

Energie in de glastuinbouw van Nederland

Ontwikkelingen in de sector en op de bedrijven t/m 1998

N.J.A. van der Velden
R. Bakker
A. van der Knijff
A.P. Verhaegh



September 1999

Rapport 2.99.13

LEI, Den Haag

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

- Bedrijfsontwikkeling en omgevingsfactoren
- Emissie- en milieuproblematiek
- Concurrentiepositie en de Nederlandse agribusiness; Industrie en handel
- Economie van het landelijk gebied
- Nationale en internationale beleidsvraagstukken
- Bedrijven-Informatienet; Statistische documentatie; Periodieke rapportages

Energie in de glastuinbouw van Nederland; Ontwikkelingen in de sector en op de bedrijven t/m 1998

Van der Velden, N.J.A., R. Bakker, A. van der Knijff en A.P. Verhaegh

Den Haag, LEI, 1999

Rapport 2.99.13; ISBN 90-5242-539-6; Prijs f27,- (inclusief 6% BTW)

57 p., fig., tab., bijl.

In dit onderzoek wordt de ontwikkeling van de energie-efficiëntie, de CO₂-emissie en de penetratiegraden van energiebesparende opties in de glastuinbouw in kaart gebracht en geanalyseerd. Dit gebeurt in het kader van de MeerJarenAfspraak-Energie tussen de glastuinbouw en de overheid. Deze afspraak heeft als doel verbetering van de energie-efficiëntie met 50% over de periode 1980-2000.

In 1998 is de energie-efficiëntie met 1 procentpunt verslechterd tot een niveau van 59% ten opzichte van 1980. Het jaar 1998 is een uitzonderlijk lichtarm jaar waardoor de fysieke productie per m² is gedaald. Bij een normale lichtsom zou de fysieke productie zijn toegenomen en de energie-efficiëntie zijn verbeterd. Ook de ontkoppeling van het energiegebruik en de fysieke productie zou dan zijn voortgezet. Het aandeel warmte van derden in het totaal energiegebruik is toegenomen tot 11,5%. Bijna een derde van het glasareaal maakt gebruik van een vorm van gecombineerde productie van warmte en elektriciteit.

Er is een constante toename in het gebruik van de energiebesparende opties klimaatcomputer, rookgascondensor, warmteopslag, schermen en gevelisolatie. Hiermee wordt in 1997 2,4% energie bespaard ten opzichte van 1991. Door de toename van de energievragende activiteiten als belichting en CO₂-dosering neemt de energievraag toe; bij de teeltemperatuur wordt een dalende trend waargenomen.

Bestellingen:

Telefoon: 070-3308330

Telefax: 070-3615624

E-mail: publicatie@lei.wag-ur.nl

Informatie:

Telefoon: 070-3308330

Telefax: 070-3615624

E-mail: informatie@lei.wag-ur.nl

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 gedeponneerd bij de Kamer van Koophandel Midden-Gelderland te Arnhem.

Inhoud

	Blz.
Woord vooraf	7
Samenvatting	9
1. Inleiding	13
2. Methode	15
2.1 Energie-efficiëntie, CO ₂ -emissie en energiegebruik	15
2.2 Energiebesparende opties en energiebesparende activiteiten	16
3. Energie-efficiëntie en CO₂-emissie in de sector	17
3.1 Inleiding	17
3.2 Energie-efficiëntie	17
3.3 CO ₂ -emissie en areaal	18
3.4 Primair brandstof	19
3.4.1 Primair brandstof	19
3.4.2 Energiegebruik voor omrekening naar primair brandstof	19
3.4.3 Aandelen energiedragers	19
3.4.4 Effect warmte van derden en eigen w/k-installaties	20
3.4.5 Stomen en gietwaterontsmetting	21
3.5 Fysieke productie	21
3.6 Doelstelling 2000	22
4. Energiebesparende opties en energievragende activiteiten op de bedrijven	23
4.1 Inleiding	23
4.2 Belangrijkste ontwikkelingen	23
4.3 Penetratiegraden energiebesparende opties	23
4.4 Absolute energiebesparing	27
4.5 Energievragende activiteiten	27
4.5.1 Assimilatiebelichting	27
4.5.2 CO ₂ -doseren	28
4.5.3 Minimumbuis	29
4.5.4 Teelttemperatuur	30
5. Warmte van derden	31
5.1 Inleiding	31
5.2 Belangrijkste ontwikkelingen	31

	Blz.
5.3 Restwarmte	32
5.4 W/k-warmte van w/k-installaties van energiebedrijven	33
5.4.1 Aantal bedrijven, aantal installatie en areaal	33
5.4.2 Dekkingsgraad	35
5.5 W/k-installaties van tuinders	35
5.6 Toekomstperspectief warmte van derden en areaal w/k-tuinder	37
6. Conclusies	38
Literatuur	41
Bijlagen	
1. Nadere uitwerking van de methode	43
2. Tabellen bij hoofdstuk 3	50
3. Ontwikkeling energiegebruik stomen en gietwaterontsmetting	57

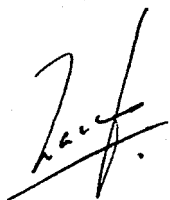
Woord vooraf

De Nederlandse glastuinbouwsector, vertegenwoordigd door het Landbouwschap en de Nederlandse overheid hebben begin 1993 een MeerJarenAfspraak-Energie ondertekend met als doelstelling een verbetering van de energie-efficiëntie met 50% in de periode 1980-2000. Door verbetering van de energie-efficiëntie wordt gestreefd een bijdrage te leveren aan de landelijke reductie van de CO₂-emissie.

Het LEI heeft van de Nederlandse onderneming voor energie en milieu (Novem) en het Productschap Tuinbouw de opdracht gekregen voor een jaarlijkse monitoring van het energiegebruik en de energiebesparende en energievragende activiteiten in de glastuinbouwsector. Dit project levert belangrijke informatie in het kader van de MeerJarenAfspraak. Het onderzoek wordt voor een belangrijk deel uitgevoerd op basis van het Bedrijven-Informatienet van het LEI.

Deze rapportage bevat de ontwikkelingen van de energie-efficiëntie en de CO₂-emissie in de sector en de achterliggende factoren van 1980 tot en met 1998, waarbij voor 1998 een raming is gemaakt. De ontwikkeling van energiebesparende en energievragende activiteiten op de bedrijven is in beeld gebracht over de periode eind 1990 - eind 1998, waarbij voor de laatste twee jaren voorlopige cijfers zijn gebruikt. Het gebruik van warmte van derden is verder in kaart gebracht. De gegevensverzameling op de bedrijven is grotendeels uitgevoerd door J.L. Qualm en A.W. van Vliet. Het onderzoek is uitgevoerd door N.J.A. van der Velden (projectleider), R. Bakker, A. van der Knijff en A.P. Verhaegh. Het onderzoek is vanuit de opdrachtgevers begeleid door P.W. Broekharst (Productschap Tuinbouw) en C.H.M.G. Custers (Novem).

De directeur,



Prof.dr.ir. L.C. Zachariasse

Samenvatting

Inleiding

In 1993 hebben de glastuinbouwsector, vertegenwoordigd door het Landbouwschap, en de overheid een MeerJarenAfspraak-Energie (MJA-E) afgesloten met als doel een verbetering van de energie-efficiëntie met 50% over de periode 1980-2000. Door verbetering van de energie-efficiëntie wordt gestreefd een bijdrage te leveren aan de landelijke doelstelling om de CO₂-uitstoot te reduceren.

Onder energie-efficiëntie wordt het primair brandstofverbruik per eenheid product verstaan. De ontwikkeling van de energie-efficiëntie wordt dus zowel bepaald door de ontwikkeling van het primair brandstofverbruik als van de fysieke productie. De CO₂-emissie daarentegen wordt alleen bepaald door het primair brandstofverbruik.

Onderzoek

In dit onderzoek worden ten eerste de ontwikkelingen van het energiegebruik, het primair brandstofverbruik, de fysieke productie, de energie-efficiëntie en de CO₂-emissie van de sector in kaart gebracht. Ten tweede worden de penetratiegraden van de verschillende energiebesparende opties op de bedrijven geanalyseerd. De energiebesparing met de opties wordt gekwantificeerd. Het onderzoek is grotendeels uitgevoerd op basis van het Bedrijven-Informatienet van het LEI.

Energie-efficiëntie en CO₂-emissie

Uit de voorlopige cijfers van 1998 blijkt een verslechtering van de energie-efficiëntie met 1 procentpunt tot een niveau van 59%. Dit wordt veroorzaakt door een afname van de fysieke productie per m² met ruim 2%; het primair brandstofverbruik per m² blijft in 1998 praktisch gelijk. Een dergelijke daling van de fysieke productie heeft vanaf 1980 niet eerder plaatsgevonden. Het jaar 1998 is met een 11% lagere lichtsom een uitzonderlijk donker jaar. In de periode 1991-1997 is de fysieke productie met gemiddeld 2% per jaar toegenomen. Bij een normale lichtsom zou over 1998 ook een toename van de fysieke productie met 2% reëel zijn geweest. De energie-efficiëntie zou dan met 1 procentpunt zijn verbeterd.

De energie-efficiëntie is in 1997 definitief uitgekomen op 58%. Over de periode 1991-1997 is de energie-efficiëntie met 10 procentpunten verbeterd. Gemiddeld is dit 1,7 procentpunt per jaar. Deze ontwikkeling is het gevolg van een toename van de fysieke productie per m² kas van 12% en een daling van het primair brandstofverbruik per m² van bijna 6%, beiden over de periode vanaf 1991. Toename van de productie gaat in het algemeen samen met een toename van het primair brandstofverbruik. In de glastuinbouw heeft echter een ont koppeling van het primair brandstofverbruik en de fysieke productie plaatsgevonden. Indien de energie-

efficiëntie bij een normale lichtsom met 1 procentpunt in 1998 zou zijn verbeterd dan zou de ontkoppeling van het primair brandstofverbruik en de fysieke productie zijn voortgezet.

Na een daling in 1997 is door de toename van het glasareaal de CO₂-emissie in 1998 toegenomen. De CO₂-emissie ligt in 1998 op een niveau van 107% ten opzichte van de basisperiode 1989/90.

Energiebesparende en energievragende activiteiten

De penetratiegraden van de energiebesparende opties klimaatcomputer, condensor, beweegbare schermen, gevelisolatie en warmteopslag is per eind 1998 toegenomen ten opzichte van het jaar ervoor. Hiermee wordt de continu stijgende trend uit de voorgaande jaren voortgezet. Met de genoemde opties is door de sector in 1998 106 miljoen m³ a.e. bespaard ten opzichte van 1991. Uitgedrukt in het brandstofverbruik van de sector is dit 2,4%.

De brandstofintensiteit (m³ a.e./m²; voor omrekening naar primair brandstofverbruik) is in de periode 1991-1997 met ruim 1% afgenomen. In dezelfde periode is er met de hiervoor genoemde opties 2% energie bespaard. Naast energiebesparende activiteiten zijn er energievragende activiteiten. Uit het voorgaande kan worden afgeleid dat per saldo de energievragende activiteiten het energieverbruik in de periode 1991-1997 met circa 1% doen toenemen. Dit betreft een globale benadering. Er zijn aanwijzingen dat het energieverbruik door ontwikkelingen bij belichting en bij CO₂-dosering toeneemt. Het areaal belichting neemt jaarlijks toe; ook wordt er meer lampvermogen gebruikt per m² kas. Het aandeel bedrijven dat CO₂ doseert lijkt toe te nemen; ook neemt de gedoseerde hoeveelheid CO₂ toe. De analyse van de gemiddelde ingestelde teelttemperaturen geeft een indicatie dat deze in de periode 1991-1997 zijn gedaald, waardoor het energiegebruik juist daalt; meer inzicht hierin is gewenst. Aanbevolen wordt nader onderzoek uit te voeren naar de ontwikkeling van de energievragende activiteiten.

Warmte van derden

Het aandeel warmte van derden in het totaal energiegebruik van de glastuinbouw bedraagt in 1998 11,5%. Dit aandeel is verdubbeld in een periode van 3 jaar. Met het gebruik van warmte van derden wordt in 1998 8% primair brandstof bespaard. Indien geen warmte van derden zou zijn gebruikt dan zou de energie-efficiëntie 5 procentpunten slechter zijn geweest. Door het gebruik van w/k-installaties in eigendom van de tuinders is de energie-efficiëntie 1 procentpunt verbeterd. Het totaal effect op de energie-efficiëntie is 6 procentpunten. De CO₂-emissie zou zonder deze gecombineerde productie van elektriciteit en warmte in 1998 zijn uitgekomen op 117% ten opzichte 1989/90.

Het aantal bedrijven met restwarmte is toegenomen. Ook is het vermogen aan w/k-installaties van energiebedrijven en van tuinders toegenomen. Het aantal glastuinbouwbedrijven met restwarmte bedraagt in 1998 circa 340 met w/k-warmte van de energiebedrijven circa 840 en met een eigen w/k-installaties circa 675. Het vermogen van w/k-installaties van energiebedrijven is 530 MWe en door tuinders is 300 MWe opgesteld. Het areaal glas met restwarmte is geschat op 540 ha en met een w/k-installatie van het energiebedrijf op 1.700 ha. Het totaal areaal met warmte van derden bedraagt in 1998 naar schatting 2.240 ha. De schatting van het areaal met een w/k-installatie van de tuinder bedraagt 900 ha. Het totaal areaal

met een vorm van gecombineerde productie van elektriciteit en warmte komt hiermee op 3.140 ha. Dit is bijna eenderde deel van het totaal glasareaal.

De gemiddelde warmte-dekkingsgraad met warmte van derden ligt rond de 50%. Tussen de afzonderlijke bedrijven bestaan grote verschillen. Door de beperkte energievraag op een deel van de bedrijven zal een belangrijk deel van het glasareaal niet worden aangesloten op warmte van derden. Om het aandeel warmte van derden verder te doen toenemen dient naast uitbreiding van het areaal de warmte-dekkingsgraad te worden verbeterd.

1. Inleiding

Probleemstelling

De overheid streeft naar een efficiënter gebruik en een absolute vermindering van het gebruik van energie teneinde de milieubelasting te reduceren. De glastuinbouwsector en de overheid hebben in dit kader een MeerJarenAfspraak-Energie (MJA-E) afgesloten met als doelstelling een verbetering van de energie-efficiëntie met 50% over de periode 1980-2000. Daarnaast wordt gestreefd naar verbetering van de energie-efficiëntie met 30% over de periode 1989-2000. Door verbetering van de energie-efficiëntie wordt gestreefd een bijdrage te leveren aan de landelijke CO₂-doelstelling.

Onder energie-efficiëntie wordt verstaan het primair brandstofverbruik per eenheid product. Het energiegebruik is hierbij gedefinieerd als het primair brandstofverbruik. De ontwikkeling van de energie-efficiëntie wordt zowel bepaald door de ontwikkeling van het primair brandstofverbruik als van de fysieke productie. De CO₂-emissie daarentegen wordt alleen bepaald door het primair brandstofverbruik. Voor de energie-efficiëntie is het basisjaar 1980 en voor de CO₂-emissie is de referentie het gemiddelde van de jaren 1989 en 1990.

Voor het beleid vanuit de MJA-E is inzicht nodig in de ontwikkelingen van de energie-efficiëntie, de CO₂-emissie en de achterliggende factoren. Bovendien is het van belang inzicht te hebben in de activiteiten op het terrein van de energiebesparing en de energievraag.

Doelstelling

De doelstelling van dit onderzoek is tweeledig. De eerste doelstelling is het bepalen en analyseren van de ontwikkelingen van het energiegebruik, het primair brandstofverbruik, de fysieke productie, de energie-efficiëntie en de CO₂-emissie op sectorniveau. De tweede doelstelling is het in beeld brengen van de ontwikkeling van de penetratiegraden van de energiebesparende opties op de bedrijven en de energiebesparing die hiermee gerealiseerd wordt in de sector. Ook wordt aandacht besteed aan de energievragende activiteiten op de bedrijven. De beschreven activiteiten worden jaarlijks uitgevoerd en gerapporteerd.

