari 2003 geïnventariseerd. In feite betreft het een up-date van een eerdere inventarisatie (Van der Knijff et al, 2001). Via literatuurstudie en interviews met belanghebbende in de sector is tot een schatting van het aantal clusterprojecten per 1 januari 2003 gekomen². Het aantal clusterprojecten met een facilitair bedrijf is meer dan verviervoudigd; van 2 naar 9 clusters (tabel 5.5). Bij de twee andere clustertypen is het aantal clusters nauwelijks gewijzigd. Per saldo is het aantal clusterprojecten tussen 2000 en 2003 in totaliteit toegenomen van 17 naar 23.

In 2003 is ook per clusterproject het aantal hectares in totaliteit als per gewas geïnventariseerd. In totaal maakt dus minimaal 180 hectare glastuinbouw deel uit van een energieclusterproject. Omgerekend is dit nog geen 2% van het totale areaal glastuinbouw.

¹ In het kader van deze verkenning zijn de interne clusters uitgesloten. Een interne cluster is een 'fysieke' cluster tussen twee of meerdere bedrijven van één eigenaar. Administratieve clusterprojecten zijn eveneens uitgesloten.

² Aangezien het een globale inventarisatie betreft wordt niet uitgesloten dat er in de praktijk meer clusterprojecten voorkomen dan de hier vermelde aantallen. Dit geldt zowel voor 2000 als 2003.

Tabel 5.5 Aantal energieclusterprojecten per clustertypen per 1 januari 2000 en 2003 en de oppervlakten per clustertype in 2003

Omschrijving clustervorm	Aantal clusters 2000	Aantal clusters 2003	Totale oppervlakte 2003 (ha)
1. warmtelevering met w/k installatie	12	13	56
2. elektriciteitslevering met w/k-installatie			
- Direct (via eigen kabel)	1	1	7
- Indirect (via het openbare net)	2	0	-
3. Warmte, elektriciteit en CO ₂ -levering met een w/k-installatie door een facilitair bedrijf.	2	9	117
<i>Totaal</i>	<i>17</i>	<i>23</i>	<i>180</i>

Bron: LEI.

Verschillen tussen clustertypen

Clustertype 1 en 2 komen veelal voort uit clustering van bestaande bedrijven met een warmte- of een elektriciteitsoverschot. Het aantal deelnemers per cluster is dan ook gemiddeld twee (tabel 5.6). Clustertype 3 betreft meestal nieuwbouw. Dit clustertype met een gezamenlijk ketelhuis is voornamelijk erop gericht om schaalvoordelen te behalen bij de inkoop van energie plus het op elkaar afstemmen van de energievraag en de energievoorziening om zodoende warmteoverschotten te voorkomen. Dit verklaart mede waarom dit type zowel qua aantal deelnemers als qua oppervlakte gemiddeld groter is dan clustertype 1 en 2.

Tabel 5.6 Belangrijkste kengetallen energieclusterprojecten in 2003

Omschrijving clustervorm	Gemiddelde Bedrijfsomvang (ha)	Gemiddeld aantal deelnemers per cluster	Gewassen per cluster	Totale oppervlakte per gewas (ha)
1. warmtelevering met w/k installatie	2,1	2,1	Rozen	25
			Groenten	3
			Bloemen overig	10
			Potplanten	17
			Overig	1
2. elektriciteitslevering met w/k-installatie Direct (via eigen kabel)	3,6	2,0	Rozen	2
			Overig	5
3. Warmte, elektriciteit en CO ₂ -levering met een w/k-installatie via een facilitair bedrijf.	3,7	3,6	Rozen	18
			Tomaat	34
			Paprika	23
			Komkommer	7
			Potplanten	21
			Bloemen overig	11
			Overig	3

Bron: LEI.

