

Energie in de glastuinbouw van Nederland

Ontwikkelingen in de sector en op de bedrijven t/m 1999

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



Projectcode 64203-1

Oktober 2000

Rapport 3.00.07

LEI, Den Haag

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

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

Energie in de glastuinbouw van Nederland; Ontwikkelingen in de sector en op de bedrijven t/m 1999

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

Den Haag, LEI, 2000

Rapport 3.00.07; ISBN 90-5242-607-4; Prijs f 31,- (inclusief 6% BTW)

65 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, welke een verbetering van de energie-efficiëntie met 50% over de periode 1980-2000 nastreeft.

In 1999 is de energie-efficiëntie met 3 procentpunten verbeterd tot een niveau van 57% ten opzichte van 1980. Dit is het gevolg van een daling van het primair brandstofverbruik per m² met circa 2% en een stijging van de fysieke productie met bijna 3%. De ontkoppeling van het energiegebruik en de fysieke productie zet hiermee door. Het aandeel warmte van derden in het totale energiegebruik bedraagt 11,7%.

Er is een constante toename in het gebruik van de energiebesparende opties klimaatcomputer, rookgascondensor, warmteopslag, schermen en gevelisolatie. De gemiddelde jaarlijkse toename in penetratiegraad varieert van 1 tot 3 procentpunt. Met deze opties is in 1999 3,4% energie bespaard ten opzichte van 1991. Door de toename van de energievragende activiteiten als belichting en CO₂-dosering neemt de energievraag toe; bij de ingestelde teelttemperatuur wordt de dalende trend daarentegen in 1999 voortgezet.

Bestellingen:

Telefoon: 070-3358330

Telefax: 070-3615624

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

Informatie:

Telefoon: 070-3358330

Telefax: 070-3615624

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

© LEI, 2000

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 gedeponeerd 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 w/k-installaties in eigendom van tuinders | 20 |
| 3.4.5 Stomen en gietwaterontsmetting | 20 |
| 3.5 Fysieke productie | 21 |
| 4. Energiebesparende opties en energievragende activiteiten op de bedrijven | 22 |
| 4.1 Inleiding | 22 |
| 4.2 Belangrijkste ontwikkelingen | 22 |
| 4.3 Penetratiegraden energiebesparende opties | 22 |
| 4.4 Absolute energiebesparing | 28 |
| 4.5 Temperatuurintegratie en Internet | 28 |
| 4.6 Energievragende activiteiten | 30 |
| 4.6.1 CO ₂ -doseren | 30 |
| 4.6.2 Minimumbuis | 31 |
| 4.6.3 Teelttemperatuur | 32 |
| 4.7 Assimilatiebelichting en karakterisering belichtende bedrijven | 32 |
| 4.7.1 Inleiding | 32 |
| 4.7.2 Assimilatiebelichting | 32 |
| 4.7.3 Karakterisering belichtende bedrijven | 33 |

| | Blz. |
|--|------|
| 5. Warmte van derden | 38 |
| 5.1 Inleiding | 38 |
| 5.2 De belangrijkste ontwikkelingen | 38 |
| 5.3 Restwarmte | 39 |
| 5.4 W/k-warmte van w/k-installaties van energiebedrijven | 41 |
| 5.5 Effect van verhogen dekkingsgraad van warmte van derden | 43 |
| 5.6 Warmte van w/k-installaties van tuinders | 43 |
| 6. Conclusies | 45 |
| Literatuur | 47 |
| Bijlagen | |
| 1 Nadere uitwerking van de methode | 49 |
| 2 Tabellen bij hoofdstuk 3 | 56 |
| 3 Ontwikkeling energiegebruik stomen en gietwaterontsmetting | 63 |
| 4 Uitgangspunten bij de berekeningen uit paragraaf 4.7.3 | 65 |

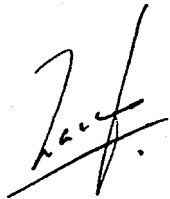
Woord vooraf

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.

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 1999, waarbij voor 1999 een raming is gemaakt. De ontwikkeling van energiebesparende en energievragende activiteiten op de bedrijven is in beeld gebracht over de periode eind 1990 - eind 1999, waarbij voor de laatste twee jaren voorlopige cijfers zijn gebruikt. Extra aandacht is dit jaar besteed aan belichtende bedrijven. Het onderzoek wordt voor een belangrijk deel uitgevoerd op basis van het Bedrijven-Informatienet van het LEI. De gegevensverzameling op de bedrijven is grotendeels uitgevoerd door J.L. Qualm en A.W. van Vliet. Het onderzoek is uitgevoerd door R. Bakker (projectleider), A. van der Knijff, N.J.A. van der Velden 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 ernaar 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 besparing aan primair brandstof die als gevolg van de toepassing van de opties wordt gerealiseerd, wordt gekwantificeerd. Het onderzoek is grotendeels uitgevoerd op basis van gegevens uit het Bedrijven-Informatienet van het LEI.

Energie-efficiëntie

De voorlopige cijfers over 1999 laten een verbetering van de energie-efficiëntie zien met 3 procentpunten tot een niveau van 57%. Hiervoor zijn zowel de fysieke productie als het primair brandstofverbruik verantwoordelijk. De fysieke productie is met bijna 3% gestegen, en het primair brandstofverbruik met circa 2% gedaald. De stijging van de fysieke productie wordt voor een belangrijk deel verklaard door het feit dat er in 1999 veel meer licht was dan in 1998.

De energie-efficiëntie is in 1998 definitief uitgekomen op 60%. In de periode 1990-1999 is de energie-efficiëntie met 10 procentpunten verbeterd. Deze ontwikkeling is het gevolg van een toename van de fysieke productie per m² kas met 13% en een daling van het primair brandstofverbruik per m² van bijna 4%, beiden over de periode vanaf 1990. In de periode tot 1994 verliep de ontwikkeling van het primair brandstofverbruik per m² in dezelfde richting als de ontwikkeling van de fysieke productie per m² kas. In de periode 1994-1997 neemt de fysieke productie verder toe en neemt het primair brandstofverbruik af; er treedt ontkoppeling op. Na het donkere jaar 1998 lijkt de ontkoppeling in 1999 voort te zetten.

CO₂-emissie

De definitieve CO₂-emissie in 1998 bedraagt 7,9 miljoen ton, wat 7% hoger is dan in het basisjaar 1989/1990. In 1999 is het areaal productieglastuinbouw met circa 2% toegenomen ten opzichte van 1998 en het primair brandstofverbruik per m² kas met bijna 2% afgenomen. Hierdoor is het primair brandstofverbruik, en daardoor ook de CO₂-emissie, in 1999 hetzelfde als in 1998. De CO₂-emissie in 1999 wordt dus geraamd op 107% van het niveau van 1989/1990.