Opbouw van het rapport

De methode van onderzoek wordt uiteengezet in hoofdstuk 2. De ontwikkelingen van de energie-efficiëntie, de CO₂-emissie en de achterliggende factoren op sectorniveau worden beschreven in hoofdstuk 3. Bij de achterliggende factoren wordt onderscheid gemaakt naar energiegebruik (voor omrekening naar primair brandstof) en primair brandstofverbruik. In hoofdstuk 4 wordt de ontwikkeling van de penetratiegraad van de belangrijkste energiebesparende opties op de bedrijven, de energiebesparing hierdoor in de sector en de energievragende activiteiten op de bedrijven behandeld. Dit heeft een directe relatie met het energiegebruik. In

hoofdstuk 5 is het gebruik van warmte van derden verder in kaart gebracht. Dit heeft een directe relatie met het primair brandstofverbruik. Hoofdstuk 6 bevat de slotbeschouwing.

2. Methode

2.1 Energie-efficiëntie, CO₂-emissie en energiegebruik

De energie-efficiëntie is het energiegebruik per eenheid product. Dit wordt bepaald door het quotiënt van het primair brandstofverbruik en de fysieke productie in de totale productieglastuinbouw op jaarbasis (sectorniveau). Voor de energie-efficiëntie is dus zowel de ontwikkeling van het primair brandstofverbruik als van de fysieke productie van belang. De CO₂-emissie wordt bepaald op basis van het totaal primair brandstofverbruik in de productieglastuinbouw.

De productieglastuinbouw omvat in 1997 circa 12.200 bedrijven met glastuinbouw. Op deze bedrijven bevindt zich 9.736 ha glas. De opkweek die ruim 3% van het areaal glas omvat (bijlage 2, tabel B2.1), wordt gezien als toelevering en wordt daardoor buiten beschouwing gelaten.

In de productieglastuinbouw worden verschillende soorten energie gebruikt (aardgas, olie, restwarmte van elektriciteitscentrales, warmte van w/k-installaties van nutsbedrijven en elektriciteit). Voor de productie van een bepaalde eenheid energie zijn afhankelijk van de energiesoort, verschillende hoeveelheden brandstof nodig. Voor elektriciteit is relatief veel brandstof nodig. Door de gecombineerde productie van elektriciteit en warmte wordt veel primair brandstof bespaard. De hoeveelheden van de afzonderlijke energiedragers worden omgerekend naar primair brandstofverbruik; dit is de fossiele brandstof die nodig is voor de energiedragers. De landelijke besparing aan primair brandstof door het gebruik van w/k-warmte en restwarmte wordt hierbij toegerekend aan de productieglastuinbouw. Het totaal primair brandstofverbruik wordt vervolgens bepaald door sommering van de hoeveelheden primair brandstof per energiedrager. Er zijn verschillende soorten brandstof (bijvoorbeeld aardgas, olie en kolen). Om deze te kunnen sommeren, vindt omrekening plaats naar aardgas-equivalenten (a.e.).

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. Voor verschillen in lichtintensiteit wordt zowel bij het energieverbruik als bij de fysieke productie niet gecorrigeerd.

De fysieke productie wordt bepaald op basis van de geldelijk omzet van de sector welke wordt gecorrigeerd voor de prijsmutatie van de voortgebrachte producten.

Het basisjaar voor de energie-efficiëntie is 1980 en voor de CO₂-emissie het gemiddelde van de jaren 1989 en 1990. Voor beide wordt de periode vanaf het basisjaar tot en met 1998 in beschouwing genomen. De basisgegevens zijn grotendeels afkomstig van de verkoopstatistiek van de NV Nederlandse Gasunie, leveranciers van warmte en van de sectorrekening glastuinbouw van het LEI die is gebaseerd op het Bedrijven-Informatienet van het LEI.

De informatie in hoofdstuk 3 verschilt wat betreft de energiekant met informatie uit de rapportages uit voorgaande jaren (Van der Velden et al., 1998). Dit is het gevolg van afstemming tussen het CBS en het LEI op het gebied van het energiegebruik in de agrarische sector. Hierdoor is betere informatie (bronnen) over het energiegebruik van de glastuinbouw beschikbaar gekomen. De wijzingen hebben praktisch geen invloed op de energie-efficiëntie daar ook de gegevens in het basisjaar wijzigen. Daarnaast zijn de factoren voor omrekening van w/k-warmte naar primair brandstof verbeterd (bijlage 1); ook dit heeft praktisch geen invloed op de (afgeronde) resultaten van de energie-efficiëntie.

De begrippen (productie)glastuinbouw, energiegebruik, temperatuurcorrectie, primair brandstofverbruik, fysieke productie, energie-efficiëntie en CO₂-emissie worden uiteengezet in bijlage 1. Bovendien wordt ingegaan op het Informatienet en de hiervan afgeleide sectorrekening.

2.2 Energiebesparende opties en energievragende activiteiten

Inzicht in de penetratiegraad van de energiebesparende opties en energievragende activiteiten op bedrijfsniveau wordt verkregen op basis van gegevens welke zijn verzameld op de glastuinbouwbedrijven in het Informatienet. Voor de gegevensverzameling is een uitgebreide vragenlijst opgesteld.

Het Informatienet wordt gekenmerkt door werkelijke waarnemingen van zowel financiële als technische gegevens van individuele bedrijven over een reeks van jaren. Het betreft gespecialiseerde productiebedrijven die zijn geselecteerd door middel van een gestratificeerde aselecte steekproef uit de Landbouwtelling van het CBS. De steekproef voor de glastuinbouw bestaat uit gespecialiseerde glasgroente-, snijbloemen- en potplantenbedrijven. De steekproef omvat niet de hele kleine bedrijven (kleiner dan 16 Nederlandse grootte-eenheden (nge)) en niet de hele grote bedrijven (groter dan 800 nge). De steekproef is in 1997 representatief voor circa 67% van de 12.200 bedrijven met glastuinbouw en circa 94% van het areaal productieglastuinbouw (9.736 ha) in Nederland.

Voor de ontwikkeling van de penetratiegraden in de tijd is informatie beschikbaar van de boekjaren 1991 tot en met 1997. Als peildatum wordt uitgegaan van het eind van het voorafgaande jaar. Daarnaast is er voorlopige informatie beschikbaar van eind 1997 en is er telefonisch informatie verzameld van de belangrijkste opties per eind 1998. Hierdoor ontstaat er voor de penetratiegraden een reeks over de periode eind 1990 - eind 1998.

De ontwikkeling in penetratiegraad per optie tussen de jaren is meestal beperkt van omvang en bedraagt hooguit enkele procentpunten per jaar. De penetratiegraden zijn bepaald op basis van een steekproef. Dit brengt zich met mee dat de resultaten een schatting zijn van de werkelijkheid met een foutenmarge van enkele procentpunten. De ontwikkeling van de penetratiegraden over meerdere jaren worden daarom geanalyseerd met regressie-analyse. De invloed van toevallige verschillen van jaar op jaar worden hiermee genivelleerd. Door het gebruik van een steekproef met een foutenmarge zijn de resultaten van de opties met een beperkte penetratiegraad, ofwel de opties die in de introductiefase verkeren, minder betrouwbaar. Voor dergelijke opties is, indien beschikbaar, informatie uit andere bronnen gebruikt.

3. Energie-efficiëntie en CO₂-emissie in de sector

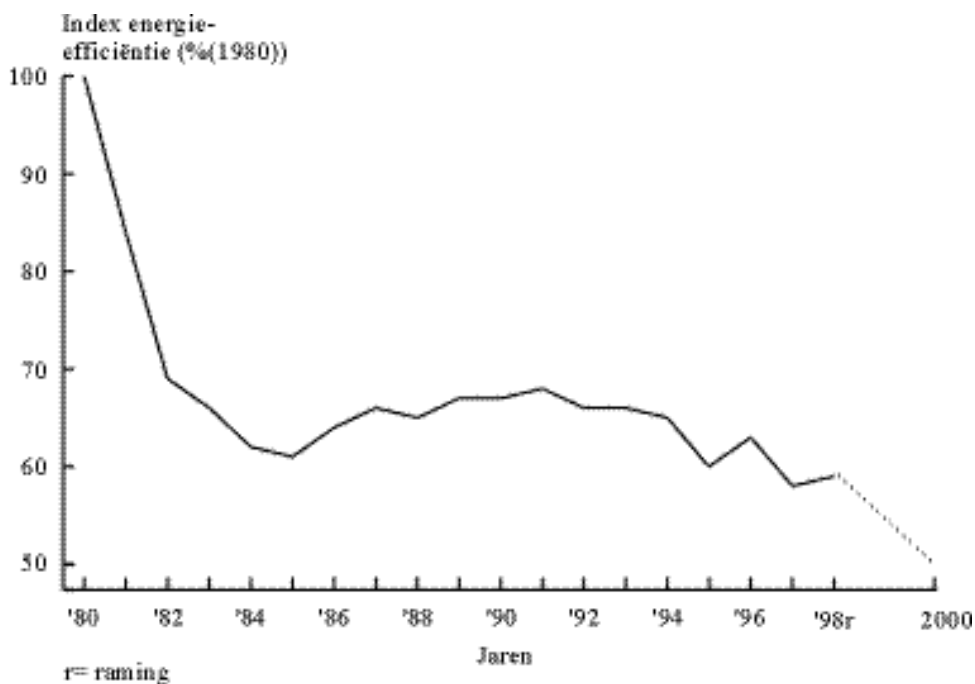
3.1 Inleiding

In dit hoofdstuk wordt allereerst ingegaan op de ontwikkeling van de energie-efficiëntie en de CO₂-emissie. De energie-efficiëntie is het quotiënt van het primair brandstofverbruik en de fysieke productie. Vervolgens wordt ingegaan op primair brandstof verbruik, de fysieke productie en de achterliggende factoren. Ook wordt het effect van warmte van derden en het energiegebruik voor stomen en gietwaterontsmetting behandeld. Tot slot wordt ingegaan op de doelstelling van de energie-efficiëntie in 2000.

De ontwikkeling van de energie-efficiëntie, de CO₂-emissie en de achterliggende factoren in de tijd is vermeld in de tabellen in bijlage 2. De resultaten voor 1998 zijn geraamd, voor de voorgaande jaren zijn ze definitief. Het energiegebruik en daarmee ook de energie-efficiëntie en de CO₂-emissie zijn gecorrigeerd voor de buitentemperatuur.

3.2 Energie-efficiëntie

De raming van de energie-efficiëntie voor 1998 laat een verslechtering zien tot 59%. Dit wordt veroorzaakt door een afname van de fysieke productie per m² met ruim 2% ten opzichte van 1997; het primair brandstofverbruik per m² blijft in 1998 praktisch gelijk.



Figuur 3.1 Ontwikkeling van de index van de energie-efficiëntie in de productieglastuinbouw in de periode 1980-1998 en de doelstelling in 2000

De definitieve index van de energie-efficiëntie (uitgedrukt in procenten van 1980) over 1997 blijkt uit te komen op 58. In de periode 1991-1997 is de energie-efficiëntie met 10 procentpunt verbeterd. Gemiddeld is dit 1,66 procentpunt per jaar. Deze ontwikkeling is het gevolg van een toename van de fysieke productie per m² kas van 12% en een daling van het primair brandstofverbruik per m² van bijna 6%, beiden over de periode vanaf 1991.

3.3 CO₂-emissie en areaal

CO₂-emissie

De CO₂-emissie is van 1996 op 1997 gedaald van 8,2 tot 7,7 miljoen ton. Deze daling hangt samen met een daling van het primair brandstofverbruik per m² met 7% en een lichte toename van het areaal (0,3%). Ten opzichte van de basisperiode 1989/90 ligt de CO₂-emissie in 1997 4% hoger. In 1998 treedt een stijging op met 3 procentpunten en komt de CO₂-emissie op een niveau van 7,9 miljoen ton en 107% ten opzichte van 1989/90. De ontwikkeling in 1998 is een gevolg van een toename van het areaal met bijna 3% en een gelijkblijvend primair brandstofverbruik per m².

De index van de CO₂-emissie zoals hiervoor weergegeven is gebaseerd op de basisperiode 1989/1990 zoals genoemd in de MJA-E. De CO₂-emissie wordt ook wel uitgedrukt in het basisjaar 1990. Dit wordt gedaan in relatie tot de doelstellingen die mondiaal in Kyoto zijn afgesproken

Areaal

Na een daling van het areaal productieglastuinbouw in de periode 1993-1996 (-214 ha in 3 jaar) en een lichte toename in 1997 (+33 ha) neemt het areaal in 1998 met 265 ha (+2,7%) relatief sterk toe. De stijging in 1998 hangt samen met de relatief hoge rentabiliteit in de gehele glastuinbouw in 1997 (De Bont, 1998). De toename van het areaal in 1998 is het sterkst bij de potplanten (112 ha) en bij de groente (95 ha). Bij de snijbloemen ligt de groei op een wat lager niveau (58 ha). Ook deze ontwikkeling per subsector hangt samen met de rentabiliteit; de rentabiliteit lag in 1997 bij de snijbloemen wat lager dan bij de groente en de potplanten.

Tabel 3.1 *CO₂-emissie in de productieglastuinbouw gecorrigeerd voor temperatuur in de periode 1989-1998 (miljoen ton)*

CO ₂ -emissie	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998r	
Absoluut (miljoen ton)	7,1	7,6	8,0	8,1	8,3	8,2	8,0	8,2	7,7	7,9	
Index MJA-E (% 1989/90)	---	100	---	109	111	113	112	108	112	104	107
Index Kyoto (% 1990)		100	106	108	110	109	105	109	101	104	

r = raming.

Ook in 1998 is de rentabiliteit in de gehele sector relatief hoog. Uit de voorlopige resultaten van de metelling in 1999 blijkt een verdere toename van het glasareaal met 480 ha (CBS, 1999). Deze toename van het areaal zal van invloed zijn op de CO₂-emissie.

3.4 Primair brandstof

3.4.1 Primair brandstof

De werkelijke gebruiken per energiedrager (tabel B2.3 in bijlage 2) zijn weergegeven in eenheden waarin de betreffende energiedragers worden uitgedrukt; aardgas in m³, elektriciteit in kWh, restwarmte in GJ, enzovoort. Na correctie voor de verschillen in buitentemperatuur is het energiegebruik omgerekend naar primair brandstofverbruik en uitgedrukt in m³ a.e. (tabel 3.6 in bijlage 2). Het primair brandstofverbruik is de brandstof die nodig is voor de productie van de afzonderlijke energiedragers (bijlage 1) en bepaalt de emissie en daarmee de milieubelasting.

Het primair brandstofverbruik bedraagt in 1998 in totaal bijna 4,4 miljard m³ a.e. In 1997 was dit bijna 4,3 miljard m³ a.e. en in de periode 1991-1996 ligt dit rond de 4,5 miljard m³ a.e. per jaar.

Per m² kas bedraagt het primair brandstofverbruik in 1998 gemiddeld een kleine 44 m³ a.e. In de periode 1991-1994 ligt dit op of iets boven de 46 m³ a.e. Met uitzondering van het bijzondere jaar 1996 treedt in de periode 1994-1997 een daling op met 5% (figuur 3.2). In 1998 stabiliseert het primair brandstofverbruik per m² op het niveau van 1997.

3.4.2 Energiegebruik voor omrekening naar primair brandstof

Het brandstofverbruik (aardgas, warmte van derden en olie) per m² kas bedraagt in 1998 44,3 m³ a.e. In de periode 1991-1994 ligt dit op of iets boven de 44,5 m³ a.e. per jaar. Met uitzondering van het bijzondere jaar 1996 treedt er in de periode 1994-1997 een daling op met 1,5%. In 1998 neemt het brandstofverbruik per m² iets (0,6%) toe. Het elektriciteitsverbruik af net neemt jaarlijks iets toe en bedraagt in 1998 ruim 12 kWh per m² kas.

Het brandstof- en elektriciteitsverbruik per m² samen wordt ook wel de energieintensiteit genoemd. De energieintensiteit ligt in de jaren 1991-1994 rond de 1445 MJ per m². In de periode 1994-1997 treedt een daling op met ruim 1%. Uit de voorlopige cijfers voor 1998 blijkt de energieintensiteit weer op het niveau van de periode 1991-1994 te liggen.