Effect liberalisering energiemarkt

Het effect van de liberalisering van de energiemarkten en parallel daaraan de invoering van de nieuwe tariefstructuren voor elektriciteit en aardgas is per clustertype verschillend. Voor de bedrijven uit clustertype 2 is het effect van de liberalisering gelijk aan de situatie zonder clustering. Dit geldt eveneens voor het warmteleverende bedrijf in clustertype 1. Voor het warmteafnemende bedrijf in clustertype 1 pakt de liberalisering daarentegen extra negatief uit. Door warmte in te kopen die wordt ingezet om in de basislast te voorzien, wordt er minder gas afgenomen en wordt bovendien het toch al ongelijkmatige afnamepatroon van een glastuinbouwbedrijf nog ongelijkmatiger, waardoor de 'dure' pieken als het ware versterkt worden (Van der Knijff et al, 2001). Dit betekent niet dat er geen toekomstperspectief is voor clustertype 1. Door volledige warmtelevering *met leveringsgarantie* kunnen de 'dure' pieken voorkomen worden. Clustertype 3 kan over het algemeen het beste anticiperen op de liberalisering van de energiemarkt. De gevolgen van de liberalisering van de energiemarkt zijn voor de deelnemende bedrijven gelijk aan de situatie zonder clustering of pakken minder ongunstig uit (Van der Knijff et al, 2001).

Toekomstperspectief

Uit de inventarisatie blijkt dat bij elk clusterproject minstens één belichtend en één niet-belichtend bedrijf betrokken is. Aangezien het aantal belichtende bedrijven beduidend lager is dan het aantal niet-belichtende bedrijven is dit dus een beperkende factor. Echter als gevolg

van intensivering van het teeltproces zal de komende jaren het aantal belichtende bedrijven naar verwachting stijgen. Een groot aantal van deze belichtende bedrijven met een eigen w/k-installatie zullen te kampen krijgen met een warmteoverschot. Clustering met een niet-belichtend bedrijf kan in zo'n situatie een oplossing zijn. Daarom zal naar verwachting het aantal clusterprojecten in de toekomst stijgen. Met name het aantal clusters van type 3 zal naar verwachting stijgen omdat dit type bovendien het beste kan anticiperen op de liberalisering van de energiemarkt.

6. Conclusies

In dit hoofdstuk zijn puntsgewijs de belangrijkste conclusies uit deze monitoringsrapportage weergegeven.

Energie-efficiëntie en CO₂-emissie

- Voor 2002 is de energie-efficiëntie geraamd op 50% ten opzichte van het basisjaar 1980. Dit is een verbetering van 2%-punten ten opzichte van 2001.
- De CO₂-emissie is in 2002 geraamd op 7,14 miljoen ton. De CO₂-index komt hiermee uit op 95% (raming); 1%-punt lager dan in 2001 en 5%-punten lager dan in het referentiejaar in 1990.
- Het primair brandstofverbruik per m² daalde in 2002 met bijna 2%. Het primair brandstofverbruik per m² daalde minder sterk dan het energiegebruik per m² vóór omrekening naar primair brandstofverbruik (-2,5%), omdat het aandeel elektriciteit in het totale energiegebruik licht toe nam en het aandeel warmte van derden daalde.
- Het jaar 2002 was een relatief lichtrijke jaar; gemiddeld was het bijna 1% lichter dan het eveneens relatief lichtrijke 2001. Dit had een positief effect op de fysieke productie. De fysieke productie per m² steeg in 2002 gemiddeld met 1,5%.
- De laatste jaren is er op sectorniveau sprake van een zogenaamde 'ontkoppeling' tussen de fysieke productie per m² en het primair brandstofverbruik per m²; het primair brandstofverbruik per m² neemt af en de fysieke productie per m² neemt toe.

Energiebesparende opties en energievragende activiteiten

- De energiebesparende opties met de hoogste penetratiegraden per eind 2002 zijn: klimaatcomputer (98%), beweegbaar scherm (81%) en condensor (76%).
- De penetratiegraden van de meeste opties zijn gemiddeld vanaf 1991 met 1 à 2 % toegenomen.
- In 2002 is ten opzichte van 1992 het totale vermeden energiegebruik door het gebruik van energiebesparende opties opgelopen tot 277 miljoen m³ a.e..
- Per eind 2002 wordt op 87% van de bedrijven CO₂ gedoseerd. Circa 63% van de bedrijven doet dit ook in perioden als er geen warmtevraag is, waarbij een deel van de bedrijven gebruikmaakt van warmteopslag.
- Per eind 2001 wordt door circa 22% van het glastuinbouw-areaal belichting toegepast. Het gemiddelde lampvermogen is 39 W/m².

Warmte van derden en w/k-installaties van tuinders

- In 2002 is door de sector door gebruik te maken van restwarmte en w/k-installaties van energiebedrijven in totaal circa 305 miljoen m³ a.e. bespaard. Dit is een vermeden primair brandstofverbruik van ruim 7,5%.
- Het aandeel warmte van derden (restwarmte en w/k-warmte van energiebedrijven) in het totaal energiegebruik daalde van 11,3% in 2001 naar 10,7% in 2002.