Energiebesparende opties; penetratiegraad en kenmerken

De penetratiegraden van de energiebesparende opties klimaatcomputer, condensor, beweegbare schermen, gevelisolatie en warmteopslag zijn in 1999 toegenomen ten opzichte van het jaar ervoor. Hiermee wordt de continu stijgende trend in de voorgaande jaren voortgezet. De gemiddelde jaarlijkse toename in penetratiegraden van de genoemde opties over de periode eind 1990-eind 1999 varieert van 1 tot ruim 3 procentpunt. Met deze opties is door de sector in 1999 (ten opzichte van 1991) 137 miljoen m³ a.e. bespaard. Uitgedrukt in het brandstofverbruik van de sector is dit 3,4%. De gemiddelde inhoud van warmtebuffers is in 8 jaar tijd toegenomen van 56 naar 85 m³ per ha. Van de beweegbare schermen in de glasgroenteteelt heeft het grootste deel een isolatiegraad tussen de 35 en 40%. Op sierteeltbedrijven valt het merendeel van de beweegbare schermen in de klasse van 40 tot 55% energiebesparing. Vaste schermen komen hoofdzakelijk nog voor in de groenteteelt en de perkplantenteelt.

Energievragende activiteiten

Naast de energiebesparende opties zijn energievragende activiteiten van invloed op het brandstofverbruik per m² in de glastuinbouw (vóór omrekening naar primair brandstof). Intensivering van energievragende activiteiten zoals belichting en CO₂-dosering zullen tot een stijging van het brandstofverbruik leiden. Het brandstofverbruik per m² is in de periode 1991-1998 vrijwel gelijk gebleven. Dit betekent dat de toenemende energiebesparing door de opties, en de stijging van het energieverbruik door de intensivering van energievragende activiteiten elkaar ongeveer in evenwicht houden. In 1999 is het brandstofverbruik per m² echter iets gedaald. Dit zou kunnen betekenen dat het positieve effect van de gestegen penetratiegraden van de opties groter is dan het negatieve effect van de intensivering van energievragende activiteiten. De komende jaren zullen uitwijzen of het hierbij om een incidentele daling van het brandstofverbruik per m² gaat, of dat er een meer structurele ontwikkeling achter zit.

Circa 40% van de bedrijven heeft per eind 1998 aansluiting op Internet. Temperatuurintegratie met een specifiek softwareprogramma op de klimaatcomputer wordt door slechts 6% van de bedrijven toegepast. Waarschijnlijk wordt op een veel groter deel van de bedrijven handmatige temperatuurintegratie toegepast.

Op ongeveer 70% van het areaal met assimilatiebelichting wordt een eigen w/k gebruikt. Bedrijven met een eigen w/k belichten gemiddeld intensiever (groter belicht oppervlak, meer belichtingsuren en een groter lampvermogen per m²) dan de bedrijven die 'uit het net' belichten. Als alle uit het net belichtende bedrijven een w/k aanschaffen voor hun

elektriciteitsbehoefte kan de energie-efficiëntie op sectorniveau met ½ procentpunt verbeteren. Dit effect is relatief gering, omdat vooral extensieve belichters uit het net belichten. Tuinders hebben vooral bedrijfseconomische overwegingen om uit het net te belichten.

Warmte van derden

Het aandeel warmte van derden in het totaal energiegebruik van de glastuinbouw bedraagt in 1997 11,7%. Warmte van derden bestaat uit restwarmte en w/k-warmte van w/k-installaties van energiebedrijven. Per eind 1999 wordt op bijna 15% van de bedrijven warmte van derden gebruikt. Met het gebruik van warmte van derden is in 1999 8% primair brandstof bespaard. Indien geen warmte van derden zou zijn gebruikt dan zou de energie-efficiëntie 5 procentpunten slechter zijn geweest. Het gebruik van w/k-installaties in eigendom van de tuinders levert een bijdrage van circa 1 procentpunt aan de energie-efficiëntie. Het totale effect van de gecombineerde productie van elektriciteit en warmte op de energie-efficiëntie is 6 procentpunten. De CO₂-emissie zou zonder het gebruik van warmte van derden en eigen w/k's in 1998 zijn uitgekomen op 117% ten opzichte 1989/90. Het effect van warmte van derden op de CO₂-emissie bedraagt hiermee 10 procentpunten.

Op 1 januari 1999 maken circa 335 bedrijven met een totaal areaal van 560 ha gebruik van restwarmte. Daarnaast hebben naar schatting ongeveer 840 bedrijven (met totaal ruim 1.800 ha) een w/k van het energiebedrijf. Het totale geschatte areaal met warmte van derden komt hiermee op 2.360 ha. Het areaal met een w/k-installatie in eigen beheer bedraagt naar schatting 1.100 ha. De uitbreidingsmogelijkheden van warmte van derden lijken als gevolg van de liberalisering van de energiemarkt beperkt. Voor verbetering van de energie-efficiëntie is het daarom erg belangrijk dat de dekkingsgraad op bestaande bedrijven met warmte van derden verhoogd wordt.

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. Aansluitend 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 jaarlijks 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 gebied 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 door de sector. Daarnaast 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.

Verder wordt in dit hoofdstuk wat dieper ingegaan op belichtende bedrijven die de elektriciteit voor de belichting van het openbare net betrekken in vergelijking met belichtende bedrijven die een eigen w/k hebben. In hoofdstuk 5 wordt het gebruik van warmte van derden verder in kaart gebracht. Dit is een belangrijke optie om het primair brandstofverbruik te verlagen. Hoofdstuk 6 bevat de slotbeschouwing.

2. Methode

2.1 Energie-efficiëntie, CO₂-emissie en energiegebruik

De energie-efficiëntie is het energiegebruik per eenheid product. Deze is gedefinieerd als 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 1998 circa 12.000 bedrijven met glastuinbouw. Op deze bedrijven bevindt zich circa 10.000 ha glas. De opkweek omvat ruim 3% van het areaal glas (bijlage 2, tabel B2.1), wordt gezien als toelevering en wordt daarom buiten beschouwing gelaten.

In de productieglastuinbouw worden verschillende soorten energie gebruikt (aardgas, olie, restwarmte van elektriciteitscentrales, warmte van w/k-installaties van energiebedrijven 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.

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 1999 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 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

Van de energiebesparende opties en energievragende activiteiten wordt jaarlijks de penetratiegraad (de mate waarin een optie/activiteit op de bedrijven wordt toegepast) bepaald. Inzicht in deze penetratiegraden 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 economische, 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 1998 representatief voor circa 66% van de 12.000 bedrijven met glastuinbouw en circa 92% van het areaal productieglastuinbouw (10.001 ha) in Nederland. Wat betreft de gespecialiseerde bedrijven is het Informatienet in 1998 representatief voor circa 92% van de 8.400 gespecialiseerde glasbedrijven in Nederland.