3.4.3 Aandelen energiedragers

Het energiegebruik bestaat voornamelijk (85%) uit aardgas (tabel 3.2). Dit is inclusief het aardgas dat wordt aangewend in w/k-installaties van tuinders. Het aandeel aardgas neemt echter wel af. Het aandeel warmte van derden neemt toe. Bedroeg het aandeel warmte van derden in het totaal energiegebruik in 1995 nog 6%, in 1998 is dit toegenomen tot 11,5%. Dit is bijna een verdubbeling in een periode van 3 jaar. Het gebruik van warmte van derden bestaat voor ruim 60% uit w/k-warmte uit w/k-installaties van energiebedrijven en voor bijna 40% uit restwarmte van elektriciteitscentrales of STEG-eenheden. Volgens een inventarisatie

van Cogen Projects zal het vermogen aan w/k-installaties van energiebedrijven in 1999 nog wat verder toenemen (hoofdstuk 5). De algemene indruk is dat door onduidelijkheid over de gevolgen van de liberalisering van de gas- en elektriciteitsmarkt (Van der Velden et al., 1999) een verdere toename van het gebruik van warmte van derden op de korte termijn beperkt zal zijn. Het aandeel elektriciteit (af net) neemt jaarlijks toe en ligt op ruim 3% van het totale energiegebruik.

Tabel 3.2 *Ontwikkeling aandelen van de afzonderlijke energiedragers (% van het totaal energiegebruik)*

Energiedrager	1980	1985	1990	1995	1996	1997	1998r
Aardgas	94,9	97,1	95,7	91,4	89,7	86,3	85,2
Olie	3,9	0,9	0,8	0,2	0,3	0,2	0,2
Warmte van derden	0	0,2	1,5	6,0	7,6	10,6	11,5
Elektriciteit	1,2	1,8	2,0	2,4	2,4	3,0	3,2
Totaal	100	100	100	100	100	100	100

r = raming.

3.4.4 Effect warmte van derden en eigen w/k-installaties

Met het gebruik van warmte van derden wordt flink bespaard op het primair brandstofverbruik. De extra benodigde fossiele brandstof die nodig is om naast elektriciteit ook bruikbare warmte op te wekken in centrales of in w/k-installaties is beperkt. Per eenheid warmtelevering bedraagt het primair brandstofverbruik circa 30% ten opzichte van de productie van warmte met de ketel op het tuinbouwbedrijf (bijlage 1). In 1998 bedraagt het aandeel warmte van derden 11,5%. Indien geen warmte van derden zou zijn gebruikt en deze warmte geproduceerd zou zijn met de eigen ketel, dan zou het primair brandstofverbruik in 1998 per m² kas gemiddeld 3,7 m³ a.e. hoger zijn geweest. Met warmte van derden wordt daarmee een besparing aan primair brandstof van 8% gerealiseerd.

Naast warmte van derden zijn er w/k-installaties in eigendom van de tuinders in gebruik. De elektriciteit uit deze installaties wordt meestal gebruikt voor assimilatiebelichting. De vrijkomende warmte wordt grotendeels gebruikt voor het verwarmen van de kassen. Volgens een schatting van Cogen projects (hoofdstuk 5) is er per begin 1999 circa 300 MW elektrisch vermogen aan w/k-installaties door tuinders in gebruik. Hiermee werd in 1998 ruim 1 miljard kWh elektriciteit geproduceerd. Indien deze elektriciteit uit het openbare net was afgenomen dan zou in de elektriciteitscentrales meer brandstof nodig zijn geweest en door de glastuinbouw geen aardgas in de w/k-installaties en meer aardgas in de ketels zijn gebruikt. Per saldo zou het primair brandstofverbruik van de glastuinbouw circa 80 miljoen m³ hoger zijn geweest. Uitgedrukt per m² kas is dit 0,8 m³ a.e. en uitgedrukt in het totaal primair brandstof van de glastuinbouw is dit 1,8%.

De totale besparing aan primair brandstof met warmte van derden en met de eigen w/k-installaties bedraagt 4,5 m³ a.e. per m² kas. Uitgedrukt in het primair brandstofverbruik van de sector is dit circa 10%. Het gebruik van warmte van derden heeft de energie-efficiëntie met

ongeveer 5 procentpunten verbeterd. Het effect op de energie-efficiëntie door de w/k-installaties van de tuinders bedraagt ongeveer 1 procentpunt. Het totale effect van de gecombineerde productie van elektriciteit en warmte op de energie-efficiëntie is daarmee 6 procentpunten. Het effect op de CO₂-emissie is 10 procentpunten. Zonder de gecombineerde productie van elektriciteit en warmte zou de CO₂-emissie op 115 procentpunten ten opzichte van 1989/1990 zijn uitgekomen.

3.4.5 Stomen en gietwaterontsmetting

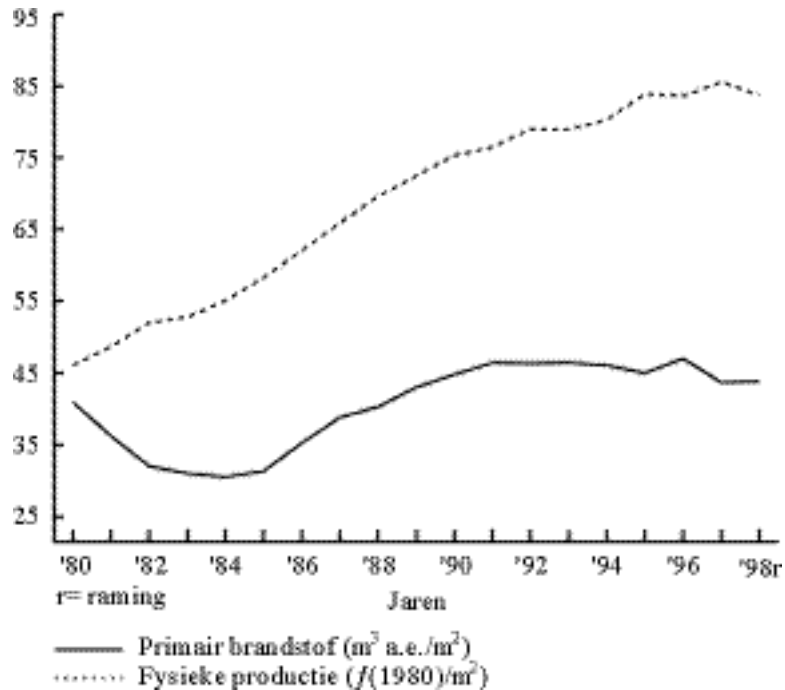
Het energiegebruik in de glastuinbouw wordt voor een beperkt deel aangewend voor stomen en gietwaterontsmetting. In bijlage 3 dit gebruik in de tijd weergegeven. Stomen neemt ongeveer 80 miljoen m³ a.e. voor zijn rekening. Uitgedrukt in het primair brandstofverbruik van de glastuinbouw is dit circa 2%. De ontwikkelingen van jaar op jaar laten zowel positieve als negatieve schommelingen zien. Over de gehele periode (1994-1997) is er geen trend waar te nemen. Gietwaterontsmetting neemt ongeveer 4 miljoen m³ a.e. voor zijn rekening. Uitgedrukt in het primair brandstofverbruik van de glastuinbouw is dit circa 0,1%. Er lijkt in de periode 1995-1997 een toename plaats te vinden. Gezien de geringe verschillen tussen de jaren is het nog de vraag of hier van een trend kan worden gesproken.

3.5 Fysieke productie

De fysieke productie wordt uitgedrukt in guldens van 1980 per m² kas en is over de periode 1980-1998 weergegeven in figuur 3.2. De ontwikkeling laat van jaar op jaar verschillen zien. In de periode 1991-1997 is de fysieke productie met gemiddeld bijna 2% per jaar toegenomen. Deze verschillen tussen de jaren hangen gedeeltelijk samen met de hoogte van de lichtsom. In 1998 treedt een daling op van de fysieke productie met ruim 2%. Afgezien van de lichte daling in 1996 (-0,4) is dit in de periode vanaf 1980 niet eerder voorgekomen. Het jaar 1998 is echter een uitzonderlijk donker jaar. De lichtsom ligt in 1998 11,4% lager dan in een normaal jaar en ten opzichte van 1997 is de lichtsom ruim 12% lager (tabel B2.7 in bijlage 2). Het jaar 1997 heeft een iets lagere lichtsom dan een normaal jaar.

Door de daling van de fysieke productie treedt in 1998 een verslechtering op van de energie-efficiëntie met 1 procentpunt. Indien 1998 geen uitzonderlijk jaar zou zijn geweest dan zou de ontwikkeling van der fysieke productie en daarmee ook die van de energie-efficiëntie gunstiger zijn geweest. Gezien de ontwikkeling van de fysieke productie in de jaren negentig zou bij een normale lichtsom een toename van de fysieke productie per m² met ongeveer 2% reëel zijn geweest. De energie-efficiëntie zou dan met 1 procentpunt zijn verbeterd ten opzichte van 1997.

In de periode voor 1994 gaat de groei van de fysieke productie samen met een toename van het primair brandstofverbruik. Door de toename van de fysieke productie en de daling van het primair brandstofverbruik, beiden per m², treedt in de periode 1994-1997 een ont koppeling op van het energiegebruik en de fysieke productie. Indien 1998 een normale lichtsom zou hebben gehad dan zou deze ont koppeling in 1998 zijn voortgezet.



Figuur 3.2 Ontwikkeling van de fysieke productie per m^2 en van het primair brandstofverbruik per m^2 in de productieglastuinbouw in de periode 1980-1998

3.6 Doelstelling 2000

Om de doelstelling van de MJA-E in het jaar 2000 te realiseren moet de energie-efficiëntie met nog 9 procentpunten verbeteren. Dit is afhankelijk van de ontwikkeling van het primair brandstofverbruik en de fysieke productie in de jaren 1999 en 2000. Het is uitermate moeilijk iets te zeggen over de ontwikkeling op deze korte termijn. De fysieke productie kan van jaar op jaar verschillen door de invloed van het licht. De geplande uitbreiding van w/k-installatie van energiebedrijven (37 MWe) zal resulteren in een besparing van circa $0,2 m^3$ a.e. per m^2 . Op basis van de ontwikkeling van de penetratiegraden per eind 1998 mag in 1999 een besparing van circa $0,3 m^3$ a.e. per m^2 worden verwacht. In totaal is dit een daling van ruim 1 procentpunt.

4. Energiebesparende opties en energievragende activiteiten op de bedrijven

4.1 Inleiding

In dit hoofdstuk worden in paragraaf 4.2 allereerst de belangrijkste ontwikkelingen op het gebied van energiebesparende opties en energievragende activiteiten kort beschreven. Vervolgens worden in paragraaf 4.3 de penetratiegraden van de belangrijkste energiebesparende opties uitgebreider beschreven en grafisch weergegeven. In paragraaf 4.4 komt vervolgens de energiebesparing die behaald is met deze opties aan de orde. Tot slot worden in paragraaf 4.5 enkele belangrijke energievragende activiteiten behandeld.

4.2 Belangrijkste ontwikkelingen

De penetratiegraden van klimaatcomputer, condensor, beweegbare schermen, gevelisolatie en warmteopslag zijn in 1998 toegenomen ten opzichte van het jaar ervoor. Hiermee wordt de continu stijgende trend uit de voorgaande jaren voortgezet. Als gevolg van de toenemende penetratiegraden zal er jaarlijks absoluut gezien meer energie bespaard worden. In de periode 1991-1998 is de jaarlijkse energiebesparing (voor omrekening naar primair brandstof) opgelopen tot ongeveer 2,4%. Dit betekent dat door de sector in 1998 (ten opzichte van 1991) met de genoemde opties circa 2,4% energie is bespaard, wat gelijk staat aan 106 miljoen m³ aardgasequivalenten. Dit is het tastbare resultaat van de inspanningen die door de sector in het lopende decennium zijn geleverd.

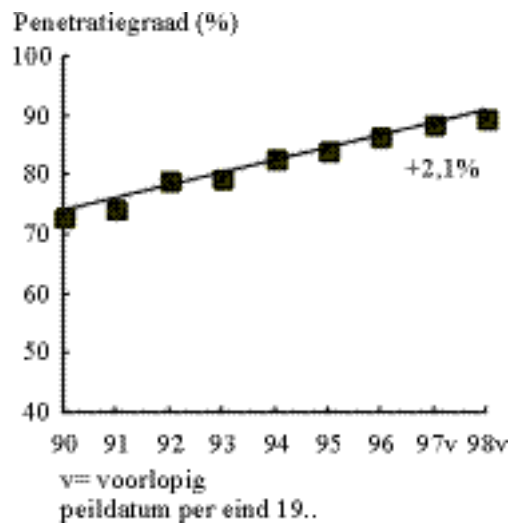
Bij de energievragende activiteiten zijn opvallende ontwikkelingen de toename van het areaal met assimilatiebelichting vanaf 1994, en de daling van de gemiddelde ingestelde teelttemperatuur in de periode 1991-1997.

4.3 Penetratiegraden energiebesparende opties

In de figuren 4.1 tot en met 4.6 wordt het verloop van de penetratiegraden van de belangrijkste energiebesparende opties grafisch weergegeven, met daarbij een korte toelichting. Als de penetratiegraad een statisch betrouwbare toe- of afname laat zien dan wordt dit weergegeven met een trendlijn in het figuur. Verder is ook de grootte van de toe- of afname (in procentpunten) bij de trendlijn aangegeven.

Klimaatcomputer

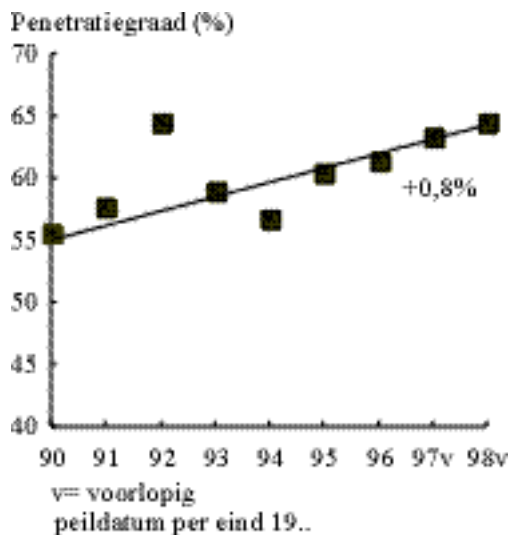
Het aandeel bedrijven met een klimaatcomputer stijgt sinds eind 1990 met gemiddeld 2,1 procentpunt per jaar. Per eind 1998 is op 89% van de bedrijven een klimaatcomputer aanwezig.



Figuur 4.1 Aandeel bedrijven met klimaatcomputer (gemiddelde mutatie in procentpunten per jaar)

Condensor

Het aandeel ketels met een condensor lijkt vooral de laatste jaren iets toe nemen. De stijging bedraagt vanaf eind 1990 gemiddeld 0,8 procentpunt per jaar. Per eind 1998 is 64% van de ketels voorzien van een condensor.

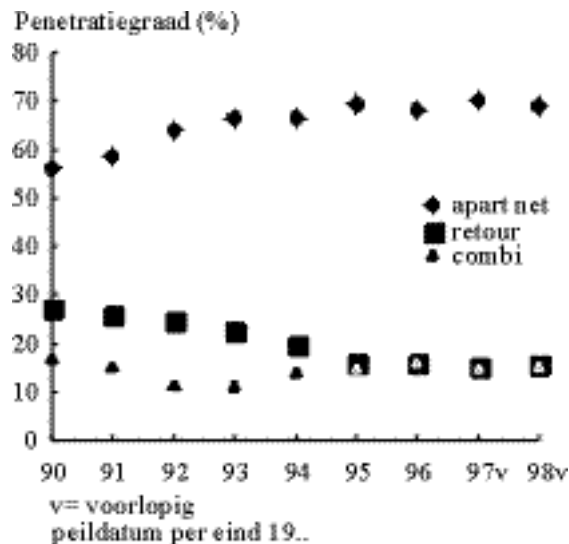


Figuur 4.2 Aandeel ketels met condensor (gemiddelde mutatie in procentpunten per jaar)

Onderverdeling condensortypen

Tot eind 1995 neemt het aandeel condensors op de retour af ten gunste van het aandeel condensors op een apart net. Na eind 1995 lijkt deze ontwikkeling tot stilstand te komen en stabiliseren de aandelen van de beide condensortypen zich op respectievelijk circa 16 en 69%.