- Per 1 januari 2002 is het aantal glastuinbouwbedrijven aangesloten op een restwarmte-project met 10% gedaald, ten opzichte van het jaar daarvoor, tot 303. In 2002 werd ruim 13% minder restwarmte (gecorrigeerd voor temperatuur) afgenomen dan in 2001. Deze daling van het aantal bedrijven en de daling van de afgenomen hoeveelheid restwarmte kan (bijna) volledig worden toegeschreven aan de liberalisering van de energiemarkt en parallel daaraan de invoering van nieuwe tariefstructuren voor elektriciteit en aardgas.
- In 2002 is het opgesteld elektrisch vermogen van w/k-installaties van energiebedrijven met 41 MWe gedaald tot 493 MWe per 1 januari 2003. Deze daling van het opgesteld elektrisch vermogen van w/k-installaties van energiebedrijven is het gevolg van de liberalisering van de energiemarkt, waardoor het economisch rendement van deze projecten onder druk staat.
- Door w/k-installaties van tuinders in te zetten voor de elektriciteitsvoorziening op belichende bedrijven is in 2002 een primair brandstofverbruik van circa 240 miljoen m³ a.e. vermeden.
- Het totaal opgesteld elektrisch vermogen van w/k-installaties van tuinders is gestegen. Naar schatting stond per 1 januari 2002 700 MWe opgesteld in eigen beheer.

Energieclustering

- Per 1 januari 2003 bedroeg het aantal energieclusterprojecten met een w/k-installatie aan de basis naar schatting 23 met een totale omvang van 180 ha.
- Het aantal clusterprojecten met een facilitair bedrijf is in de periode 2000-2003 meer dan verviervoudigd; van 2 naar 9 clusters. Bij de twee andere clustertypen (warmtelevering respectievelijk elektriciteitlevering met een w/k-installatie) is het aantal clusterprojecten nauwelijks gewijzigd.
- Het effect van de liberalisering van de energiemarkten en parallel daaraan de invoering van de nieuwe tariefstructuren voor elektriciteit en aardgas is per clustertype verschillend. Clustertype 3 (warmte-, elektriciteit- en CO₂-levering via een facilitair bedrijf) kan over het algemeen het beste anticiperen op de liberalisering van de energiemarkt. De gevolgen van de liberalisering van de energiemarkt zijn voor de deelnemende bedrijven gelijk als in de situatie zonder clustering of zelfs minder ongunstig.

Literatuur

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

Cogen Projects. *Voortgangsrapportage warmte/kracht in de glastuinbouw (eerste kwartaal 2003)*. Driebergen, maart 2003.

Convenant Glastuinbouw en Milieu, Den Haag, 1997.

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

Knijff, A. van der, H.F. de Zwart, N.J.A. van der Velden en R. Bakker. *Energieclustering in de glastuinbouw; een verkenning*. Rapport 3.01.04., LEI, Den Haag, 2001.

Knijff, A., van der, J. Benninga, J.K. Nienhuis en N.J.A. van der Velden. *Energie in de glastuinbouw van Nederland; ontwikkelingen in de sector en op de bedrijven t/m 2001*. Rapport 3.02.05, LEI, Den Haag, 2002.

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.

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.

Ravensbergen, P., J. Benninga en C.J.M. Vernooij. *Op zoek naar de grens; een analyse van het gasverbruik per uur op vruchtgroente- en rozenbedrijven gemeten in koude periode*. Rapport 2.02.14, LEI, Den Haag, 2002.

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

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

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

Velden, N.J.A. van der, A.P. Verhaegh, R. Bakker en A. van der Knijff, *Liberalisering aardgasmarkt; verkenning glastuinbouw*. Rapport 1.99.07, LEI, Den Haag, 1999.

Velden, N.J.A. van der, J. Benninga, J.K. Nienhuis, *Anticipatiemogelijkheden glastuinbouw liberalisering aardgasmarkt, Tussenrapportage vruchtgroente*, Rapport 2.01.12. LEI, Den Haag 2001.