Voor de ontwikkeling van de penetratiegraden in de tijd is informatie beschikbaar van de boekjaren 1991 tot en met 1998. Als peildatum wordt uitgegaan van het eind van het voorafgaande jaar. Daarnaast is er voorlopige informatie beschikbaar van eind 1998 en is er telefonisch informatie verzameld van de belangrijkste opties per eind 1999. Hierdoor ontstaat er voor de penetratiegraden een reeks over de periode eind 1990 - eind 1999.

De penetratiegraden zijn bepaald op basis van het Informatienet, wat een steekproef is. 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

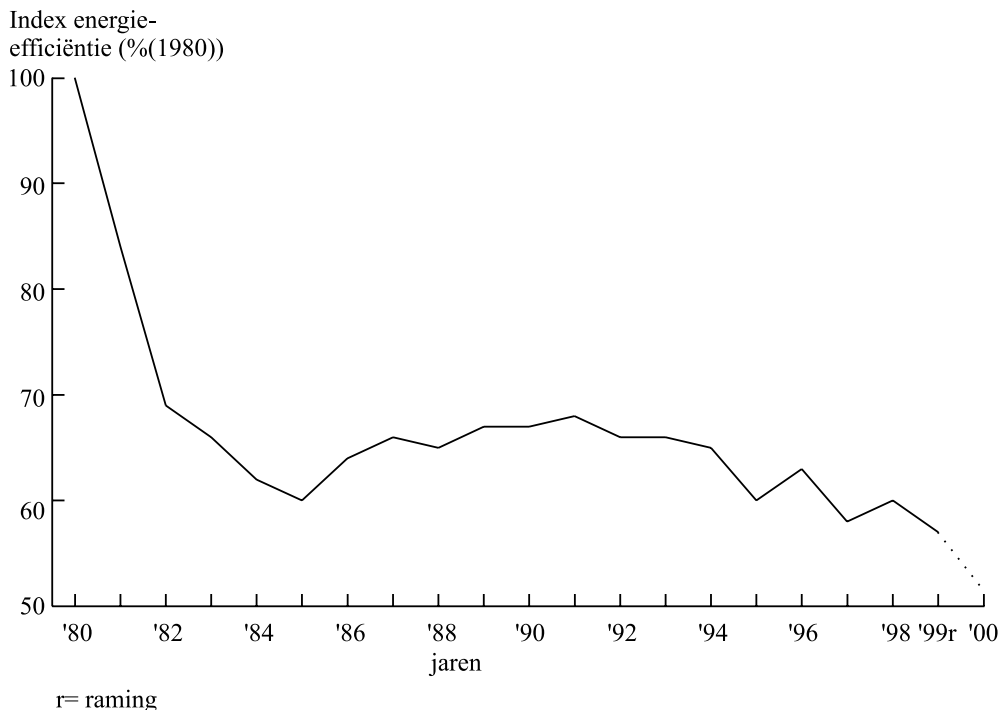
3.1 Inleiding

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. Er wordt ingegaan op het primair brandstofverbruik, de fysieke productie en de achterliggende factoren. Ook wordt het effect van warmte van derden en het energiegebruik voor stomen en gietwaterontsmetting behandeld.

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 1999 zijn geraamd, voor de voorgaande jaren zijn deze definitief. Het energiegebruik en daarmee ook de energie-efficiëntie en de CO₂-emissie zijn gecorrigeerd voor de buitentemperatuur.

3.2 Energie-efficiëntie

In 1998 komt de energie-efficiëntie uit op 60%, wat een verslechtering is met 2 procentpunten ten opzichte van 1997 (figuur 3.1). Deze ontwikkeling wordt veroorzaakt door een daling van



Figuur 3.1 Ontwikkeling van de index van de energie-efficiëntie in de productieglastuinbouw in de periode 1980-1999 en de doelstelling in 2000

de fysieke productie per m² met ruim 3%, en een gelijkblijvend primair brandstofverbruik, beiden ten opzichte van 1997. De energie-efficiëntie in 1999 wordt geraamd op 57% en is daarmee 3 procentpunten lager dan in 1998. Deze 57% ligt 7 procentpunten boven de doelstelling van 50% in 2000. De daling van de energie-efficiëntie in 1999 is het gevolg van een daling van het primair brandstofverbruik met circa 2%, en een stijging van de fysieke productie per m² met bijna 3%. In de periode 1990-1999 is de energie-efficiëntie met 10 procentpunten verbeterd, ofwel gemiddeld 1,1 punt per jaar. Deze ontwikkeling kan worden verklaard uit een toename van de fysieke productie per m² van ongeveer 13%, en een daling van het primair brandstofverbruik per m² van bijna 4%, beiden over de periode vanaf 1990.

3.3 CO₂-emissie en areaal

CO₂-emissie

De CO₂-emissie kwam in 1998 uit op 7,9 miljoen ton, wat 7% hoger is dan in het basisjaar 1989/1990 (tabel 3.1). Dit kan worden verklaard door een toename van het areaal met bijna 8%, en een daling van het primair brandstofverbruik met circa 1% (beiden ten opzichte van 1989/1990). In 1999 neemt het areaal met 2% toe en daalt het primair brandstofverbruik met 2% ten opzichte van 1998. Hierdoor blijft de CO₂-emissie in 1999 gelijk en wordt geraamd op 7,9 miljoen ton (107% van 1989/1990).

De index van de CO₂-emissie zoals hiervoor is weergegeven is gebaseerd op de basisperiode 1989/1990 zoals is afgesproken in de MJA-E. De CO₂-emissie wordt ook wel uitgedrukt in het basisjaar 1990 (tabel 3.1). Dit wordt gedaan in relatie tot de doelstellingen die mondiaal in Kyoto zijn afgesproken.

Tabel 3.1 CO₂-emissie in de productieglastuinbouw gecorrigeerd voor temperatuur in de periode 1989-1999 (miljoen ton)

| CO ₂ -emissie | 1989 | 1990 | 1991 | 1992 | 1993 | 1994 | 1995 | 1996 | 1997 | 1998 | 1999 ^r | |
|--------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------------------|-----|
| Absoluut (miljoen ton) | 7,1 | 7,6 | 8,0 | 8,1 | 8,3 | 8,2 | 8,0 | 8,2 | 7,7 | 7,9 | 7,9 | |
| Index MJA-E (% 1989/90) | --- | 100 | --- | 109 | 111 | 113 | 112 | 108 | 112 | 104 | 107 | 107 |
| Index Kyoto (% 1990) | | 100 | 106 | 108 | 110 | 109 | 105 | 109 | 101 | 104 | 104 | |

r = raming.