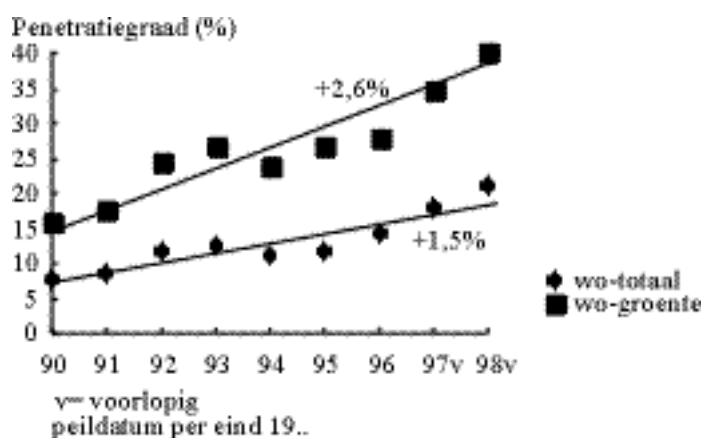
Het aandeel combicondensors is in de gehele periode redelijk stabiel met gemiddeld 15% van het totaal aantal condensors.



Figuur 4.3 Onderverdeling van de condensortypen

Warmteopslag

Het aandeel bedrijven met warmteopslag neemt met gemiddeld 1,5 procentpunt per jaar toe. Per eind 1998 is de penetratiegraad ongeveer 21%. Glasgroentebedrijven lopen nog altijd voorop bij de toepassing van een warmtebuffer. Op deze bedrijven is de jaarlijkse toename circa 2,6 procentpunt; per eind 1998 komt de penetratiegraad op ongeveer 40% uit.

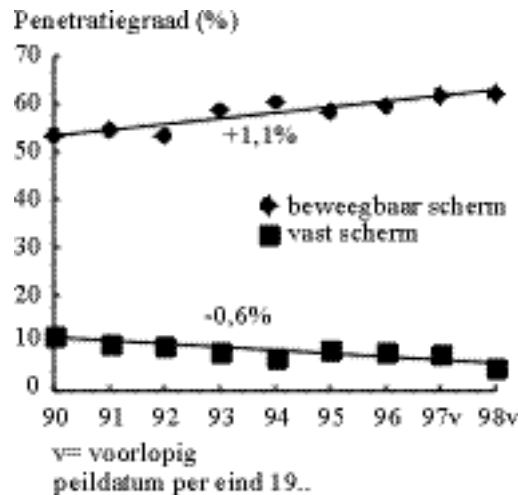


Figuur 4.4 Aandeel bedrijven met warmteopslag (gemiddelde mutatie in procentpunten per jaar)

Schermen

Het aandeel areaal met een beweegbaar scherm neemt jaarlijks met gemiddeld 1,1 procentpunt toe. Per eind 1998 is de penetratiegraad ongeveer 62%.

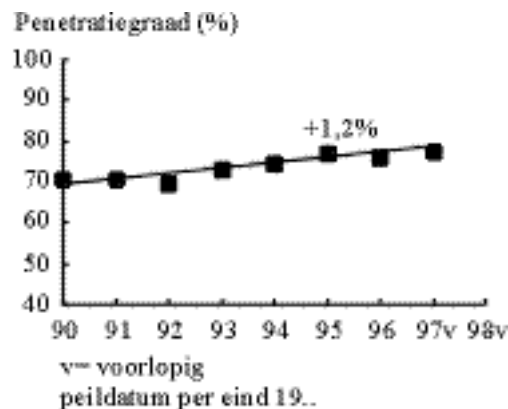
Het aandeel areaal met een vast scherm neemt sinds eind 1990 met gemiddeld 0,6 procentpunt af tot ongeveer 5% per eind 1998. De ontwikkeling van vaste naar beweegbare schermen is positief omdat een beweegbaar scherm in het algemeen meer energie bespaart.



Figuur 4.5 Aandeel areaal met schermen (gemiddelde mutatie in procentpunten per jaar)

Gevelisolatie

Het aandeel kasgeveloppervlak met isolatie neemt met gemiddeld 1,2 procentpunt per jaar toe. Eind 1997 is de penetratiegraad ruim 77%. Gevelisolatie kan bestaan uit dubbel glas, folie, coating of een beweegbaar scherm. Van deze mogelijkheden komen folie, dubbel glas en een beweegbaar scherm het meeste voor, elk met een aandeel van 25-35%.



Figuur 4.6 Aandeel geveloppervlak met gevelisolatie (gemiddelde mutatie in procentpunten per jaar)

4.4 Absolute energiebesparing

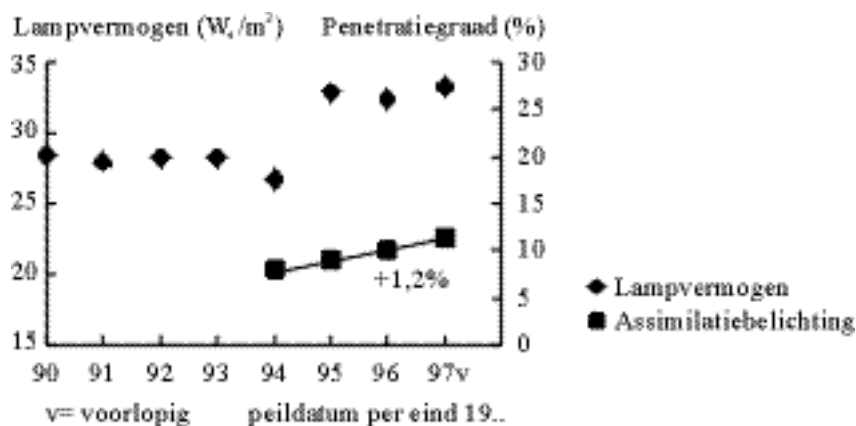
In paragraaf 4.3 is naar voren gekomen dat de penetratiegraden van klimaatcomputer, condensor, beweegbare schermen, gevelisolatie en warmteopslag in 1998 zijn toegenomen ten opzichte van het jaar ervoor. Hiermee wordt de stijgende trend uit de voorgaande jaren voortgezet. Als gevolg van de toenemende penetratiegraden wordt er jaarlijks absoluut gezien meer energie bespaard.

Door Bakker et al. (1998) wordt een methode beschreven om de absolute energiebesparing in de sector te berekenen die het gevolg is van de toegenomen penetratiegraden van bovengenoemde energiebesparende opties. Met deze methode is berekend dat in de periode 1991-1998 de jaarlijkse energiebesparing (voor omrekening naar primair brandstof) is opgelopen tot ongeveer 2,4%. Dit betekent dat door de sector in 1998 (ten opzichte van 1991) circa 2,4% energie is bespaard, ofwel 106 miljoen m³ aardgasequivalenten. Jaarlijks wordt dus gemiddeld ongeveer 0,3 procentpunt (2,4/7) extra energie bespaard bovenop de energiebesparing die in het jaar ervoor is gerealiseerd.

4.5 Energievragende activiteiten

4.5.1 Assimilatiebelichting

Uit figuur 4.7 blijkt dat per eind 1997 op ongeveer 11% van het glastuinbouwareaal assimilatiebelichting aanwezig is. Vanaf eind 1994 neemt dit percentage gemiddeld met ruim 1 procentpunt per jaar toe. Het lampvermogen per m² kas is in de periode eind 1990 - eind 1997 gestegen van ruim 28 naar ruim 33 W_e/m² (figuur 4.7). Dit geeft aan dat er per hectare, vooral gedurende de laatste jaren, een groter aantal en/of zwaardere lampen gebruikt worden. Het lampvermogen per m² bepaalt samen met het aantal belichtingsuren de intensiteit van de belichting. Het aantal belichtingsuren is vrij stabiel en ligt door de jaren heen op gemiddeld 2.900-3.000 uur. Naast effect op het energiegebruik zal intensivering van de belichting ook



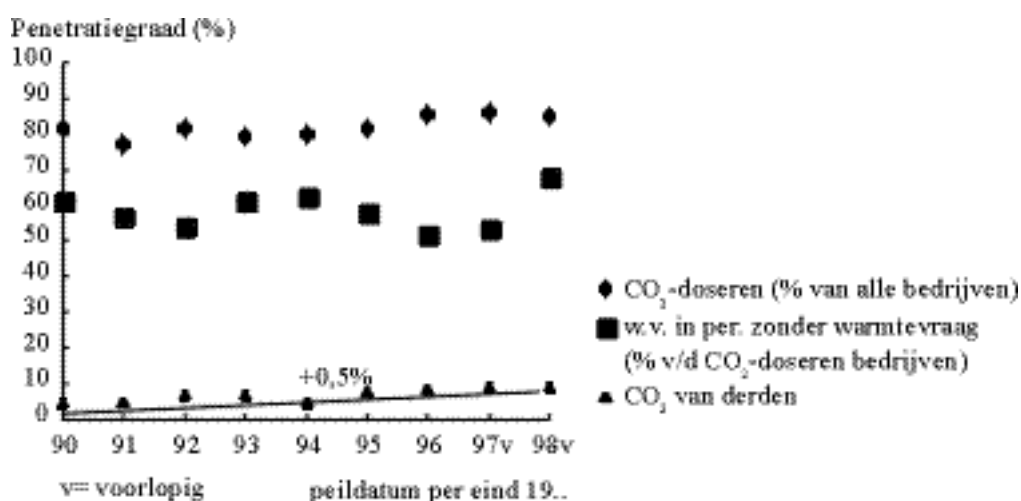
Figuur 4.7 Aandeel areaal met assimilatiebelichting en gemiddeld lampvermogen (gemiddelde mutatie in procentpunten per jaar)

effect hebben op de fysieke productie. Een hogere belichtingsintensiteit zal in het algemeen leiden tot een hogere fysieke productie en/of een zwaardere kwaliteit. Er is echter nog vrij weinig bekend over het effect van intensivering van de assimilatiebelichting op de energie-efficiëntie.

Belichtende bedrijven hebben een grote elektriciteitsbehoefte, waarin vaak wordt voorzien door middel van een eigen w/k-installatie. Op ongeveer 80% van het areaal met belichting is een w/k-installatie aanwezig, die meestal in eigendom is van de teler. In paragraaf 5.5 zal verder op w/k-installaties van telers worden ingegaan.

4.5.2 CO₂-dosereren

Een zeer belangrijke teeltmaatregel is het doseren van CO₂. CO₂-dosering wordt op gemiddeld 82% van de bedrijven toegepast (figuur 4.8). Hoewel dit percentage al hoog is, lijkt het de laatste jaren nog iets toe te nemen. Op het merendeel (gemiddeld circa 60%) van de bedrijven die CO₂ doseren wordt er ook CO₂ gegeven in perioden zonder warmtevraag. Uit figuur 4.8 blijkt dat dit percentage sterk fluctueert, zonder dat er een bepaalde lijn in zit. Vanwege het belang van CO₂-dosering juist ook in perioden zonder warmtevraag (zeker in de zomerperiode met een hoge instraling), zou men echter verwachten dat dit percentage toeneemt. Naast het percentage bedrijven dat CO₂ doseert is ook de gedoseerde hoeveelheid CO₂ van belang. De gasverkopen van de Gasunie aan de tuinbouw in de zomermaanden nemen de laatste jaren toe; hieruit kan worden afgeleid dat ook de gedoseerde hoeveelheden CO₂ toenemen. Uit onderzoek door Van der Sluis et al. (1995) komen grote verschillen in gedoseerde hoeveelheden CO₂ op tomatenbedrijven naar voren. De Zwart et al. (in voorbereiding) komen tot dezelfde conclusie. Ook zij vonden een grote spreiding in de gedoseerde kilo's CO₂, waarbij de groep tomatenbedrijven met een buffer gemiddeld 11,7 kg meer CO₂ per jaar doseert dan een vergelijkbare groep zonder buffer. De bedrijven die nu nog een relatief lage CO₂-gift hebben zullen naar verwachting in de toekomst meer gaan doseren, aangezien CO₂-dosering (vooral in combinatie met een buffer) een zeer lucratieve teeltmaatregel is.



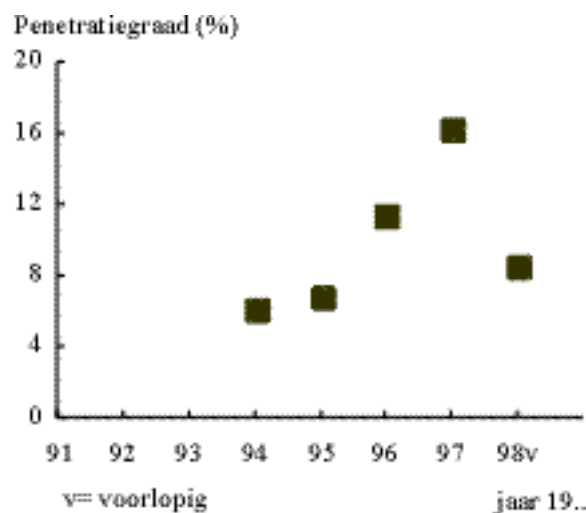
Figuur 4.8 Aandeel bedrijven met CO₂-dosering (gemiddelde mutatie in procentpunten per jaar)

Het aandeel bedrijven met CO₂ van derden stijgt jaarlijks met gemiddeld ongeveer 0,5 procentpunt. CO₂ van derden komt per eind 1998 op bijna 9% van de bedrijven voor. Het gaat hier om zuiver CO₂ en rookgas-CO₂ uit elektriciteitscentrales. Een derde vorm van CO₂ van derden, namelijk de toepassing van CO₂ uit rookgasreinigers op w/k-installaties van nutsbedrijven, is in deze 9% niet opgenomen.

4.5.3 Minimumbuis

Een minimumbuis is een vast ingestelde buistemperatuur, die onafhankelijk van de warmtevraag in de kas wordt aangehouden. Het aanhouden van een minimumbuis in perioden zonder warmtevraag zal tot extra gasverbruik leiden. In de periode eind 1991 - eind 1997 wordt een minimumbuis op gemiddeld 79% van het areaal met buisverwarming toegepast. Als redenen voor het toepassen van een minimumbuis kunnen worden genoemd verbetering van het kasklimaat (met als doel onder andere het voorkomen van ziekten), en het doseren van CO₂. Op gemiddeld 40% van het areaal met buisverwarming wordt een minimumbuis alleen voor verbetering van het kasklimaat gebruikt. Op de overige 60% wordt een minimumbuis voor zowel klimaatverbetering als CO₂-dosering toegepast.

Indien men een warmtebuffer heeft dan is het mogelijk om CO₂ te doseren en de warmte op te slaan voor gebruik 's nachts. Een minimumbuis voor CO₂-dosering zal dan in veel gevallen niet meer noodzakelijk zijn, tenzij men grote hoeveelheden CO₂ wil geven. Uit de beschikbare gegevens blijkt dat in de periode 1994-1997 op een toenemend aandeel bedrijven met een warmtebuffer toch ook een minimumbuis voor CO₂-dosering wordt gebruikt (figuur 4.9). Hierdoor kan er meer CO₂ worden gedoseerd en kan de productie nog hoger uitkomen dan bij gebruik van een buffer zonder toepassing van een minimumbuis. In 1998 zet de ontwikkeling uit de periode 1994-1997 niet door; een verklaring hiervoor is moeilijk te ge-



Figuur 4.9 Ontwikkeling van het aandeel bedrijven met warmtebuffer en aanvullend toepassing minimumbuis voor CO₂-dosering, in de periode 1994-1998 (als percentage van het totaal aantal bedrijven met warmtebuffer)

ven. Afgewacht moet worden hoe het aandeel bedrijven met buffer en minimumbuis voor CO₂ zich in 1999 ontwikkelt. Als de daling doorzet is dit positief voor het energiegebruik op sectorniveau, aangezien er dan minder warmte vernietigd zal worden.

4.5.4 Teelttemperatuur

Een belangrijke factor die van invloed is op het brandstofgebruik in de glastuinbouw is de teelttemperatuur. De ingestelde teelttemperatuur is afhankelijk van het gewas, het ras en het seizoen/teeltstadium waarin het gewas zich bevindt, en de inzichten van de tuinder. Door Breuer (1983) is berekend dat verlaging van de teelttemperatuur met 1°C ongeveer 8% energiebesparing geeft.