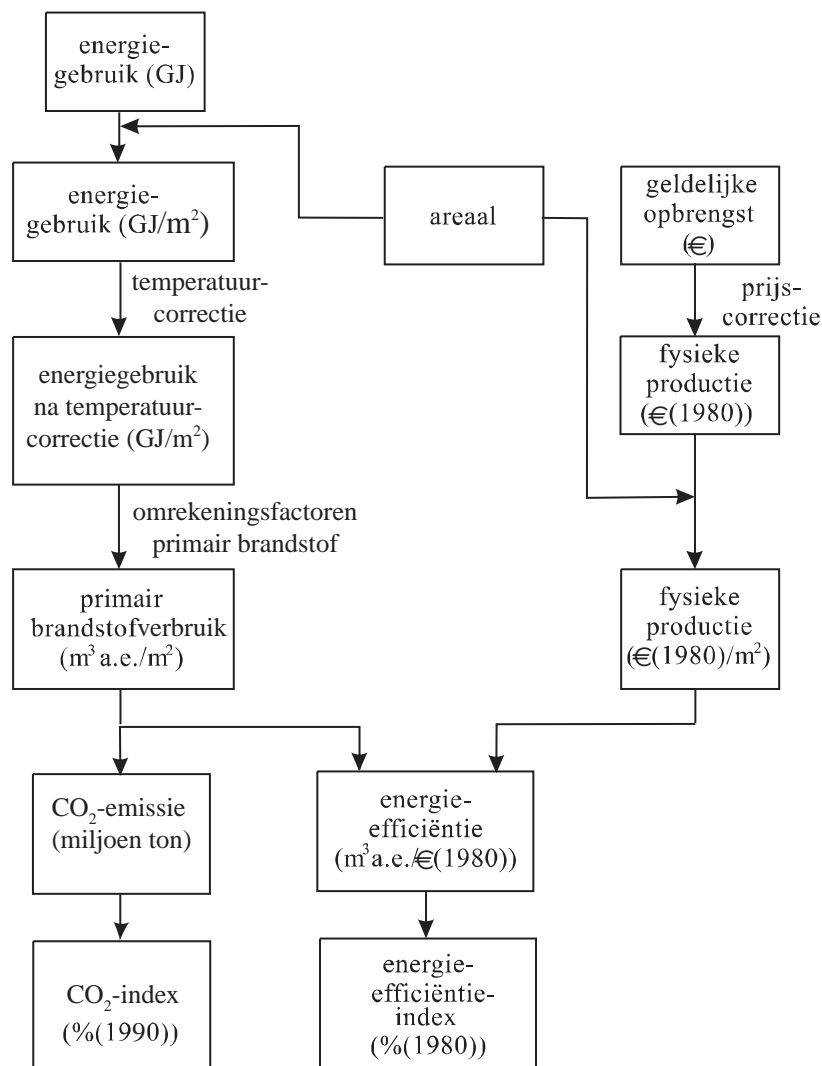
Verhoeven, A.T.M., F.L.K. Kempkes en N.J.A. van der Velden, *Warmte/kracht-installaties in de glastuinbouw; gebruiksrendementen en dekkingsgraden*. Publikatie 4.137. LEI-DLO, Den Haag, 1995.

Vrolijk, H.C.J., G. Cotteleer, J.P.M van Dijk, K. Lodder. *De steekproef voor het Bedrijven-Informatienet van het LEI; bedrijfskeuze 2001, selectieplan 2002 en evaluatie 1999*. Rapport 1.02.04, LEI, Den Haag, 2002.

Zwart, H.F. de, G.L.A.M. Swinkels, C.J.M. Vernooij. *Praktijkevaluatie van het gebruik van warmtebuffers in de tomaten- en paprikateelt*. IMAG Nota P99-99, IMAG, Wageningen, 1999.

Bijlage 1 Uitgebreide methodiekbeschrijving bepaling energie-efficiëntie en CO₂-emissie

In hoofdstuk 2 is op beknopte wijze de methodiek voor het bepalen van de energie-efficiëntie en CO₂-emissie van de glastuinbouw beschreven. In deze bijlage wordt aan de hand van figuur B1.1 de methodiek nader toegelicht en wordt vermeld van welke informatiebronnen gebruik is gemaakt.



Figuur B1.1 Schematisch weergave van bepaling energie-efficiëntie en CO₂-emissie voor de glastuinbouw
Bron: LEI.