Areaal

Na een forse toename van het areaal productieglastuinbouw in 1998 (+272 ha) is ook in 1999 het areaal flink gestegen (+218 ha). Deze toenames hangen samen met de relatief hoge rentabiliteit in de jaren 1997 en 1998. In de periode 1990-1999 is het totale areaal met bijna 9% toegenomen. In deze periode vertoont het areaal glasnagroenten een licht dalende tendens en

neemt het areaal snijbloemen iets toe. De groei in het totale areaal wordt voor een groot deel veroorzaakt door de stijging van het potplantenareaal met circa 700 ha.

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 2.6 in bijlage 2). Het primair brandstofverbruik is de brandstof die nodig is voor de productie van de afzonderlijke energiedragers (is verder uitgewerkt in bijlage 1) en bepaalt de emissie en daarmee de milieubelasting.

Het totale primair brandstofverbruik in de productieglastuinbouw bedraagt zowel in 1998 als 1999 ongeveer 4,4 miljard m³ a.e. Per m² is dit in 1999 43,0 m³ a.e. Het primair brandstofverbruik per m² is tot 1991 toegenomen, gevolgd door een stabilisatie in de periode 1991-1994. In de periode 1994-1999 is het primair brandstofverbruik per m² met bijna 7% gedaald.

3.4.2 Energieverbruik voor omrekening naar primair brandstof

Het brandstofverbruik (aardgas, olie, restwarmte en w/k-warmte) per m² kas bedraagt in 1999 43,1 m³ a.e. In de periode 1991-1998 (met uitzondering van het extreme jaar 1996) ligt het brandstofverbruik per m² rond de 44-45 m³ a.e. Het elektriciteitsverbruik af net neemt elk jaar iets toe en komt in 1999 uit op gemiddeld 13,5 kWh/m². Het brandstof- en elektriciteitsverbruik samen wordt de energie-intensiteit genoemd. Deze komt in 1999 uit op 44,6 m³ a.e. per m², wat iets lager is dan het gemiddelde niveau van 45,5 m³ in de periode 1991-1998.

3.4.3 Aandelen energiedragers

Het energiegebruik in de glastuinbouw bestaat voor het overgrote deel uit aardgas (tabel 3.2). Dit is inclusief het aardgas dat wordt gebruikt in w/k-installaties van tuinders. Het aandeel van aardgas in het totaal neemt echter wel af, en de aandelen van warmte van derden en elektriciteit nemen toe. Warmte van derden is restwarmte en warmte uit w/k-installaties van energiebedrijven. In 1999 bestond 3,7% van het energiegebruik uit elektriciteit. Het aandeel warmte van derden was in 1999 11,7%, wat bijna een verdubbeling is ten opzichte van 1995, toen het aandeel warmte van derden nog 6% bedroeg. De gebruikte warmte van derden is voor 35% afkomstig uit restwarmtebronnen (elektriciteitscentrales en STEG-eenheden) en voor 65% uit w/k-installaties van energiebedrijven. Als gevolg van de liberalisering van de energiemarkt zijn de vooruitzichten voor verdere uitbreiding van warmte van derden somber (Bakker, 2000; Van der Velden et al., 1999a). Hoofdstuk 5 zal hier verder op ingaan.

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

| Energiedrager | 1980 | 1985 | 1990 | 1995 | 1996 | 1997 | 1998 | 1999r |
|-------------------|------|------|------|------|------|------|------|-------|
| Aardgas | 94,9 | 97,1 | 95,7 | 91,4 | 89,7 | 86,3 | 85,2 | 84,5 |
| Olie | 3,9 | 0,9 | 0,8 | 0,2 | 0,3 | 0,2 | 0,1 | 0,1 |
| Warmte van derden | 0 | 0,2 | 1,5 | 6,0 | 7,6 | 10,6 | 11,5 | 11,7 |
| Elektriciteit | 1,2 | 1,8 | 2,0 | 2,4 | 2,4 | 3,0 | 3,2 | 3,7 |
| Totaal | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |

r = raming.

3.4.4 Effect van warmte van derden en w/k-installaties in eigendom van tuinders

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 1999 bedraagt het aandeel warmte van derden 11,7%. Indien geen warmte van derden zou zijn gebruikt en deze warmte geproduceerd zou zijn met de eigen ketel, dan zou het primair brandstofverbruik in 1999 per m² kas gemiddeld 3,6 m³ a.e. hoger zijn geweest. Met warmte van derden wordt daarmee een besparing aan primair brandstof van 8% gerealiseerd. De energie-efficiëntie zou in de situatie zonder warmte van derden ongeveer 5 procentpunt hoger uitkomen.

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. Er bestaat momenteel onduidelijkheid over het totaal opgestelde eigen w/k-vermogen. Uitgaande van redelijke grenzen waarbinnen dit vermogen zal liggen (hoofdstuk 5) wordt er met eigen w/k's circa 2% primair brandstof bespaard, en bedraagt het effect van eigen w/k-installaties op de energie-efficiëntie circa 1 procentpunt. In paragraaf 4.7.3 wordt het effect op de energie-efficiëntie berekend van belichtende bedrijven die de benodigde elektriciteit uit het openbare net betrekken.

De gezamenlijke besparing aan primair brandstof door warmte van derden en eigen w/k-installaties bedraagt ongeveer 10% van het totale primair brandstofverbruik in de sector. Het totale effect van de gecombineerde productie van warmte en elektriciteit op de energie-efficiëntie komt daarmee op 6 procentpunten. Zonder het gebruik van warmte van derden en eigen w/k-installaties zou de energie-efficiëntie in 1999 op 63 (in plaats van 57) zijn uitgekomen. Het effect op de CO₂-emissie is ongeveer 10 procentpunten.

3.4.5 Stomen en gietwaterontsmetting

In de glastuinbouw wordt een klein deel van het energieverbruik aangewend voor stomen en gietwaterontsmetting. In bijlage 3 wordt hier een overzicht van gegeven. Gemiddeld ligt het primair brandstofverbruik voor stomen in de periode 1991 tot en met 1998 op 75 miljoen m³ a.e. per jaar. Dit is iets minder dan 2% van het primair brandstofverbruik van de sector. De