Van de gespecialiseerde bedrijven uit het Bedrijven-Informatienet van het LEI is per kwartaal globaal bekend welke dag- en nachttemperaturen worden ingesteld. Per bedrijf is geïventariseerd welke basisinstelling voor dag en nacht zijn toegepast. Eventuele verhogingen of verlagingen (bijvoorbeeld in de voornacht, of bij een bepaald lichtniveau) zijn hierin niet meegenomen. Dit omdat deze verhogingen of verlagingen slechts een beperkt deel van het jaar werkzaam zijn.

Uit de kwartaalcijfers is de gemiddeld ingestelde dag-, nacht- en etmaaltemperatuur op jaarbasis te berekenen. Hoewel deze informatie over de teelttemperaturen vrij globaal is, wordt hiermee toch een indruk gekregen van de ontwikkeling van de ingestelde teelttemperaturen in de sector.

De analyse van deze gemiddeld ingestelde teelttemperaturen geeft een indicatie dat deze temperaturen in de periode 1991-1997 zijn gedaald. Het gaat hierbij zowel om de dagtemperatuur als de nachttemperatuur. Ofschoon dit een belangrijke ontwikkeling is, is de oorzaak van de mogelijke daling van de ingestelde temperaturen niet duidelijk. Mogelijke verklaringen zijn areaalverschuivingen naar teelten met een lagere teelttemperatuur, en/of de verlaging van de teelttemperatuur bij belangrijke teelten. Ook de toenemende aandacht voor de kwaliteit van de productie in de jaren negentig kan een rol spelen. Onbekend is of, en zo ja in welke mate, deze ontwikkelingen verantwoordelijk zijn voor de geconstateerde temperatuurdaling. Naast de teelttemperatuur zijn ook de toename van de gedoseerde hoeveelheden CO₂, het intensiever belichten en het gebruik van een minimumbuis van invloed op het energiegebruik op bedrijfsniveau. Ook van deze aspecten is op bedrijfsniveau echter onvoldoende bekend. Gezien de grote invloed van bovengenoemde factoren op het energiegebruik zou dit op gewasniveau verder uitzocht moeten worden.

5. Warmte van derden

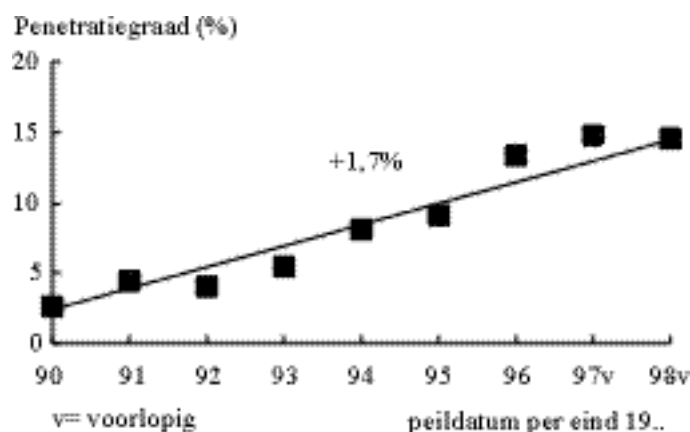
5.1 Inleiding

Warmte van derden (restwarmte en w/k-warmte van energiebedrijven) is al jaren één van de belangrijkste, zo niet de belangrijkste, optie om primair brandstof te besparen. Daarom wordt in dit hoofdstuk extra aandacht aan deze optie geschonken. Onder restwarmte en w/k-warmte van energiebedrijven wordt respectievelijk verstaan restwarmte van elektriciteitscentrales of STEG-eenheden en warmte van w/k-installaties van energiebedrijven. Kenmerkend voor warmte van derden is de gecombineerde productie van warmte en elektriciteit.

In paragraaf 5.2 wordt eerst in het kort de belangrijkste ontwikkelingen op het gebied van warmte van derden beschreven. Vervolgens wordt in de paragrafen 5.3 en 5.4 dieper ingegaan op respectievelijk restwarmte en w/k-warmte van energiebedrijven. In paragraaf 5.5 wordt aandacht besteed aan w/k-installaties van tuinders, omdat beide opties (warmte van derden en w/k-installaties van tuinders) elkaar min of meer uitschakelen. Tot slot van dit hoofdstuk wordt dieper ingegaan op het toekomstperspectief van warmte van derden (areaalsuitbreiding en verhoging van de dekkingsgraad).

5.2 Belangrijkste ontwikkelingen

In 1998 is met warmte van derden 8% bespaard op het primair brandstofverbruik door de sector (paragraaf 3.4.3). Het aandeel warmte van derden in het totale energiegebruik door de glastuinbouw is in 1998 toegenomen met circa 1 procentpunt tot 11,5%. Op basis van het Bedrijven-Informatienet van het LEI blijkt dat jaarlijks het aandeel bedrijven met warmte van derden groeit met gemiddeld 1,7% tot bijna 15% van de bedrijven eind 1998 (figuur 5.1).



Figuur 5.1 Aandeel bedrijven met warmtelevering door derden (gemiddelde mutatie in procentpunten per jaar)

De toename van het aandeel bedrijven met warmte van derden is enerzijds het gevolg van uitbreiding bij bestaande restwarmteprojecten en anderzijds het gevolg van plaatsing van nieuwe w/k-installaties door energiebedrijven. De sprong in de grafiek per eind 1996 wordt veroorzaakt door het gereedkomen van de restwarmteprojecten in de B-driehoek en in Drenthe. In 1998 zijn in totaal 338 bedrijven aangesloten op een restwarmteproject. Daarnaast staat op circa 840 bedrijven een w/k-installatie van het energiebedrijf opgesteld en hebben nog eens circa 675 bedrijven een eigen w/k-installatie in beheer.

Het totale areaal warmte van derden is in 1998 naar schatting circa 2.240 ha, waarvan circa 540 ha restwarmte en 1.700 ha w/k-warmte van derden. Daarnaast omvat het areaal glas met een w/k-installatie van de tuinder naar schatting nog eens 900 ha. In totaal bedraagt het areaal met een vorm van gecombineerde productie van elektriciteit en warmte 3.140 ha in 1998.

5.3 Restwarmte

Restwarmte is een vorm van hoogwaardige warmte die beschikbaar komt bij de gecombineerde productie van elektriciteit en warmte in een elektriciteitscentrale of STEG-eenheid. De eerste restwarmteprojecten in Nederland zijn halverwege de jaren tachtig in de provincie Noord-Brabant van de grond gekomen. Eind jaren negentig (1998) zijn zes restwarmteprojecten in bedrijf: Plukmadese polder, Asten e.o., overig West-Brabant, Erica, Klazienaveen en de B-driehoek. Bij de restwarmteprojecten Erica, Klazienaveen en B-driehoek is het aantal aansluitingen in 1998 toegenomen. Bij de overige restwarmteprojecten is het aantal aansluitingen gelijk gebleven of gedaald (overig West-Brabant). Per saldo is het aantal bedrijven met een restwarmte-aansluiting toegenomen met 8 tot 338 (tabel 5.1). Het totale areaal restwarmte komt hiermee in 1998 op circa 538 ha (tabel 5.2).

Tabel 5.1 Ontwikkeling van het aantal glastuinbouwbedrijven met restwarmte per begin 1991-1999

	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Restwarmte (bedrijven)	±88	88	90	93	94	93	328	330	338

Bron: restwarmteleveranciers.

Bij onderlinge vergelijking van de zes restwarmteprojecten aan de hand van tabel 5.2 valt in de eerste plaats de grote verschillen in gemiddelde dekkingsgraad op. De B-driehoek met een gemiddelde dekkingsgraad van 85% in 1998 springt er duidelijk in positieve zin tussenuit. In iets minder mate geldt dit ook voor de Plukmadese polder met een gemiddelde dekkingsgraad van circa 73% in 1998. De gemiddeld hogere dekkingsgraad bij het restwarmteproject in de B-driehoek kan in belangrijke mate verklaard worden doordat het warmteleverend vermogen per vierkante meter kasoppervlak beduidend hoger is dan bij de meeste overige warmteleveringsprojecten. Bovendien hebben de tuinders in de B-driehoek de beschikking over goedkope CO₂ uit de rookgassen van de STEG-eenheid.

Een kanttekening bij de gemiddelde dekkingsgraden uit tabel 5.2 is overigens wel op z'n plaats daar in de praktijk een grote spreiding in dekkingsgraad tussen de afzonderlijke bedrijven per project wordt waargenomen. Zo loopt bijvoorbeeld de spreiding in dekkingsgraad in de B-driehoek uiteen van 57% tot 100%.

Tabel 5.2 Aantal bedrijven en areaal per ha per begin 1999 en gemiddeld warmteleverend vermogen en gemiddelde dekking in 1998 bij de zes restwarmteprojecten in de glastuinbouw

Restwarmte project	Aantal bedrijven	Areaal glas (ha)	Warmteleverend vermogen (W/m ²)	Gemiddelde dekking (%)
Plukmadese polder	35 b)	65 d)	e)	73 b)
Overig West-Brabant	31 b)	35 d)	e)	56 a)
Asten e.o.	28 b)	30 d)	e)	50 b)
Erica	63 b)	90 b)	70 c)	37 b)
Klazienaveen	42 b)	55 b)	70 c)	41 b)
B-driehoek	139 b)	263 b)	100 c)	85 b)
Totaal	338	± 538	e)	e)

Bron: a) Van der Sluis et al. (1992); b) Restwarmteleveranciers; c) Van der Velden et al. (1996); d) Schatting; e) Onbekend.

In de B-driehoek hebben de tuinders de beschikking over 100 kilogram CO₂ per uur per hectare tegen een prijs van 1,5 à 2 ct per kilogram. Tuinders in de Plukmadese polder kunnen daarentegen gebruikmaken van het zuiver CO₂ (16 à 19 ct/kg). Ook bij de restwarmteprojecten Erica, Klazienaveen en Asten e.o. wordt zuiver CO₂ aangeboden. In de praktijk maakt slechts een beperkt aantal tuinders hiervan gebruik voor het aanvullend CO₂-dosereren naast de CO₂ uit de rookgassen van de ketel, omdat zelfs bij volledige warmtevernietiging de kostprijs voor CO₂ uit de rookgassen van de ketel (circa 15 ct/kg) lager is. Om de concurrentie met de CO₂ uit de rookgassen van de ketel aan te gaan is bij de restwarmteprojecten Erica en Klazienaveen in 1998 een experiment van start gegaan, waarbij tuinders een 'totaal pakket' aangeboden krijgen. Dit totaal pakket bestaat uit warmte en een beperkte hoeveelheid CO₂ tegen een gereduceerd tarief (8 à 9 ct/kg). De hoeveelheid CO₂ tegen het gereduceerde tarief is gekoppeld aan de afgenomen hoeveelheid warmte (Bijlsma, 1999).

5.4 W/k-warmte van w/k-installaties van energiebedrijven

5.4.1 Aantal bedrijven, aantal installaties en areaal

Vanaf begin jaren negentig zijn door energiebedrijven een groot aantal w/k-installaties op glastuinbouwbedrijven geplaatst. Deze installaties zijn dus het eigendom van de energiebedrijven. Dit betekent dat het energiebedrijf zowel de producent van de warmte als van de opgewekte elektriciteit is. De w/k-warmte wordt door het energiebedrijf geleverd aan het

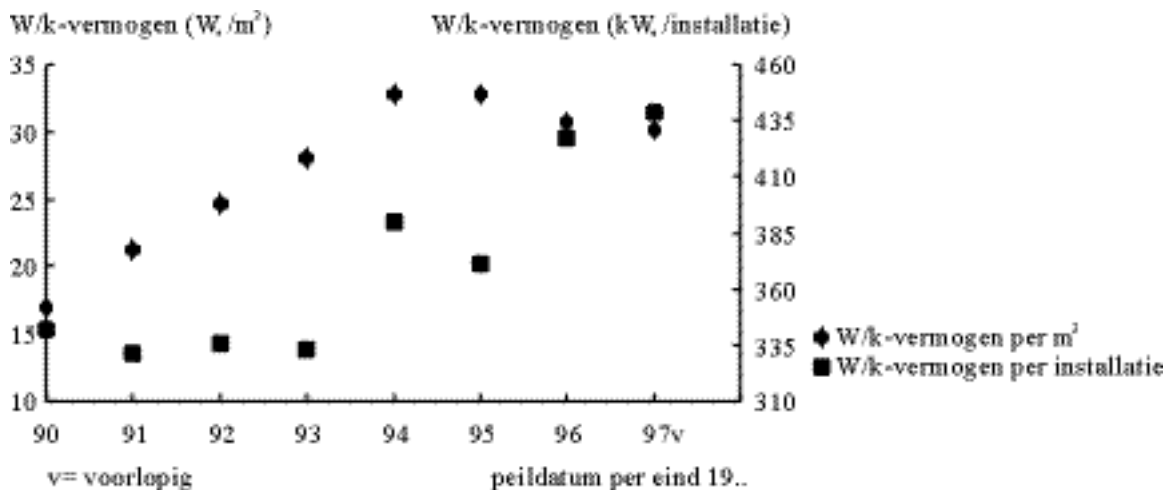
glastuinbouwbedrijf en de opgewekte elektriciteit wordt via het openbare net afgezet. In acht jaar tijd (begin 1991 - begin 1999) is het totaal opgesteld elektrisch vermogen fors gestegen van 41 MWe tot 530 MWe (tabel 5.3). Op basis van een inventarisatie van Cogen wordt verwacht dat het elektrisch vermogen in 1999 zal doorgroeien tot 567 MWe (Van der Schans, 1999).

Tabel 5.3 Ontwikkeling van het vermogen van w/k-installaties van energiebedrijven op glastuinbouwbedrijven per begin 1991-1999

	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
W/k-vermogen (MWe)	41	74	136	208	301	374	433	492	530

Bron: LEI-DLO (1991, 1992) en Cogen Projects, voorheen PW/K (1993 tot en met 1999).

In de periode 1991-1999 is niet alleen het totaal opgesteld elektrisch vermogen fors gestegen. Ook hebben zich ontwikkelingen voorgedaan in het elektrisch vermogen per installatie en in het elektrisch vermogen per vierkante meter. Uit figuur 5.2 blijkt dat het gemiddeld elektrisch vermogen per installatie nog steeds toe neemt. Het gemiddeld elektrisch vermogen daarentegen schommelt de laatste jaren tussen de 30 en 33 We/m². Uitgaande van een gemiddeld geïnstalleerd vermogen van 30 We/m² (figuur 5.2) en een gemiddeld, totaal geïnstalleerd vermogen van 511 MWe in 1998 (tabel 5.3) is naar schatting het areaal met w/k-warmte van derden 1.700 ha. In totaal staan, naar schatting op basis van populatie- en steekproefgegevens, circa 1.100 w/k-installaties van energiebedrijven opgesteld op circa 840 glastuinbouwbedrijven. Per bedrijf staat dus gemiddeld meer dan één w/k-installatie (1,3 w/k-installatie per bedrijf) opgesteld. De gemiddelde bedrijfsomvang van een glastuinbouwbedrijf met w/k-installatie van het energiebedrijf is circa 2 ha. Dit betekent dus dat w/k-installaties van energiebedrijven vooral op grote, warmte-intensieve bedrijven geplaatst worden.



Figuur 5.2 Gemiddeld elektrisch vermogen per m² en per installatie van w/k-installaties van het energiebedrijf

5.4.2 Dekkingsgraad

De ontwikkelingen van het elektrische vermogen (per installatie en per m²) geven een indicatie van de ontwikkelingen van het thermisch vermogen. Het thermisch vermogen hangt immers direct samen met het elektrisch vermogen. Een groter thermische vermogen per m² kas, ook wel warmteleverend vermogen genoemd, leidt tot een hogere dekkingsgraad (Verhoeven et al., 1995). Op basis hiervan mag verwacht worden dat de gemiddelde dekkingsgraad van w/k-installaties in de loop van de jaren is gestegen. Ook geluiden uit de praktijk doen vermoeden dat de gemiddelde dekkingsgraad hoger is dan het niveau van 1993/1994 toen uit onderzoek naar voren kwam dat de gemiddelde dekkingsgraad 35% bedroeg (Verhoeven et al., 1995). Deze veronderstelling is gebaseerd op het feit dat in de afgelopen jaren op grote schaal een aantal technische verbeteringen is toegepast, zoals onder andere een groter warmteleverend vermogen (Wth/m²), gebruik van warmteopslag en een betere inpassingen en regeling van de w/k-installatie. Uit onderzoek is tot nu toe weinig bekend over de ontwikkeling van de gemiddelde dekkingsgraad in de loop van de tijd. Voor de beperkte groep bedrijven uit het Informatienet blijkt inderdaad dat de gemiddelde dekking voor de boekjaren 1994-1997 op een hoger niveau ligt, namelijk 41%. Op basis van deze cijfers uit het Informatienet lijkt het erop dat de gemiddelde dekkingsgraad van w/k-installaties van energiebedrijven is toegenomen. Echter mag niet uit het oog verloren dat de cijfers betrekking op een relatief klein groepje bedrijven. Bovendien is bij dit kleine groepje bedrijven al een spreiding van 50 procentpunten waarneembaar tussen het bedrijf met de hoogste en het bedrijf met de laagste dekkingsgraad.