Areaal

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

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

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

Energiegebruik

Het energiegebruik van de glastuinbouw is het totale directe energiegebruik van de verschillende energiesoorten, zoals aardgas, olie, elektriciteit, restwarmte en w/k-warmte, bij elkaar opgeteld in Joules. Voor de brandstoffen wordt hierbij uitgegaan van de onderste verbrandingswaarde.

Het indirecte energiegebruik voor bijvoorbeeld de fabricage van toeleveringsproducten en het brandstofverbruik voor extern transport worden buiten beschouwing gelaten. Ook het energiegebruik van de opkweekbedrijven wordt buiten beschouwing gelaten, omdat dit gezien wordt als toelevering.

Het totale gasverbruik wordt bepaald op basis van gegevens van diverse bronnen. Het gasverbruik van de beschermde afnemers is afkomstig van de verkoopstatistiek van Gasunie. Voor het bepalen van het gasverbruik van de vrije afnemers zijn gasverkopen verzameld bij de zes grootste gasleveranciers aan de glastuinbouw. Daarnaast is door het LEI een schatting gemaakt van de gasverkopen aan de vrije afnemers door de kleinere gasleveranciers. Dit betreft naar schatting nog geen 5% van het totale gasverbruik door de tuinbouw. Het totale gasverbruik (m^3 a.e) wordt 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.

Het totale olieverbbruik (m^3 a.e) wordt overgenomen uit de sectorrekening glastuinbouw van het LEI, welke gebaseerd is op het Informatienet (bijlage 2).

Jaarlijks wordt van de restwarmteleveranciers de totale geleverde hoeveelheid restwarmte (GJ) aan de glastuinbouw ontvangen. Deze hoeveelheid restwarmte wordt vervolgens gecorrigeerd voor het gebruik door opkweekbedrijven.

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 onderzoek naar de technische prestaties van w/k-installaties (Verhoeven et al., 1995). 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 boven 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 elektriciteitsintensiteit (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 (lokatie Den Bilt). De correctie van de elektriciteitsintensiteit vindt plaats op basis van de relatie tussen de elektriciteitsintensiteit en de brandstofintensiteit, omdat de buitentemperatuur indirect van invloed is op het elektriciteitsgebruik. Voor de correctiefactoren wordt verwezen naar Van der Velden et al. (1993).

Primair brandstofverbruik

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

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

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

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
1991	40,1	4,4	41,7	38,4	25,5	5,0	33,0	53,0
1992	40,3	4,4	41,6	38,3	25,0	5,0	33,0	53,0
1993	40,0	4,4	41,6	38,3	24,8	5,0	33,0	53,0
1994	40,6	4,4	41,6	38,3	24,8	5,0	33,5	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
2002r	42,9	4,4	48,2	43,5	34,4	5,0	35,5	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: t/m 1999 SEP, 2000 en 2001 CBS, 2002 raming; 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 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 primair brandstofverbruik voor de productie van w/k-warmte is dus de som van de geleverde hoeveelheid w/k-warmte vermenigvuldigd met de omrekeningsfactor voor w/k-warmte. In tabel B1.2 is de gemiddelde omrekeningsfactor van w/k-warmte vermeld.

Voor elektriciteit kan eveneens met behulp van een omrekeningsfactor het primair brandstofverbruik bepaald worden dat nodig is voor de productie van elektriciteit. De omre-

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

Tabel B1.2 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
1991	0,297	10,67	8,30
1992	0,295	10,71	8,54
1993	0,298	10,74	7,39
1994	0,293	10,74	7,39
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
2002r	0,277	9,44	8,01

r = raming.

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

Bron: LEI.

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 2002 is de omrekeningsfactor voor elektriciteit 0,277 m³ a.e. per kWh (tabel B1.2). In 1 m³ aardgas zit 8,79 kWh aan energie (onderste verbrandingswaarde) en omgerekend in 0,277 m³ zit dus 2,43 kWh. Voor één eenheid elektriciteit is in 2002 dus circa 243% aan primair brandstof nodig.