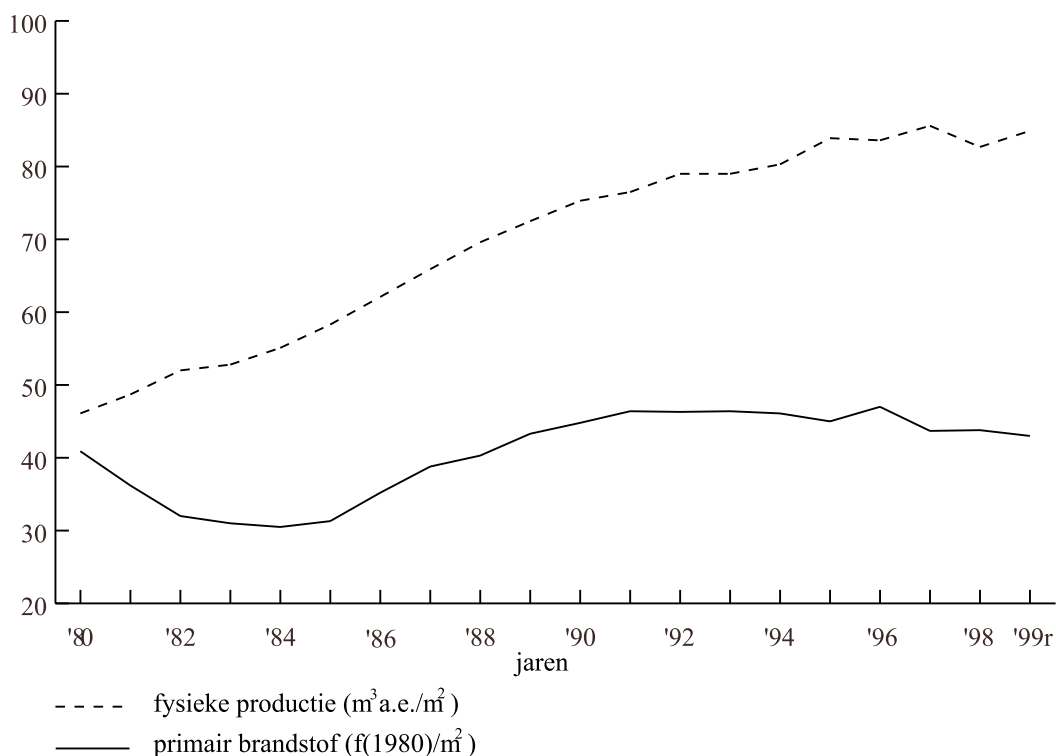
omvang van het primair brandstofverbruik voor stomen varieert over de jaren, zonder dat er van een duidelijke trend sprake is.

Het primair brandstofverbruik voor gietwaterontsmetting ligt zowel in 1994 als 1995 op een niveau van tussen de 3 tot 4 miljoen m³ a.e. Dit is circa 0,1% van het totaal primair brandstofverbruik in de sector. Na 1995 lijkt het primair brandstofverbruik voor gietwaterontsmetting elk jaar iets toe te nemen. In 1998 bedraagt dit primair brandstofverbruik naar schatting ruim 6 miljoen m³ a.e.

3.5 Fysieke productie

De ontwikkeling van de fysieke productie (in guldens van 1980 per m² kas) is weergegeven in figuur 3.2. De fysiek productie fluctueert over de jaren; de verschillen kunnen deels worden verklaard door te kijken naar de totale stralingssom in de diverse jaren. In 1999 is de fysieke productie per m² met bijna 3% toegenomen ten opzichte van 1998. Dit komt onder andere doordat de lichtsom in 1999 circa 4% hoger was dan het langjarig gemiddelde. Ten opzichte van 1998 is de lichtsom in 1999 zelfs 17% hoger. De toename van de fysieke productie bedraagt in de jaren negentig gemiddeld 1,6% per jaar.

In de periode tot 1994 verliep de ontwikkeling van het primair brandstofverbruik per m² in dezelfde richting als de ontwikkeling van de fysieke productie per m² kas. In de periode 1994-1997 neemt de fysieke productie verder toe maar neemt het primair brandstofverbruik af; er treedt ontkoppeling op. Na het donkere jaar 1998 lijkt de ontkoppeling zich in 1999 voort te zetten (figuur 3.2).



Figuur 3.2 Ontwikkeling van de fysieke productie per m² en van het primair brandstofverbruik per m² in de productieglastuinbouw in de periode 1980-1999

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 wordt vervolgens ingegaan op de toepassing van temperatuurintegratie en het gebruik van Internet. Daarna komt in paragraaf 4.5 de energiebesparing die gerealiseerd is met de energiebesparende opties aan bod. Vervolgens worden in paragraaf 4.6 enkele belangrijke energievragende activiteiten beschreven. Tot slot gaat paragraaf 4.7 wat dieper in op de toepassing van assimilatiebelichting en wordt er gekeken naar belichtende bedrijven die geen eigen w/k hebben maar uit net belichten, in vergelijking met belichtende bedrijven die wel een eigen w/k hebben.

4.2 Belangrijkste ontwikkelingen

De penetratiegraden van de belangrijkste opties (klimaatcomputer, condensor, beweegbare schermen, gevelisolatie en warmteopslag) zijn in 1999 toegenomen ten opzichte van het jaar ervoor. De gemiddelde jaarlijkse toename van de penetratiegraden van de genoemde opties over de periode 1991-1999 varieert van 1 tot ruim 3 procentpunt. Dit is het mooie resultaat van de inspanningen die door de sector op het gebied van energiebesparing worden geleverd. Als gevolg van de toenemende penetratiegraden zal er jaarlijks absoluut gezien meer energie bespaard worden. In de periode 1991-1999 is de energiebesparing door de energiebesparende opties (voor omrekening naar primair brandstof) opgelopen tot ongeveer 3,4%. Dit betekent dat door de sector in 1999 (ten opzichte van 1991) met de genoemde opties circa 3,4% energie is bespaard, wat gelijk staat aan 137 miljoen m³ aardgasequivalenten.

Temperatuurintegratie met behulp van een specifiek softwarepakket wordt op slechts 6% van de bedrijven toegepast. Het is echter waarschijnlijk dat veel meer telers op een meer handmatige manier temperatuurintegratie toepassen. Eind 1998 heeft circa 40% van de glastuinbouwbedrijven een Internetaansluiting.

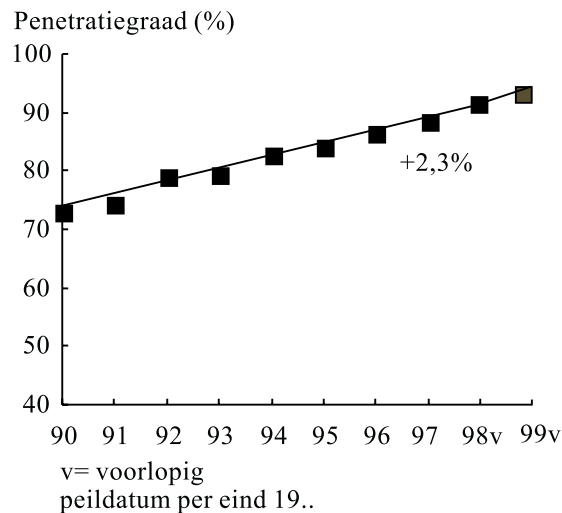
4.3 Penetratiegraden energiebesparende opties