Anderzijds heeft een groter warmteleverend vermogen een negatief effect op het aantal draaiuren van de w/k-installatie. Een daling van het aantal draaiuren van de w/k-installatie is nadelig voor het energiebedrijf, omdat het energiebedrijf juist zoveel mogelijk draaiuren wil maken en wel in die periode waarin de opgewekte elektriciteit veel waard is. De opgewekte elektriciteit heeft overdag (en dan met name tijdens werkdagen) de meeste waarde voor het energiebedrijf. Terwijl juist overdag de warmtebehoefte op het glastuinbouwbedrijf relatief laag is. Daartegenover staat dat de CO₂-behoefte overdag hoog is. In dergelijke situaties kan rookgasreiniging in combinatie met warmteopslag een oplossing bieden. Door toepassing van rookgasreiniging zijn de rookgassen van de w/k-installatie geschikt voor CO₂-dosering. Hierdoor is de tuinder voor CO₂-dosering niet meer volledig aangewezen op de rookgassen van de ketel. Concreet betekent dit dus dat de dekkingsgraad zal stijgen (gunstig voor de tuinder) en het aantal draaiuren zal toenemen (gunstig voor het energiebedrijf). Rookgasreiniging is een vrij nieuwe techniek en wordt nog slechts op beperkte schaal toegepast. Per 1 januari 1999 waren volgens een inventarisatie van Cogen 78 rookgasreinigers van energiebedrijven in bedrijf. Naar schatting zijn nog eens 20 rookgasreinigers geplaatst door tuinders (Van der Schans, 1999). Verwacht wordt dat de komende jaren het aantal rookgasreinigers verder zal toe nemen.

5.5 W/k-installaties van tuinders

Niet alleen energiebedrijven hebben de afgelopen jaren een groot aantal w/k-installaties in de glastuinbouw opgesteld. Ook een groot aantal tuinders heeft zelf geïnvesteerd in een w/k-

installatie. Dit zijn vrijwel allemaal tuinders die belichting toepassen op het bedrijf (paragraaf 4.4.2). Hoewel deze vorm van w/k-warmte niet gerekend wordt tot warmte van derden wordt hierna in het kort de belangrijkste ontwikkelingen van w/k-installaties van tuinders beschreven.

Uit tabel 5.4 blijkt dat het totaal opgesteld elektrisch vermogen van w/k-installaties van tuinders flink is toegenomen van 97 MW per 1 januari 1990 tot 300 MW per 1 januari 1999. Het totaal elektrisch vermogen van w/k-installaties van tuinders (300 MWe) en energiebedrijven (530 MWe) samen bedroeg per 1 januari 1999 circa 830 MWe.

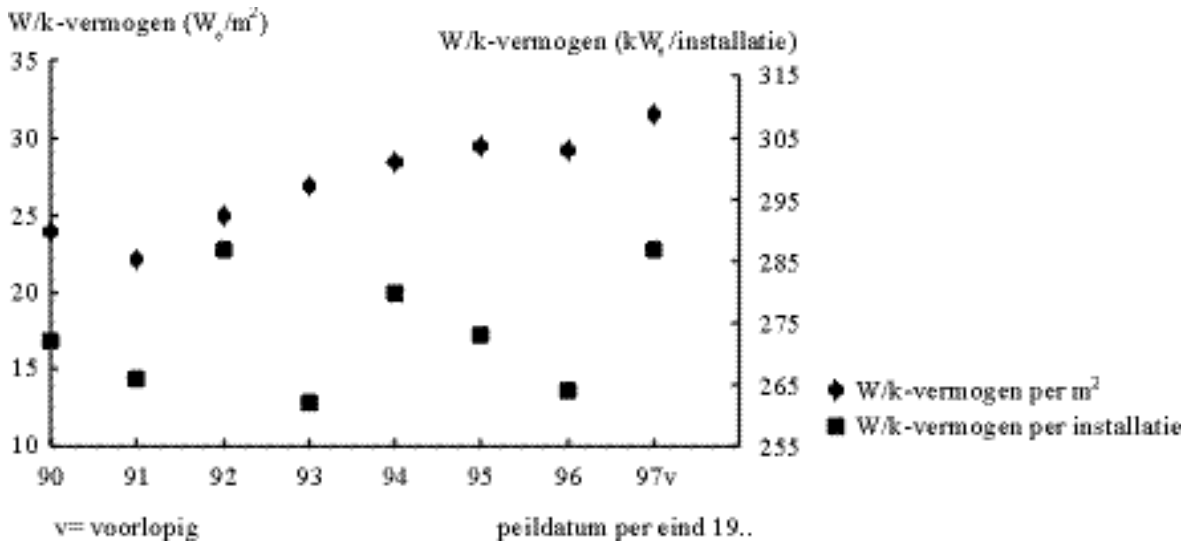
Tabel 5.4 Ontwikkeling van het vermogen van w/k-installaties van tuinders op glastuinbouwbedrijven per begin 1990-1999

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
W/k-vermogen (MW _e)	97	118	138	-	-	-	-	227	270	300

- = geen betrouwbare gegevens.

Bron: Van Leeuwen en Van der Velden (1992) (1990 t/m 1992) en Cogen Projects, voorheen PW/K, (1997 t/m 1999).

In het elektrisch vermogen per w/k-installatie is in de periode eind 1990 - eind 1997 geen duidelijke ontwikkeling zichtbaar. Het elektrisch vermogen per m² daarentegen is in deze periode gestegen; tot 31,6 We/m² in 1997 (figuur 5.3). Dit hangt samen met de toename van het lampvermogen bij assimilatiebelichting (paragraaf 4.5.1).



Figuur 5.3 Gemiddeld elektrisch vermogen per m² en per installatie van w/k-installatie van tuinders

Het areaal w/k-tuinder in 1998 is, uitgaande van een gemiddeld geïnstalleerd vermogen van $31,6 \text{ We/m}^2$ (figuur 5.3) en een gemiddeld, totaal geïnstalleerd vermogen van 285 MWe (tabel 5.4), naar schatting 900 ha. In totaal staan, naar schatting op basis van populatie- en steekproefgegevens, circa 900 w/k-installaties opgesteld op circa 675 bedrijven. Per bedrijf staat dus gemiddeld meer dan één w/k-installatie (1,3 w/k-installatie per bedrijf) opgesteld. De gemiddelde bedrijfsomvang van een glastuinbouwbedrijf met eigen w/k-installatie is 1,3 ha. Gemiddeld genomen staat dus op bedrijven met w/k-installaties van tuinders per hectare één w/k-installatie opgesteld.

5.6 Toekomstperspectief warmte van derden en w/k-tuinder

Het areaal warmte van derden bedraagt in 1998 naar schatting circa 2.240 ha (540+1.700). Dit komt overeen met 22,4% van het areaal glastuinbouw (exclusief opkweek). Hieruit kan afgeleid worden dat de gemiddelde dekkingsgraad van warmte van derden circa 50% bedraagt; immers op 22,4% van het areaal wordt 11,5% van het totale energiegebruik (paragraaf 5.2) door de glastuinbouw aangewend in de vorm van warmte van derden. Dit betekent dus om procentueel gezien een verdubbeling van het aandeel warmte van derden in het totale energiegebruik door de glastuinbouw te realiseren dat bij gelijkblijvende dekkingsgraad bijna 45% van het areaal glastuinbouw aangesloten moet zijn op warmte van derden. Terwijl in 1997 volgens het Informatienet van het totale areaal glastuinbouw circa 53% (5.300 ha) in 'aanmerking' komt voor warmte van derden, omdat warmte van derden hoofdzakelijk voor komt op bedrijven met een absoluut brandstofverbruik hoger dan 500.000 m^3 (Van der Velden et al., 1994). Op circa 900 ha van deze 5.300 ha komen al w/k-installaties van tuinders voor. Dit betekent dat slechts 4.400 ha (5.300-900) in principe in aanmerking komt voor warmte van derden. Ofwel van elke 2 ha glas, die in principe in aanmerking komt voor warmte van derden, is reeds op 1 ha glas ook daadwerkelijk warmte van derden gerealiseerd (2.240 ha van de 4.400 ha). Dit betekent dus dat een verdubbeling van het huidige areaal warmte van derden alleen mogelijk is als op het gehele areaal dat in principe in aanmerking komt voor warmte van derden ook daadwerkelijk warmte van derden wordt gerealiseerd. Waarbij er overigens van uitgegaan is dat het areaal met w/k-installaties van tuinders gelijk blijft.

Aanbevolen wordt om de potentiële ruimte (areaal) voor warmte van derden inclusief de 'ondergrens' van 500.000 m^3 beter in beeld te krijgen. Inmiddels is onderzoek hiernaar door het LEI reeds gestart. Anderzijds onderschrijft dit globale rekensommetje nogmaals het belang van het realiseren van een hoge dekkingsgraad, omdat zeker ook met het oog op de toekomst de mogelijkheid voor uitbreiding van het areaal warmte van derden beperkt lijkt. Dit neemt niet weg dat gestreefd moet worden naar zowel uitbreiding van het areaal warmte van derden als het realiseren van een hogere dekkingsgraad, immers beiden leiden tot meer primair brandstofbesparing en een betere energie-efficiëntie.

6. Conclusies

Energie-efficiëntie en CO₂-emissie

- In 1998 is de energie-efficiëntie met 1 procentpunt verslechterd tot een niveau van 59% ten opzichte van 1980.
- Het primair brandstofverbruik per m² is in 1998 gestabiliseerd.
- De fysieke productie per m² is door het uitzonderlijke lage lichtsom afgenomen.
- De energie-efficiëntie zou bij een normale lichtsom in 1998 met circa 1 procentpunt zijn verbeterd.
- Bij een normale lichtsom zou de ontkoppeling van het energiegebruik en de fysieke productie in 1998 zijn voortgezet.
- Door de toename van het areaal glas is de CO₂-emissie in 1998 toegenomen tot een niveau van 107% ten opzichte van de basisperiode 1989/90.

Energiebesparende en energievragende activiteiten

- Tuinders blijken steeds meer energiebesparende opties als klimaatcomputer, condensor, beweegbare schermen, gevelisolatie en warmte opslag toe te passen.
- Door de toename van de penetratiegraad van deze opties is in 1998 106 miljoen m³ a.e. ofwel 2,4% energie bespaard ten opzicht van 1991.
- Tegenover de toename van de penetratiegraden van energiebesparende opties staat een toename van de energievragende activiteiten zoals belichting en CO₂-dosering.
- Het areaal belichting neemt jaarlijks toe; ook is het lampvermogen per m² kas toegenomen.
- Het aandeel bedrijven dat CO₂-doseert lijkt toe te nemen; ook neemt de gedoseerde hoeveelheid CO₂ toe.
- De analyse van de gemiddelde ingestelde teelttemperaturen geeft een indicatie dat deze in de periode 1991 - 1997 zijn gedaald.
- Aanbevolen wordt nader onderzoek uit te voeren naar de ontwikkeling van de energievragende activiteiten.

Warmte van derden

- Het aandeel warmte van derden in het totaal energiegebruik is in een periode van drie jaar verdubbeld tot 11,5% in 1998.
- Met warmte van derden wordt in 1998 8% primair brandstof bespaard.
- Indien geen warmte van derden zou zijn gebruikt dan zou de energie-efficiëntie 5 procentpunten slechter zijn geweest.
- Door het gebruik van w/k-installaties in eigendom van de tuinders is de energie-efficiëntie 1 procentpunt verbeterd.

- Het totaal effect van de gecombineerde productie van elektriciteit en warmte op de energie-efficiëntie is 6 procentpunten.
- De CO₂-emissie zou zonder deze gecombineerde productie van warmte van derden in 1998 zijn uitgekomen op 117% ten opzichte 1989/90.
- Het aantal bedrijven met restwarmte bedraagt in 1998 circa 340, met w/k-warmte van de energiebedrijven circa 840 en met een eigen w/k-installatie circa 675.
- Het areaal glas is geschat op respectievelijk 540, 1.700 en 900 ha; het totaal areaal met een vorm van gecombineerde productie van elektriciteit en warmte komt hiermee op 3.140 ha; dit is bijna eenderde deel van het totaal glasareaal.
- De gemiddelde dekking met warmte van derden ligt rond de 50%; tussen de afzonderlijke bedrijven bestaan grote verschillen.
- Om het aandeel warmte van derden verder te doen toenemen dient naast uitbreiding van het areaal de dekking te worden verbeterd.

Literatuur

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

Bijlsma, W., *Persoonlijke mededeling*. Traedon, Zwolle, 1999.

Bont, C.J.A.M. de (red.), *Actuele ontwikkeling van de bedrijfsresultaten en inkomsten in 1998*. Rapport 6.98.98. LEI-DLO, Den Haag, 1992.

Breuer, J.J.G., *Rekenmodel energiebehoefte in kassen; 2 delen*. Rapport 49. IMAG-DLO, 1983.

Bruchem, C. van, *Landbouw-Economisch Bericht (1981 t/m 1997)*. PR-1. LEI-DLO, Den Haag, 1981 t/m 1997.

CBS, *Flinke groei glastuinbouw*. Internetsite CBS.
<http://www.cbs.nl/nl/diensten/persberichten/pb99n190.htm>

Energienota, *Derde Energienota*. Ministerie van Economische Zaken, Den Haag, 1995.

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

Meerjarenafspraak, *Meerjarenafspraak tussen de Nederlandse glastuinbouwsector en de Staat vertegenwoordigd door de Ministers van Economische Zaken en Landbouw, Natuurbeheer en Visserij over verbetering van de energie-efficiëntie*. LNV, EZ en Landbouwschap, Aalsmeer, 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.

Poppe, K.J. (red.), *Het LEI-boekhoudnet van A tot Z*. Publicatie 3.154. LEI-DLO, 1993.

Schans, R.J. van der, *Voortgangsrapportage plan van aanpak w/k in de glastuinbouw*. Periode: eerste kwartaal 1999. Driebergen, PW/K, 21 april, 1998.

Sluis, B.J. van der, K.R. Nawrocki en N.J.A. van der Velden, *Dekkingsgraden van restwarmte in de glastuinbouw*. Publicatie 4.133. LEI-DLO, Den Haag, 1992.

Sluis, B.J. van der, A.A. Rijdsijk, G.P.A. van Holsteijn en N.J.A. van der Velden, *Het gebruik van energieschermen bij tomaat*. Publicatie 4.138, Den Haag, LEI-DLO, 1995.

Tuinbouwcijfers, LEI-DLO/Centraal Bureau voor de Statistiek, 1981 t/m 1996.

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 1997*. Periodieke Rapportage 39-96. LEI-DLO, Den Haag, 1998.

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.

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

Verhoog, A.D., 'Het gebruik van lineaire programmering voor verbijzondering van kosten en opbrengsten naar landbouwproductierichtingen'. In: *Mededeling 506*, pp. 85-94, LEI-DLO, 1994.

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

Bijlage 1 Nadere uitwerking van de methode

In deze bijlage worden de gehanteerde begrippen in de methode en de wijze van bepalen van de gebruikte grootheden nader uiteengezet. Bovendien wordt ingegaan op de bronnen die gebruikt worden als basisinformatie.

Glastuinbouw

Onder glastuinbouw wordt verstaan alle tuinbouw onder glas in Nederland exclusief opkweek. Dit wordt ook wel de productieglastuinbouw genoemd. Het areaal met opkweek wordt gezien als toelevering (zie energiegebruik). Het areaal opkweek is echter relatief gering en bedraagt circa 3% van het glasareaal. Verwacht wordt dat de ontwikkelingen bij de opkweek niet veel verschillen van de productieglastuinbouw.