De omrekeningsfactor van restwarmte is in 2002 9,44 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, 29 tot 34 m³ aardgas nodig (bijlage 3 en Nawrocki et al., 1991). Het primair brandstofverbruik van restwarmte bedraagt daarmee 28 tot 33% van de benodigde brandstof in de ketel. Per geleverde eenheid restwarmte komt dit overeen met een vermeden primair brandstofverbruik 67 tot 72%. Voor w/k-warmte kan een soortgelijke berekening gemaakt worden. Uitgaande van de omrekeningsfactor van primair brandstof van w/k-warmte van 8,01 m³ a.e. per GJ, is in 2002 per geleverde eenheid w/k-warmte 72 tot 76% primair brandstof bespaard (vermeden). In bijlage 3 is de berekening van de primair brandstofbesparing door de sector met warmte van derden in 2002 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 (opbrengstprijz * opbrengsthoeveelheid). De geldelijke opbrengsten van glastuinbouwproducten verschillen van jaar tot jaar. Dit verschil bestaat uit een opbrengsthoeveelheid- en een opbrengstprijzcomponent. Door de geldelijke opbrengsten te corrigeren voor de opbrengstprijzmutatie van de voortgebrachte producten kan de fysieke productie (uitgedrukt in euro's van 1980) bepaald worden. De fysieke productie wordt niet gecorrigeerd voor instraling (licht).

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

De opbrengstprijzmutaties voor glassnijbloemen en potplanten worden afgeleid uit de veilingstatistieken van de VBN. Aangezien voor glasgroenten dergelijk statistieken niet openbaar zijn, wordt een inschatting gemaakt van de opbrengstprijzmutatie. 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 ($50/(1-0,03)$).

Energie-efficiëntie

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

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

CO₂-emissie

De CO₂-emissie wordt op jaarbasis bepaald voor de totale glastuinbouw exclusief de opkweek. De CO₂-emissie wordt bepaald op basis van het primair brandstofverbruik door de sector, waarbij 1990 het referentiejaar is.

Naast de CO₂-emissie wordt er door de glastuinbouw ook CO₂ vastgelegd in het gewas. Deze vastlegging is echter van tijdelijke aard en wordt daarom buiten beschouwing gelaten. Bovendien is het aandeel beperkt.

De CO₂-emissie wordt berekend op basis van het totaal aan primair brandstofverbruik door de glastuinbouw. Bij de berekening van de CO₂-emissie wordt ervan uitgegaan dat het gebruikte pakket aan primair brandstofverbruik volledig bestaat uit aardgas. In werkelijkheid is dit voor meer dan 95% het geval. Per m³ aardgas bedraagt de emissie 1,8 kg CO₂.

Bijlage 2 Toelichting Informatienet

Het Informatienet is een aselechte steekproef van bedrijven uit de Meitelling van het CBS. De hele, kleine bedrijven (kleiner dan 16 ege¹) en de hele, grote bedrijven (groter dan 1.200 ege) zijn niet in de steekproef vertegenwoordigd (Vrolijk, 2002). In 2001 is het Informatienet representatief voor circa 66% van de ruim 10.000 bedrijven met glastuinbouw en circa 93% van het totale areaal glastuinbouw (10.150 ha) in Nederland. Hieruit kan geconcludeerd worden dat het aantal relatief kleine glastuinbouwbedrijven minder sterk vertegenwoordigd is in de steekproef.

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

¹ Europese grootte-eenheid.

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

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

Aardgasbesparing in de ketel

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

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

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

Bron: afgeleid van Nawrocki et al., 1991.

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

Bij de berekening van de aardgasbesparing in de ketel wordt in dit kader gerekend met de gemiddelde marginale aardgasbesparing die gerealiseerd kan worden met een condensor op een apart net (30,6 m³/GJ), omdat deze verreweg het meest voorkomt in de praktijk (paragraaf. 4.3). Door de sector is in 2002 door gebruik te maken van warmte van derden in totaal circa 305 miljoen m³ aardgas bespaard in de ketels op de individuele glastuinbouwbedrijven.

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

Type condensor	Marginale aardgasbesparing (m 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.