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

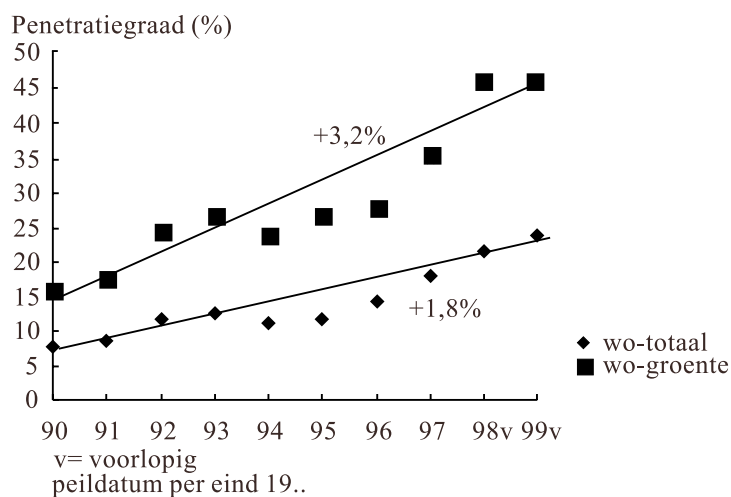
met een trendlijn in het figuur. Verder is ook de grootte van de toe- of afname (in procentpunten) bij de trendlijn aangegeven.

Klimaatcomputer

Per eind 1999 komt op ruim 94% van de bedrijven een klimaatcomputer voor. Per jaar neemt de penetratiegraad met gemiddeld 2,3 procentpunt toe. Ondanks de al zeer hoge penetratiegraad zet deze stijging door. Dit komt doordat ook steeds meer bedrijven met een relatief lage brandstofintensiteit (zoals bedrijven met heteluchtverwarming) een computer aanschaffen voor de kasklimaatregeling.



Figuur 4.1 Aandeel bedrijven met klimaatcomputer in de periode eind 1991-eind 1999 (gemiddelde mutatie in procentpunten per jaar)



Figuur 4.2 Aandeel bedrijven met warmteopslag in de periode eind 1991-eind 1999 (gemiddelde mutatie in procentpunten per jaar)

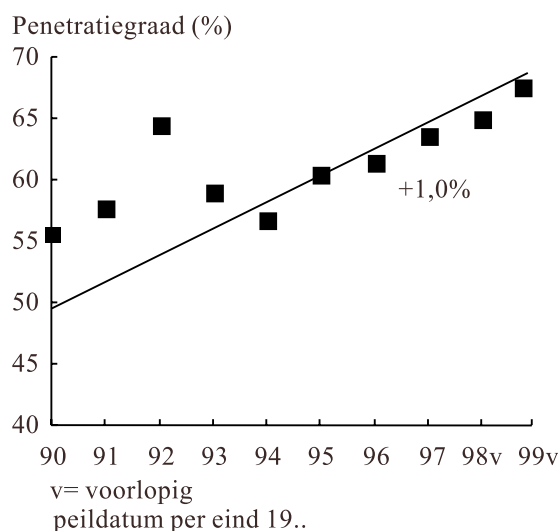
Warmteopslag

Het aandeel bedrijven met een warmtebuffer is de laatste jaren fors toegenomen. Per eind 1999 is op bijna 25% van alle bedrijven warmteopslag aanwezig. De jaarlijkse toename bedraagt gemiddeld 1,8 procentpunt.

Op groentebedrijven wordt warmteopslag al sinds de introductie van deze techniek meer toegepast dan op sierteeltbedrijven. Per eind 1999 is de penetratiegraad op groentebedrijven ruim 45%; de jaarlijkse toename is gemiddeld 3,2 procentpunt.

Condensor

Het aandeel ketels met een condensor bedraagt per eind 1999 bijna 68%. De penetratiegraad stijgt jaarlijks met gemiddeld 1,0 procentpunt. Op 17% van alle bedrijven met één of meer ketels werd eind 1998 geen condensor toegepast. Op deze bedrijven bevindt zich 10% van het areaal, wat betekent dat de bedrijven kleiner zijn dan gemiddeld. Daarnaast is de gemiddelde brandstofintensiteit ongeveer $10 \text{ m}^3/\text{m}^2$ lager dan de gemiddelde brandstofintensiteit van alle bedrijven met ketelverwarming. Door van der Velden (1996a) is onderzoek gedaan naar het bedrijfseconomisch voordeel dat met de 3 condensortypen onder verschillende bedrijfsomstandigheden is te behalen. Op basis van de resultaten kan gesteld worden dat op een deel van de 17% bedrijven zonder condensor de toepassing van een condensor op de retour rendabel zou zijn.

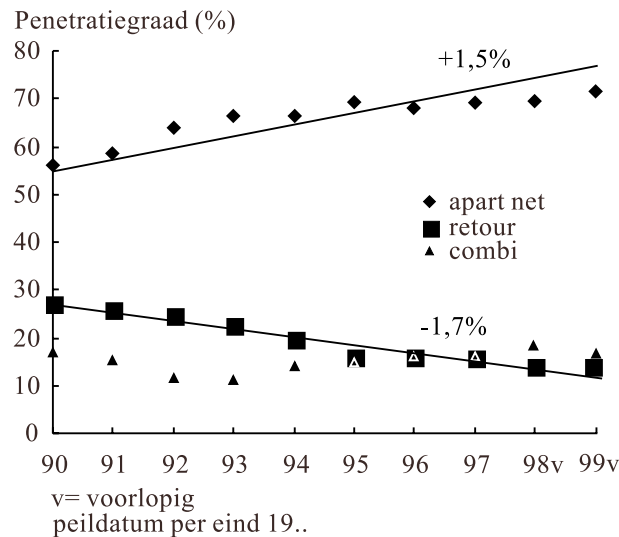


Figuur 4.3 Aandeel ketels met een condensor in de periode eind 1991-eind 1999 (gemiddelde mutatie in procentpunten per jaar)

Onderverdeling condensortypen

De aanwezige condensors (zie figuur 4.3) zijn onder te verdelen in condensors op de retour, condensors op een apart net en combicondensors. Per eind 1999 zijn de aandelen respectievelijk 13, 71 en 16%. Het aandeel condensors op de retour neemt met gemiddeld 1,7 procentpunt per jaar af; het aandeel condensors op een apart net neemt jaarlijks met gemiddeld 1,5% toe. De ontwikkeling van condensors op de retour naar condensors op een apart net