Het energiegebruik, de fysieke productie, de energie-efficiëntie en de CO₂-emissie worden bepaald voor de totale productieglastuinbouw welke bestaat uit de subsectoren groente, bloemen en potplanten. De subsector groente omvat tevens het geringe areaal fruit onder glas en de subsector potplanten omvat tevens de perkplanten, boomkwekerij en vaste planten onder glas. Voor areaalgegevens wordt gebruikgemaakt van de CBS-Landbouwtelling in mei.

Energiegebruik

Onder het energiegebruik wordt verstaan het directe gebruik aan energie in de vorm van brandstof, elektriciteit en warmte van derden. Het indirecte gebruik voor bijvoorbeeld de fabricage van toeleveringsproducten zoals kunstmest, verpakkingsmaterialen, kassen, enzovoort en het brandstofverbruik voor extern transport wordt buiten beschouwing gelaten. Ook het energiegebruik van de opkweekbedrijven wordt buiten beschouwing gelaten. Opkweek wordt gezien als toelevering.

Het totale energiegebruik (voor omrekening naar primair brandstof) wordt berekend door de afzonderlijke energiedragers bij elkaar op te tellen. De m³ aardgas, liters of kilogram olie, GJ warmte en kWh elektriciteit worden daarbij omgerekend naar Joules of m³ aardgasequivalenten (a.e.). Voor de brandstoffen wordt uitgegaan van de onderste verbrandingswaarde. Bij het elektriciteitsverbruik wordt uitgegaan van de netto afname van het openbare net. Dit is de afname van het net minus de levering aan het net. Het elektriciteitsverbruik is exclusief de elektriciteitsproductie door de tuinbouwbedrijven met eigen w/k-installaties. De in deze w/k-installaties gebruikte brandstof is inbegrepen in het brandstofverbruik (aardgas) van de productieglastuinbouw.

Het energiegebruik wordt niet direct gebruikt voor het bepalen van de energie-efficiëntie en de CO₂-emissie. Er vindt omrekening plaats naar primair brandstofverbruik (zie primair brandstof). Het energiegebruik is wel een maatstaf voor de vraag naar energie in de glastuinbouw. Voor de bepaling van het gasverbruik wordt gebruikgemaakt van de verkoopstatistiek van de NV Nederlandse Gasunie. Voor restwarmte wordt gebruikgemaakt van

informatie van de distributiebedrijven; het gebruik van w/k-warmte (nutsoptie) is bepaald op basis van informatie van het opgesteld vermogen van de nutsbedrijven (Bron: Van Leeuwen et al., 1992 en Van der Schans, 1999) en onderzoeksresultaten van de technische prestaties van w/k-installaties (Verhoeven et al., 1995). Voor het verbruik van de overige energiedragers (olie en elektriciteit) wordt gebruikgemaakt van de sectorrekening-glastuinbouw van LEI. Deze is gebaseerd op het Bedrijven-Informatienet van het LEI.

Het gasverbruik uit de verkoopstatistiek van de Gasunie betreft de verkoop van aardgas aan de tuinbouw en wordt gecorrigeerd voor het gasverbruik voor de teelt van champignons, de opkweek en de w/k-installaties van nutsbedrijven geplaatst op glastuinbouwbedrijven. Het gasverbruik in een deel van deze w/k-installaties is in de verkoopstatistiek van de Gasunie opgenomen en wordt geleverd aan de nutsbedrijven. De gebruikte warmte vanuit deze installaties wordt wel toegerekend aan het energiegebruik van de glastuinbouw. Ook de hoeveelheden restwarmte en w/k-warmte worden gecorrigeerd voor de opkweek.

Temperatuurcorrectie

De gemiddelde buitentemperatuur verschilt van jaar op jaar. Dit heeft invloed op het jaarlijks energiegebruik en daarmee op de energie-efficiëntie en de CO₂-emissie. Om het wel of niet realiseren van de doelstellingen hierdoor niet te laten beïnvloeden wordt de brandstofintensiteit gecorrigeerd voor de jaarlijkse verschillen in buitentemperatuur. De elektriciteitsintensiteit (verbruik per m² kas) hangt echter samen met de brandstofintensiteit. Ook deze indirecte invloed van de buitentemperatuur op het elektriciteitsverbruik wordt gecorrigeerd. De correctie van de brandstofintensiteit vindt plaats op basis van de relatie tussen de brandstofintensiteit en de buitentemperatuur; de correctie van de elektriciteitsintensiteit vindt plaats op basis van de relatie tussen de elektriciteitsintensiteit en de brandstofintensiteit. Als maatstaf voor de buitentemperatuur wordt het aantal graaddagen gebruikt (zie bijlage 2, tabel B2.7). Voor de correctiefactoren wordt verwezen naar (Van der Velden et al., 1993).

Primair brandstof

De energie-efficiëntie en de CO₂-emissie wordt niet bepaald op basis van het energiegebruik maar op basis van het primair brandstofverbruik. De afzonderlijke energiedragers (aardgas, olie, restwarmte, w/k-warmte en elektriciteit) worden hiervoor omgerekend naar de benodigde hoeveelheid (primair) brandstof die nodig is voor de productie van de energiedragers en wordt uitgedrukt in aardgasequivalenten (a.e.). Aardgas en olie zijn reeds uitgedrukt in primair brandstof. W/k-warmte en restwarmte worden omgerekend naar de extra hoeveelheid brandstof die nodig is voor de productie hiervan in respectievelijk w/k-installaties van nutsbedrijven en elektriciteitscentrales of STEG-eenheden. Het netto gebruik van elektriciteit wordt omgerekend naar de hoeveelheid brandstof die gemiddeld nodig is voor de productie hiervan in elektriciteitscentrales in Nederland.

Voor de omrekening van w/k-warmte, restwarmte en elektriciteit zijn omrekeningsfactoren bepaald. Dit heeft plaatsgevonden op basis van rendementen van w/k-installaties en elektriciteitscentrales en leidingverliezen van het openbare elektriciteitsnet en het warmte-transportstelsel. Onder rendementen wordt verstaan de nettojaargebruiksrendementen; hierbij is rekening gehouden met het eigen verbruik van elektriciteit door w/k-installaties of

elektriciteitscentrales. De rendementen kunnen van jaar tot jaar verschillen en staan vermeld in tabel B1.1. De hieruit resulterende omrekeningsfactoren per energiedrager per jaar zijn vermeld in tabel B1.2. Het primair brandstofverbruik wordt evenals het energiegebruik uitgedrukt in a.e. (aardgasequivalenten, 1 a.e.= 31,65 MJ of 8,79 kWh) waardoor vergelijking en

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

Jaar	Productie-eenheid							
	elektr. centr.		warmteleverende eenheden a)				w/k-installaties	
	ne	nve	ne-zwl	ne-mwl	nw-mwl	nvw	ne	nw
Bron:	SEP	SEP	Novem	Novem	Novem	Novem	b)	
1980	38,2	4,4	-	-	-	-	-	-
1981	38,1	4,4	-	-	-	-	-	-
1982	38,0	4,4	-	-	-	-	-	-
1983	38,5	4,4	-	-	-	-	33,0	53,0
1984	38,7	4,4	-	-	-	-	33,0	53,0
1985	38,8	4,4	41,7	38,4	25,6	5,0	33,0	53,0
1986	38,6	4,4	41,7	38,4	25,5	5,0	33,0	53,0
1987	38,9	4,4	41,7	38,3	25,4	5,0	33,0	53,0
1988	39,3	4,4	41,7	38,3	25,4	5,0	33,0	53,0
1989	39,8	4,4	41,7	38,4	25,5	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	33,50	53,0
1995	40,4	4,4	41,5	38,3	24,7	5,0	34,50	53,0
1996	41,6	4,4	47,0	42,5	32,7	5,0	35,00	53,0
1997	41,3	4,4	48,2	43,4	34,4	5,0	35,25	53,0
1998 r	42,6	4,4	48,3	43,5	34,6	5,0	35,50	53,0

- = niet van toepassing

ne = jaargebruiksrendement elektrisch (% o.w.)

nw = jaargebruiksrendement warmte (% o.w.)

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

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

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

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

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

r = raming

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

b) Verhoeven et al., 1995 en mondelinge informatie energiebedrijven; vanaf 1994 is het elektrisch rendement aangepast ten opzichte van voorgaande rapportages .

sommering van het primair brandstofverbruik van de afzonderlijke energiedragers mogelijk is. Voorbeeldberekeningen van de omrekeningsfactoren per energiedrager zijn opgenomen in een voorgaande rapportage (Van der Velden et al., 1995).

De omrekeningsfactor van w/k-warmte bedraagt in 1998 7,65 en voor restwarmte ligt dit op 9,50 m³ a.e. per GJ warmte (tabel B1.2). Voor de productie van 1 GJ warmte met de ketel in de glastuinbouw is, afhankelijk van het condensortype op de ketel, 29 tot 34 m³ aardgas nodig (Nawrocki et al., 1991). Het primair brandstofverbruik van w/k-warmte bedraagt daarmee 23-26% en bij restwarmte 28-33% van de benodigde brandstof in de ketel. Met het gebruik van w/k-warmte wordt in 1998 per geleverde eenheid warmte 74-77 en bij restwarmte 67-72% primair brandstof bespaard.

De omrekeningsfactor voor elektriciteit bedraagt in 1998 0,279 m³ a.e. per kWh. In 1 m³ aardgas zit 8,79 kWh aan energie (onderste verbrandingswaarde) en in 0,279 m³ dus 2,45 kWh. Voor een eenheid elektriciteit is in 1998 dus circa 245% aan primair brandstof nodig.

De omrekeningsfactor voor elektriciteit wordt bijna jaarlijks wat kleiner en van w/k-warmte wat hoger (tabel B1.2). Dit wordt veroorzaakt doordat het gemiddelde gebruiksrendement van elektriciteitscentrales in Nederland (SEP) gemiddeld beter wordt (tabel B1.1).

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 b) (m ³ a.e./GJ)
1980	0,312	-	-
1981	0,312	-	-
1982	0,313	-	-
1983	0,309	-	6,16
1984	0,307	-	6,44
1985	0,307	10,67	6,58
1986	0,308	10,67	6,30
1987	0,306	10,67	6,71
1988	0,303	10,67	7,25
1989	0,299	10,67	7,91
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 r	0,279	9,50	7,65

r = raming.

a) Hier is het gewogen gemiddelde van alle eenheden met restwarmtelevering aan de glastuinbouw vermeld; b) Door gewijzigde elektrische rendementen zijn de omrekeningsfactoren vanaf 1994 gewijzigd ten opzichte van voorgaande rapportages (zie tabel B1.1).

De omrekeningsfactor voor restwarmte wordt vooral in 1996 wat lager (tabel B1.2). Dit wordt veroorzaakt doordat er in 1996 nieuwe restwarmteprojecten in gebruik zijn genomen.

Fysieke productie

De fysieke productie in de glastuinbouw bestaat uit een zeer groot aantal producten (tomaten, komkommers, snijbloemen, potplanten, enzovoort). Tomaten worden verkocht per kilogram, komkommers per stuk, snijbloemen per bos of per stuk, potplanten per stuk enzovoort. De vraag is nu hoe de totale fysieke productie van de sector berekend wordt; met andere woorden, hoe tellen we dit bij elkaar op.

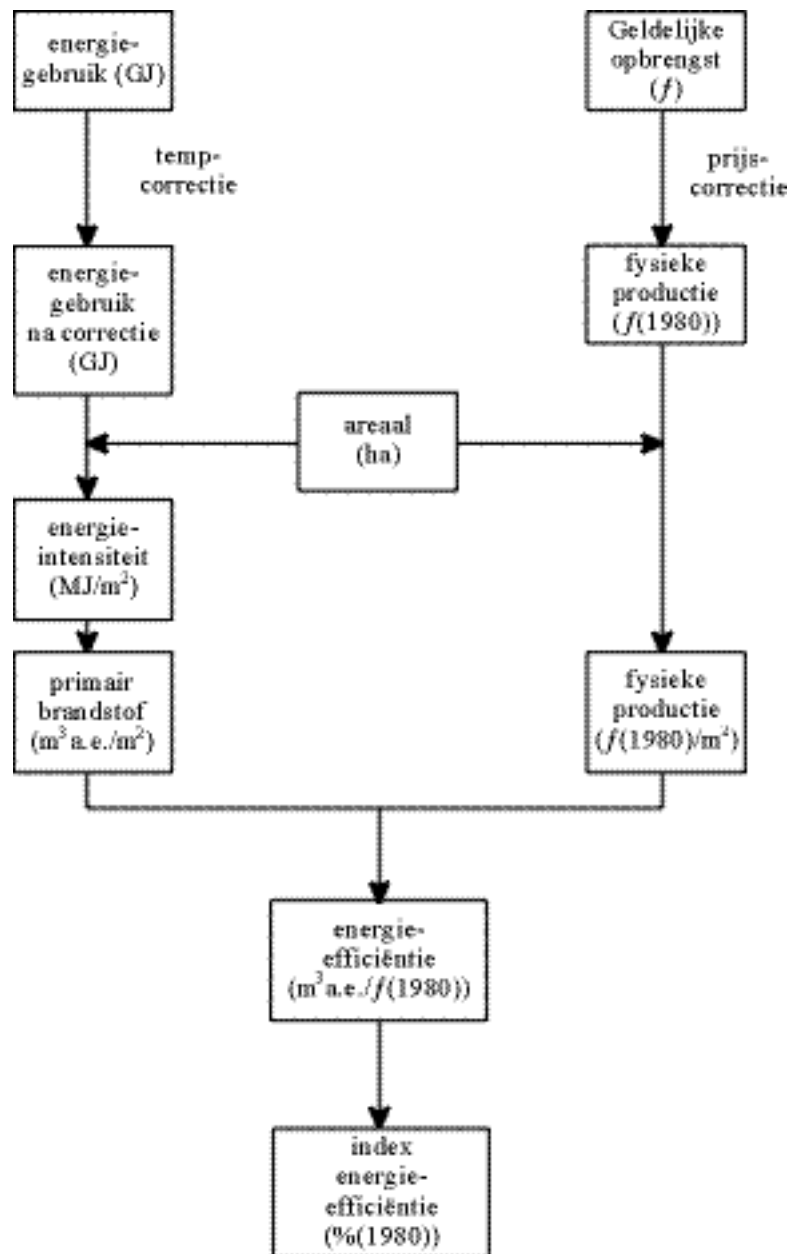
Dit is uitgevoerd op indirecte wijze. Hierbij wordt uitgegaan van de geldelijke opbrengst (omzet) aan glastuinbouw producten op jaarbasis en de prijsmutaties van de voortgebrachte producten. De geldopbrengst wijzigt van jaar op jaar. De wijziging bestaat uit een hoeveelheid- en een prijsmutatie. De omzet en prijsmutatie is bekend (Van Bruchem et al., 1995). De hoeveelheidsmutatie is de wijziging in fysieke productie en wordt berekend door de geldelijke omzet te corrigeren voor de prijsmutatie van de voortgebrachte producten. Indien bijvoorbeeld de geldopbrengst in 1980 f 48,- en in 1991 f 50,- bedraagt en de prijzen van de glastuinbouw producten met 3% zijn gedaald, is de fysieke productie gestegen van 48 tot 51,55 ($50/(1-0,03)$). De fysieke productie wordt uitgedrukt in guldens van 1980.

Energie-efficiëntie

De energie-efficiëntie is het quotiënt van het totale primair brandstofverbruik en de totale fysieke productie in de sector. Voor de concrete beeldvorming is gekozen voor berekeningen op basis van vierkante meters. In figuur B1.1 is een samenvattend schema van deze berekening weergegeven. Hierin is zowel het energiegebruik, het primair brandstofverbruik als de fysieke productie uitgedrukt per m² kas.

CO₂-emissie

De CO₂-emissie wordt berekend op basis van het totaal aan primair brandstofverbruik in de productieglastuinbouw. 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. 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.