Primair brandstofverbruik voor productie restwarmte

Bij de productie van restwarmte wordt in de elektriciteitscentrale cq STEG-eenheid meer brandstof gebruikt dan wanneer enkel elektriciteit geproduceerd wordt. Dit extra brandstofverbruik wordt ook wel het primair brandstofverbruik voor restwarmte genoemd. De hoogte hiervan is afhankelijk van het elektrisch gebruiksrendement van de elektriciteitscentrale cq STEG-eenheid in de situatie zonder warmtelevering en in de situatie met warmtelevering, het thermisch gebruiksrendement en de transportverliezen (Van der Velden en Verhaegh, 1996). Het totale primair brandstofverbruik voor de productie van restwarmte is dus de som van de geleverde hoeveelheid restwarmte per project vermenigvuldigd met de omrekeningsfactor per project. Voor de zes restwarmteprojecten in de glastuinbouw zijn aparte omrekeningsfactoren bepaald. Op basis van deze omrekeningsfactoren per project en rekening houdend met de geleverde hoeveelheid restwarmte per project is een gemiddelde omrekeningsfactor voor restwarmte (9,44 m³ a.e. per GJ) berekend (bijlage 2). In 2002 is voor de productie van de 4,72 miljoen GJ geleverde hoeveelheid restwarmte aan de glastuinbouw (gecorrigeerd voor buitentemperatuur) 45 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 2002 is door de glastuinbouwsector 9,03 miljoen GJ w/k-warmte van energiebedrijven (gecorrigeerd voor buitentemperatuur) afgenomen. Dit is berekend op basis van het gemiddeld opgesteld elektrisch vermogen, het gemiddeld aantal draaiuren, het gemiddeld elektrisch en thermisch rendement van het w/k-park. Uitgaande van een gemiddelde omrekeningsfactor voor w/k-warmte (8,01 m³ a.e. per GJ) is het extra primair brandstofverbruik voor de productie van w/k-warmte in 2002 berekend op 72 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 cq w/k-warmte. De totale besparing met de ketels is berekend op 421 miljoen m³ a.e. Het extra brandstofverbruik voor de productie van restwarmte cq w/k-warmte is geschat op respectievelijk 45 en 72 miljoen m³ a.e. Per saldo is in 2002 door de sector circa 305 miljoen m³ a.e. bespaard. Het effect hiervan op de energie-efficiëntie en CO₂-emissie is respectievelijk bijna 4%-punten en ruim 7%-punten.

8 Bijlage 4 Achtergrondinformatie bij energie-efficiëntie en CO₂-emissie van de sector

Tabel B4.1 Areeal glastuinbouw en opkweek in Nederland per jaar over de periode 1980-2002

Subsector	1980	1985	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
Groente a) (ha)	4.574	4.371	4.225	4.308	4.396	4.540	4.352	4.261	4.116	4.071	4.166	4.165	4.059	4.138	4.168
Snijbloemen b) (ha)	3.187	3.286	3.798	3.835	3.818	3.843	3.922	3.900	3.876	3.816	3.874	3.976	3.973	3.861	3.871
Potplanten c) (ha)	766	951	1.345	1.451	1.536	1.534	1.626	1.651	1.711	1.849	1.961	2.055	2.127	2.151	2.152
Glastuinbouw (ha)	8.527	8.608	9.368	9.594	9.750	9.917	9.900	9.812	9.703	9.736	10.001	10.196	10.159	10.150	10.191
Opkweek (ha)	228	360	400	390	390	399	331	342	340	336	343	366	367	374	347

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

Tabel B4.2 Gemiddelde prijs van aardgas voor de glastuinbouw per jaar over de periode 1980-2002

	1980	1985	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002r
Nominaal															
aardgas a) (ct/m ³)	8,85	19,20	10,03	10,17	9,89	9,89	9,85	10,44	10,76	11,89	11,75	11,30	14,93	18,41	16,43
aardgas w/k b) (ct/m ³)							9,39	10,08	10,08	10,80	9,26	8,40	13,66	15,43	12,95
Koopkrachtindex c) (%)	100	85,5	82,7	80,2	77,9	76,4	74,7	73,6	72,5	71,0	69,9	68,4	66,6	63,6	61,4
Reëel															
aardgas (ct/m ³)	8,85	16,38	8,30	8,17	7,71	7,58	7,35	7,67	7,81	8,44	8,21	7,76	9,94	11,71	10,09
aardgas w/k b) (ct/m ³)							7,03	7,40	7,31	7,67	6,49	5,76	9,08	9,81	7,95

r = raming.

a) vanaf 2001 tuinbouwgasprijs beschermde afnemers; b) voor 1994 w/k-gasprijs 4^e kwartaal; c) prijspeil 1980 (exclusief BTW).