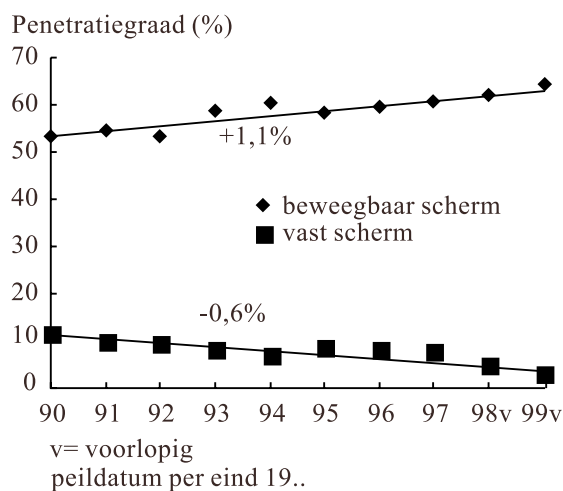
is positief, omdat deze laatste meer energie bespaart. De combicondensor, waarmee de meeste energie bespaard wordt, bevindt zich al jaren op een stabiel niveau. Indien op een condensor op een apart net een condensornet wordt aangesloten met een groot verwarmend oppervlak kan dezelfde energiebesparing behaald worden als met een combicondensor. Vanuit bedrijfs-economisch oogpunt zal het echter in de meeste gevallen verstandiger zijn om te investeren in een combicondensor, dan in aanpassing (vergroting) van het condensornet.



Figuur 4.4 Onderverdeling van de condensortypen in de periode eind 1991-eind 1999 (gemiddelde mutatie in procentpunten per jaar)

Schermen

Per eind 1999 is op bijna 70% van het areaal een scherm (vast + beweegbaar) aanwezig. Het aandeel areaal met beweegbare schermen neemt jaarlijks met gemiddeld 1,1 procentpunt toe. Eind 1999 is de penetratiegraad van beweegbare schermen bijna 65%.



Figuur 4.5 Aandeel areaal met schermen in de periode eind 1991-eind 1999 (gemiddelde mutatie in procentpunten per jaar)

Het aandeel areaal met een vast scherm neemt gemiddeld met 0,6 procentpunt per jaar af. Eind 1999 wordt op ruim 4% van het areaal nog een vast scherm toegepast. De ontwikkeling van vaste naar beweegbare schermen is positief, omdat met een beweegbaar scherm in het algemeen meer energie bespaard wordt.

Isolatiegraad schermen

Voor de toepassing als beweegbaar scherm in de glastuinbouw is een groot aantal verschillende schermdoeken op de markt. Op basis van het geteelde gewas, het gebruiksdoel van het scherm en de bedrijfsomstandigheden zal een teler voor een bepaald type doek kiezen. Elk schermdoek heeft specifieke eigenschappen, waaronder een bepaalde isolatiegraad. Onder de isolatiegraad wordt verstaan het percentage energiebesparing dat met het scherm gerealiseerd kan worden indien het scherm gesloten is. Een gangbare indeling van beweegbare schermen naar zware en lichte schermen berust op de isolatiegraad. Bij een isolatiegraad van minder dan 40% is er sprake van een licht scherm, en een scherm met een isolatiegraad groter of gelijk aan 40% valt in de categorie zware schermen (Van der Velden et al., 1996c). Bij de liberalisering van de gasmarkt kan het scherm misschien een rol spelen bij het verminderen van de gasprijsverhoging die met de invoering van het CDS-systeem gepaard gaat. In het CDS-systeem wordt de prijs van aardgas namelijk grotendeels bepaald door de verhouding van de contractcapaciteit (de maximale afname per uur), en de totale jaarlijkse gasafname. Door toepassing van een scherm op bedrijven die er nog geen één hebben, of toepassing van een zwaarder scherm op bedrijven die al wel een scherm hebben, kunnen pieken in het afnamepatroon wellicht afgevlakt worden. Hierdoor kan de contractcapaciteit dalen, waardoor ook de gasprijs lager zal worden. Tegelijkertijd kan er door de toepassing van (zwaardere) schermen extra energie bespaard worden. Om in te kunnen schatten welke mogelijkheden er zijn voor uitbreiding of 'verzwaring' van het geschermd areaal is allereerst inzicht benodigd in de toepassing van schermen met de bijbehorende isolatiegraden in verschillende gewassen. Tabel 4.1 geeft een overzicht van het gebruik van vaste en beweegbare schermen in 17 gewasgroepen, waarbij de beweegbare schermen naar isolatiegraad in 5 klassen zijn ingedeeld.

Uit de tabel is af te lezen dat de aanwezige vaste schermen vooral nog in de groenteteelt (komkommer, paprika en overige groenten met een brandstofintensiteit groter of gelijk aan 40 m³) en in de perkplantenteelt worden toegepast. Van de beweegbare schermen in de glasgroenteteelt heeft het grootste deel een isolatiegraad tussen de 35 en 40%. Bij de snijbloemen valt het merendeel van de beweegbare schermen in de klasse van 40 tot 55% energiebesparing. Daarnaast worden bij sommige snijbloemen ook schermen toegepast die in de hoogste besparingscategorie (meer dan 55%) vallen. Bij de potplanten is het beeld wat diverser. Dit komt doordat er een groot aantal verschillende soorten pot- en perkplanten is, waarbij de toepassingsmogelijkheden voor een scherm sterk kunnen verschillen. Ook in de potplantenteelt heeft het merendeel van de beweegbare schermen een isolatiegraad tussen de 40 en 55%; de spreiding over de klassen is echter groter dan bij de groenten of de snijbloemen. Beweegbare schermen die wat minder energie besparen (tussen de 10 en 15%, en tussen de 15 en 35%) komen vooral voor in de wat brandstofextensievere gewassen zoals overige groenten met een brandstofintensiteit kleiner dan 40 m³, freesia, overige bloemen met een brandstofintensiteit kleiner dan 40 m³.

Tabel 4.1 Toepassing van vaste en beweegbare schermen en onderverdeling beweegbare schermen in 5 isolatiegraadklassen, in 1998 voor verschillende gewassen