Figuur B1.1 Samenvattend schema voor de berekening van de energie-efficiëntie

Het Bedrijven-Informatienet van het LEI

LEI heeft als taak jaarlijks verslag uit te brengen van het niveau en de ontwikkeling van het bedrijfsresultaat (rentabiliteit), het inkomen en de financiële positie van de agrarische bedrijven. Hiervoor is het Informatienet opgezet. Het Informatienet voor de glastuinbouw bestaat in 1997 uit een groep van circa 245 glastuinbouwbedrijven waarvan jaarlijks per bedrijf een uitgebreide bedrijfseconomische boekhouding wordt opgesteld. De bedrijfseconomische boekhouding wordt samengesteld op basis van werkelijke financiële en technische gegevens die worden verzameld vanaf onder andere facturen en waarnemingen op de bedrijven. Op basis van de bedrijfseconomische boekhoudingen wordt verslag uitgebracht van bovengenoemde aspecten.

De bedrijven in het Informatienet zijn door middel van een aselechte steekproef uit de Meitelling van het CBS geselecteerd. Dit is een gestratificeerde steekproef en houdt in dat de populatie is ingedeeld naar groepen (strata). In de glastuinbouw is dit een indeling naar subsector (groente, bloemen en potplanten), bedrijfsomvang en vestigingsgebied. De steekproef wordt jaarlijks voor circa 20% vernieuwd.

Het Informatienet omvat de gespecialiseerde productiebedrijven. Ieder bedrijf in de steekproef vertegenwoordigt een aantal bedrijven in de populatie. Dit is de wegingsfactor van het bedrijf en wordt gebruikt voor het bepalen van de resultaten voor de gehele populatie. De steekproef voor de glastuinbouw bestaat uit gespecialiseerde glasgroente-, snijbloemen- en potplantenbedrijven. De steekproef omvat niet de hele kleine bedrijven (kleiner dan 16 Nederlandse grootte-eenheden (nge)) en niet de hele grote bedrijven (groter dan 800 nge). De steekproef is in 1997 representatief voor circa 67% van de circa 12.200 bedrijven met glastuinbouw en circa 94% van het areaal productieglastuinbouw (9736 ha) in Nederland. Voor meer informatie wordt verwezen naar de publikatie *Het LEI-boekhoudnet van A tot Z* (Poppe, 1993).

Daar het Informatienet een steekproef betreft, zijn de resultaten van de opties met een (zeer) beperkte penetratiegraad, ofwel de opties die in de introductiefase verkeren, minder betrouwbaar. Voor dergelijke opties zal een link worden gelegd met eventuele informatie beschikbaar uit andere bronnen.

Sectorrekening

Op basis van de gegevens van de glastuinbouwbedrijven in het Informatienet wordt een sectorrekening voor de afzonderlijke sectoren opgesteld. Hiervoor worden de individuele bedrijfsgegevens uit het Informatienet geaggregeerd naar sectorniveau. De sectorrekening geeft informatie over het niveau van de opbrengsten en kosten in de gehele productieglastuinbouw. Zowel de opbrengsten als de kosten worden opgesplitst naar een aantal posten waaronder de energiekosten. Van een deel van de posten worden ook gegevens verzameld over de hoeveelheden; dit geldt onder andere voor energie. Deze post is in het kader van het hier beschreven onderzoek zowel in het Informatienet als in de sectorrekening opgesplitst naar energiedragers (diverse brandstoffen, elektriciteit, warmte van derden, enzovoort). Voor meer informatie over de sectorrekening wordt verwezen naar (Verhoog, 1994).

Bijlage 2 Tabellen bij hoofdstuk 3

Tabel B2.1 *Areaal productieglastuinbouw en opkweek in Nederland per jaar over de periode 1980-1998 (hectare) a)*

Subsector	1980	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
Groente b)	4.574	4.371	4.338	4.246	4.235	4.201	4.225	4.308	4.396	4.540	4.352	4.261	4.116	4.071	4.166
Snijbloemen c)	3.187	3.286	3.347	3.437	3.510	3.684	3.798	3.835	3.818	3.843	3.922	3.900	3.876	3.816	3.874
Potplanten d)	766	951	1.045	1.151	1.222	1.281	1.345	1.451	1.536	1.534	1.626	1.651	1.711	1.849	1.961
Prod. glastuinbouw	8.527	8.608	8.730	8.834	8.967	9.166	9.368	9.594	9.750	9.917	9.900	9.812	9.703	9.736	10.001
Opkweek	228	360	353	371	362	384	400	390	390	399	331	342	340	336	343

a) Staan en plat, verwarmd en onverwarmd glas; b) Inclusief fruit onder glas; c) Inclusief bollen en knollen onder glas; d) Inclusief perkplanten, boomkwekerij en vaste planten onder glas.

Bron: CBS-Metelling.

Tabel B2.2 Gemiddelde prijs van aardgas en elektriciteit voor de productieglastuinbouw per jaar over de periode 1980-1998 (cent per eenheid)

	1980	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998 ^r
Nominaal															
aardgas (m ³)	19,5	42,3	28,9	19,5	20,7	19,1	22,1	22,4	21,8	21,8	21,7	23,0	23,7	26,2	25,9
aardgas w/k (m ³) b)															
elektriciteit (kWh)	19,7	24,2	18,8	16,4	16,1	16,1	16,1	15,6	14,7	14,6	20,7	22,2	22,2	23,8	22,5
Koopkrachtindex (%) a)	100	85,5	85,6	85,8	85,3	84,3	82,7	80,2	77,9	76,4	74,7	73,6	72,5	71,0	69,6
Reëel															
aardgas (m ³)	19,5	36,1	24,8	16,7	17,7	16,1	18,3	18,0	17,0	16,7	16,2	16,9	17,2	18,6	18,0
aardgas w/k (m ³) b)															
elektriciteit (kWh)	19,7	20,7	16,1	14,1	13,7	13,6	13,3	12,5	11,5	11,2	10,5	11,0	10,5	10,7	15,7

r = raming.

a) Prijspeil 1980 exclusief BTW; b) 1994 betreft het vierde kwartaal.

Bron: gas: Gasunie; elektriciteit: LEI (sectorrekening); koopkrachtindex: CBS/LEI-tuinbouwcijfers.

Tabel B2.3 *Werkelijk energiegebruik per energiedrager in de productieglastuinbouw per jaar over de periode 1980-1998*

Energiedrager	1980	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998 ^r
Aardgas (10 ⁶ m ³)	3.265	2.700	2.987	3.347	3.179	3.437	3.623	4.136	3.981	4.190	3.960	3.910	4.346	3.655	3.676
Olief a) (10 ⁶ m ³ a.e.)	135	25	16	16	29	28	29	39	8	4	16	9	14	7	7
Restwarmte b) (10 ⁶ GJ)	0	0,1	0,3	0,6	0,7	0,9	1,1	1,2	1,3	1,3	1,3	1,3	3,6	5,0	5,6
W/k-warmte c) (10 ⁶ GJ)	0	0,1	0,1	0,1	0,2	0,4	0,7	1,3	2,3	3,8	5,2	6,9	8,1	9,2	10,1
Elektriciteit d) (10 ⁶ kWh)	370	442	464	520	561	614	677	776	879	967	1.021	896	1.036	1.108	1.200
Totaal (PJ) e)	108,9	88,0	97,1	109,0	104,4	113,1	119,8	137,5	133,0	141,3	136,0	135,4	153,4	134,1	136,5

r = raming

a) Zware olie, lichte olie en petroleum; b) Afkomstig van elektriciteitscentrales of STEG-eenheden; c) afkomstig van w/k-installaties van nutsbedrijven; 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: Gasunie, gecorrigeerd voor gasverbruik champignons, w/k-nutsbedrijven en opkweek

olie: LEI-sectorrekening

restwarmte: distributebedrijven, gecorrigeerd voor opkweek

w/k-warmte: berekend op basis van opgesteld vermogen: (bron: LEI/PWK), gecorrigeerd voor opkweek elektriciteit: LEI-sectorrekening.

Tabel B2.4 Gemiddelde werkelijke energie-intensiteit in de productieglastuinbouw per jaar over de periode 1980-1998 (eenheden per m²) a)

	1980	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998 ^r
Brandstof (m ³ a.e.)	39,9	31,7	34,6	38,3	36,1	38,2	39,6	44,4	42,1	43,9	42,2	42,6	48,7	42,2	41,8
Elektriciteit (kWh)	4,3	5,1	5,3	5,9	6,3	6,7	7,2	8,1	9,0	9,8	10,3	9,1	10,7	11,4	12,0
Totaal (MJ)	1.278	1.022	1.112	1.234	1.165	1.234	1.279	1.433	1.364	1.425	1.374	1.379	1.581	1.377	1.365

r = raming.

a) Brandstofintensiteit is aardgas, olie, restwarmte en w/k-warmte samen.

Tabel B2.5 Gemiddelde energie-intensiteit gecorrigeerd voor temperatuur in de productieglastuinbouw per jaar over de periode 1980-1998 (eenheden per m²)

	1980	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998†
Brandstof a) (m ³ a.e.)	39,6	29,8	33,7	37,2	38,6	41,6	43,0	44,6	44,5	44,7	44,6	44,0	46,7	44,0	44,3
Elektriciteit (kWh)	4,3	5,0	5,3	5,8	6,4	6,9	7,5	8,1	9,2	9,8	10,5	9,3	10,5	11,5	12,2
Totaal (MJ)	1.267	961	1.084	1.197	1.243	1.340	1.388	1.440	1.441	1.450	1.450	1.439	1.516	1.434	1.445
Totaal (m ³ a.e.)	40,0	30,4	34,3	37,8	39,3	42,3	43,9	45,5	45,5	45,8	45,8	45,5	47,9	45,3	45,7

r = raming.

a) Brandstofintensiteit is aardgas, olie, restwarmte en w/k-warmte samen.

Tabel B2.6 Primair brandstofverbruik gecorrigeerd voor temperatuur in de productieglastuinbouw per jaar over de periode 1980-1998

	1980	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998†
Primaire brandstof (10 ⁶ m ³ a.e.)	3.488	2.695	3.070	3.426	3.611	3.968	4.195	4.451	4.518	4.602	4.560	4.417	4.561	4.258	4.379
(m ³ a.e./m ²)	40,9	31,3	35,2	38,8	40,3	43,3	44,8	46,4	46,3	46,4	46,1	45,0	47,0	43,7	43,8

r = raming.

Tabel B2.7 Aantal graaddagen per jaar in de periode 1980-1998 a)

	1980	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998†
Graaddagen	3.246	3.487	3.334	3.372	2.825	2.697	2.680	3.165	2.831	3.078	2.836	2.917	3.504	2.929	2.821
Lichtsom b)	330	333	367	329	324	376	366	346	359	331	339	366	342	353	310

† = raming.

a) Stookgrens = 18 °C; aantal graaddagen normaal jaar = 3.198; b) 10^3 J/cm²; lichtsom normaal jaar = $350 \cdot 10^3$ J/cm².

Bron: KNMI.

Tabel B2.8 Gemiddelde fysieke productie in de productieglastuinbouw per jaar over de periode 1980-1998 ($f(1980)/m^2$)

	1980	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998†
Fysieke productie	46,1	58,3	62,1	65,9	69,6	72,5	75,3	76,5	79,0	79,0	80,3	83,9	83,6	85,6	83,7

† = raming.

Bron: LEI-sectorrekening.

Tabel B2.9 Index energie-efficiëntie gecorrigeerd voor temperatuur in de productieglastuinbouw per jaar over de periode 1980-1998

Index energie-efficiëntie	1980	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998 ^r
% 1980	100	61	64	66	65	67	67	68	66	66	65	60	63	58	59
% 1989						100	100	102	98	98	96	90	94	86	88

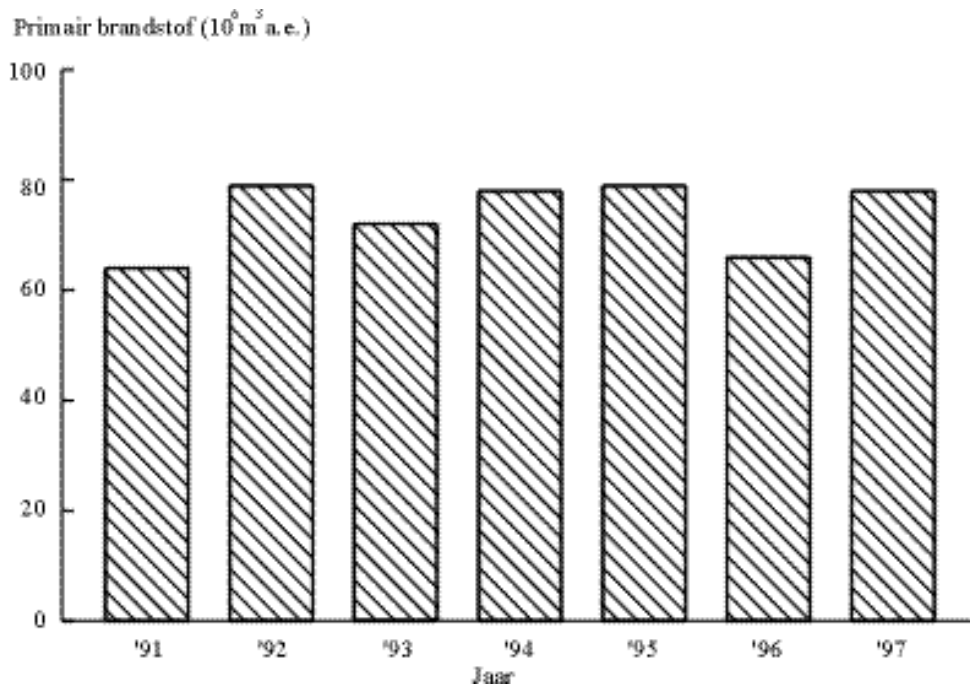
r = raming.

Tabel B2.10 CO₂-emissie gecorrigeerd voor temperatuur in de productieglastuinbouw per jaar over de periode 1980-1998 (miljoen ton)

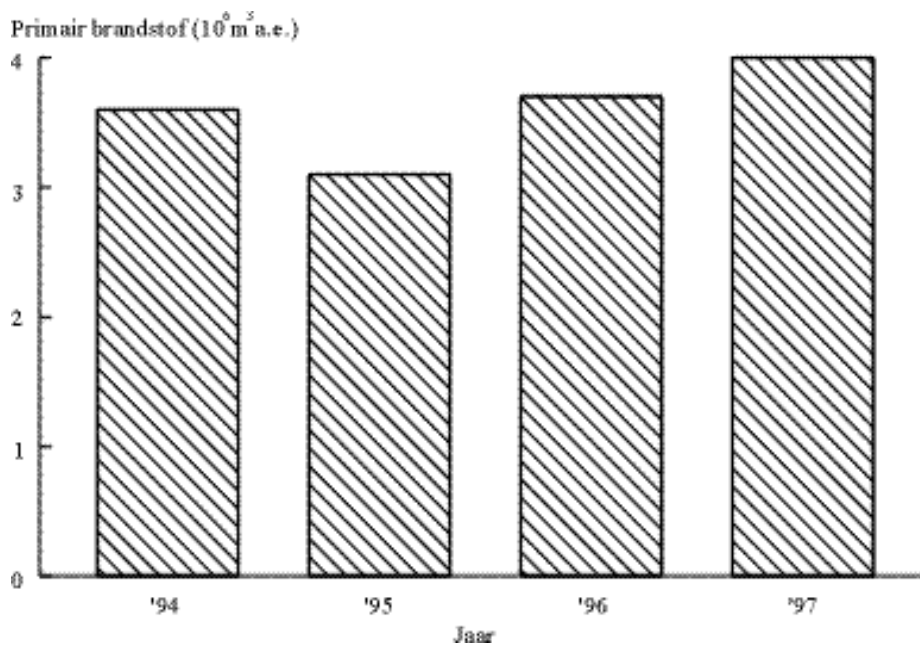
	1980	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998 ^r
CO ₂ -emissie	6,3	4,9	5,5	6,2	6,5	7,1	7,6	8,0	8,1	8,3	8,2	8,0	8,2	7,7	7,9

r = raming.

Bijlage 3 Ontwikkeling energiegebruik stomen en gietwaterontsmetting



Figuur B3.1 Schatting van het primair brandstofverbruik voor stomen over de jaren 1991 t/m 1997 (miljoen $\text{m}^3 \text{ a.e.}$)



Figuur B3.2 Schatting van het primair brandstofverbruik voor gietwaterontsmetting over de jaren 1994 t/m 1996 (miljoen $\text{m}^3 \text{ a.e.}$)