Bron: nominale aardgasprijs en w/k-gasprijs: Gasunie, koopkrachtindex: CBS

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

Energiedrager	1980	1985	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002t
Aardgas (10 ⁶ m ³)	3.265	2.700	3.623	4.136	3.981	4.190	3.960	3.910	4.346	3.655	3.673	3.556	3.441	3.302	3.137
Olie a) (10 ⁶ m ³ a.e.)	135	25	29	39	8	4	16	9	14	7	4	10	10	10	10
Restwarmte b) (10 ⁶ GJ)	0	0,1	1,1	1,2	1,3	1,3	1,3	1,3	3,6	5,0	5,6	5,5	5,4	5,2	4,3
W/k-warmte c) (10 ⁶ GJ)	0	0,1	0,7	1,3	2,3	3,8	5,2	6,9	8,1	9,2	10,1	9,5	9,5	8,9	8,3
Elektriciteit d) (10 ⁶ kWh)	370	442	677	776	879	967	1.021	896	1.036	1.108	1.221	1.286	1.384	1.437	1.492
Totaal (PJ) e)	108,9	88,0	119,8	137,5	133,0	141,3	136,0	135,4	153,4	134,1	136,4	132,5	129,1	124,0	117,6

r = raming

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

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

Tabel B4.4 Energiegebruik per m² niet gecorrigeerd voor temperatuur in de glastuinbouw per jaar over de periode 1980-2002

	1980	1985	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002r
Brandstof a) (m ³ a.e./m ²)	39,9	31,7	39,6	44,4	42,1	43,9	42,2	42,6	48,7	42,2	41,7	39,6	38,6	37,0	34,8
Elektriciteit (kWh/m ²)	4,3	5,1	7,2	8,1	9,0	9,8	10,3	9,1	10,7	11,4	12,2	12,6	13,6	14,2	14,6
Totaal (MJ/m ²)	1.278	1.022	1.279	1.433	1.364	1.425	1.374	1.379	1.581	1.377	1.364	1.299	1.271	1.222	1.154

r = raming.

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

Tabel B4.5 Aantal graaddagen en lichtsom per jaar in de periode 1980-2002

	1980	1985	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
Graaddagen a)	3.246	3.487	2.680	3.165	2.831	3.078	2.836	2.917	3.504	2.929	2.821	2.676	2.659	2.880	2.720
Lichtsom (10 ³ J/cm ²) b)	330	333	366	346	359	331	339	366	342	353	310	363	338	359	362

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

Bron: KNMI.

Tabel B4.6 Energiegebruik per m² gecorrigeerd voor temperatuur in de glastuinbouw per jaar over de periode 1980-2002

	1980	1985	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002r
Brandstof a) (m ³ a.e./m ²)	39,6	29,8	43,0	44,6	44,5	44,7	44,6	44,0	46,7	44,0	44,2	43,1	42,2	39,1	37,9
Elektriciteit (kWh/m ²)	4,3	5,0	7,5	8,1	9,2	9,8	10,5	9,3	10,5	11,5	12,4	12,8	13,9	14,3	14,9
Totaal (MJ/m ²)	1.267	961	1.388	1.440	1.441	1.450	1.450	1.439	1.516	1.434	1.443	1.409	1.384	1.289	1.254

r = raming.

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

Tabel B4.7 Primair brandstofverbruik gecorrigeerd voor temperatuur in de glastuinbouw per jaar over de periode 1980-2002

	1980	1985	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002r
Primair brandstof (10 ⁶ m ³ a.e.)	3.488	2.695	4.195	4.451	4.518	4.602	4.560	4.417	4.561	4.258	4.379	4.379	4.299	4.029	3.969
(m ³ a.e./m ²)	40,9	31,3	44,8	46,4	46,3	46,4	46,1	45,0	47,0	43,7	43,8	43,0	42,3	39,7	38,9

r = raming.

Tabel B4.8 Fysieke productie in de glastuinbouw per jaar over de periode 1980-2002

	1980	1985	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002r
Fysieke productie (€(1980)/m ²)	20,92	26,46	34,17	34,71	35,85	35,85	36,44	38,07	37,94	38,84	37,53	38,44	38,39	39,16	39,76

r = raming.

Bron: LEI-sectorrekening.

Tabel B4.9 Energie-efficiëntie gecorrigeerd voor temperatuur in de glastuinbouw per jaar over de periode 1980-2002

	1980	1985	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002r
Energie-efficiëntie (%)	100	60	67	68	66	66	65	60	63	58	60	57	56	52	50

r = raming.

Tabel B4.10 CO₂-emissie en CO₂-index gecorrigeerd voor temperatuur in de glastuinbouw per jaar over de periode 1980-2002

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

r = raming.