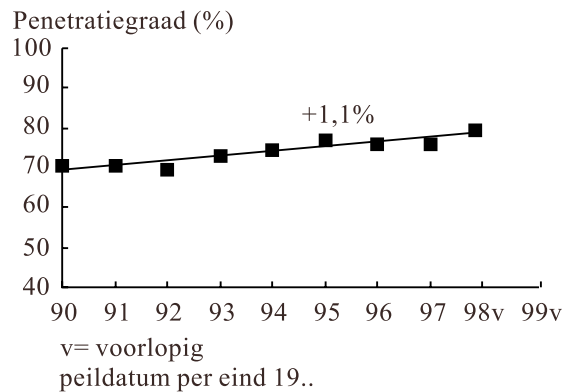
| Gewas a) | Onderverdeling areaal met beweegbaar scherm naar isolatiegraad | | | | | | | totaal (%) |
|--------------------|---|--|--|---|---|---|---|---------------|
| | Areaal met vast scherm (%) b) | Areaal met beweegbaar scherm (%) b) | areaal met isol.graad ≥ 55% (%) | areaal met isol.graad 40-55% (%) | areaal met isol.graad 35-40% (%) | areaal met isol.graad 15-35% (%) | areaal met isol.graad 10-15% (%) | |
| Tomaat | 1 | 16 | 16 | 0 | 85 | 0 | 0 | 100 |
| Komkommer | 25 | 66 | 0 | 0 | 100 | 0 | 0 | 100 |
| Paprika | 28 | 85 | 0 | 1 | 99 | 0 | 0 | 100 |
| Aubergine | 0 | 100 | 0 | 0 | 100 | 0 | 0 | 100 |
| Ov. groente bi<40 | 5 | 7 | 0 | 0 | 77 | 24 | 0 | 100 |
| Ov. groente bi≥40 | 33 | 50 | 0 | 21 | 79 | 0 | 0 | 100 |
| Roos | 2 | 76 | 2 | 59 | 37 | 1 | 0 | 100 |
| Chrysant | 0 | 99 | 67 | 22 | 0 | 11 | 0 | 100 |
| Freesia | 0 | 40 | 0 | 87 | 0 | 0 | 14 | 100 |
| Orchidee | 2 | 84 | 0 | 100 | 0 | 0 | 0 | 100 |
| Gerbera | 0 | 100 | 0 | 78 | 22 | 0 | 0 | 100 |
| Ov. bloemen bi<40 | 5 | 69 | 16 | 54 | 10 | 3 | 17 | 100 |
| Ov. bloemen bi≥40 | 0 | 72 | 23 | 46 | 20 | 0 | 11 | 100 |
| Potpl. bloeiend | 6 | 87 | 7 | 68 | 16 | 1 | 9 | 100 |
| Potpl. blad | 12 | 84 | 2 | 60 | 38 | 0 | 1 | 100 |
| Perkplanten | 20 | 55 | 0 | 53 | 36 | 12 | 0 | 100 |
| Overige potplanten | 1 | 53 | 0 | 70 | 27 | 0 | 4 | 100 |
| Alle bedrijven | 8 | 62 | 14 | 39 | 40 | 3 | 4 | 100 |

a) bi= brandstofintensiteit, in m³ aardgasequivalenten per m²; b) Het totaal van vast en beweegbaar kan boven de 100% uitkomen. Dit komt doordat op sommige bedrijven zowel een vast als een beweegbaar scherm worden gebruikt. Bij de beweegbare schermen is gekeken naar één scherminstallatie met één doek. Sporadisch kan het voorkomen dat er of 2 doeken per installatie voorkomen, of dat er 2 scherminstallaties zijn. Deze zijn dan niet meegeteld.

Uit de tabel komt naar voren dat het (puur technisch) mogelijk zou moeten zijn om op een groot deel van het geschermd areaal zwaardere schermen toe te passen. Voor de glasgroenten betekent dit schermen met een isolatiegraad die hoger is dan 40%, en voor de snijbloemen- en potplantenteelt schermen met een isolatiegraad groter of gelijk aan 55%. Daarnaast zou een scherm geïnstalleerd kunnen worden op dat deel van het areaal dat nu nog helemaal geen scherm gebruikt. Dit wil echter niet zeggen dat het toepassen van (zwaardere) schermen ook vanuit teeltechnisch en bedrijfseconomisch oogpunt altijd verstandig is. Per gewas zou daarom onderzocht moeten worden wat de bedrijfseconomische mogelijkheden zijn van toepassing van een (zwaarder) scherm, waarbij goed gekeken dient te worden of het teeltechnisch mogelijk is om een (zwaarder) scherm toe te passen, en in welke mate de contractcapaciteit met een (zwaarder) scherm verlaagd zou kunnen worden. Het LEI voert momenteel onderzoek uit naar de anticipatiemogelijkheden (waaronder schermen) in een geïntegreerde energiemarkt.

Gevelisolatie

Het aandeel kasgeveloppervlak dat geïsoleerd is neemt jaarlijks met gemiddeld 1,1 procentpunt toe. Per eind 1998 is dit aandeel ruim 78%. Gevelisolatie kan bestaan uit dubbel glas, folie, coating, kunststof of een beweegbaar scherm. Van deze mogelijkheden komen folie, dubbel glas en een beweegbaar scherm het meeste voor.



Figuur 4.6 Aandeel geveloppervlak met gevelisolatie in de periode eind 1991-eind 1999 (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 1999 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 1991-1999 de jaarlijkse energiebesparing (voor omrekening naar primair brandstof) is opgelopen tot ongeveer 3,4%. Dit betekent dat door de sector in 1999 (ten opzichte van 1991) circa 3,4% energie is bespaard, ofwel 137 miljoen m³ aardgasequivalenten. Door de continue toename van de penetratiegraden van de opties wordt de energiebesparing elk jaar iets groter. Jaarlijks wordt gemiddeld ruim 0,4 procentpunt (3,4/8 jaar) extra energie bespaard bovenop de energiebesparing die in het jaar ervoor is gerealiseerd.

4.5 Temperatuurintegratie en Internet

Temperatuurintegratie

Uit onderzoek is bekend dat veel tuinbouwgewassen reageren op de gemiddelde temperatuur die in een bepaalde periode (etmaal, of enkele dagen) is aangehouden, waarbij het niet uit-

maakt (binnen bepaalde grenzen) op welke manier deze temperatuur tot stand is gekomen. In een periode met koud en donker weer kan dus een iets lagere kasttemperatuur aangehouden worden, om dit later te compenseren door een iets hogere kasttemperatuur als het buiten zonniger en warmer is. Op deze manier wordt in de kasklimaatregeling dus rekening gehouden met het actuele en het verwachte buitenklimaat, waardoor er energie bespaard kan worden. Temperatuurintegratie kan toegepast worden met behulp van speciaal ontwikkelde software, of handmatig met behulp van de bestaande regelingen en instellingen op de klimaatcomputer. Afhankelijk van de toegepaste bandbreedte (mate waarin de temperatuur maximaal mag variëren binnen een periode) kan er zo'n 5 tot 10% energie bespaard worden, gerekend vanuit de situatie dat er geen temperatuurintegratie (handmatig of met software) wordt toegepast (Rijsdijk, 1998).

Vanaf 1999 wordt op de Informatienetbedrijven bijgehouden of ze temperatuurintegratie toepassen. Ook is informatie verzameld over het al dan niet aangesloten zijn op Internet. De resultaten zijn in tabel 4.2 weergegeven.

Tabel 4.2 Toepassing temperatuurintegratie en aansluiting op Internet

| Penetratiegraad per eind 1998v | |
|--|----|
| Toepassing temperatuurintegratie met een specifiek softwarepakket (% van alle bedrijven) | 6 |
| Aansluiting op Internet (% van alle bedrijven) | 41 |

Bron: Bedriven-Informatienet; v = voorlopig.

Uit tabel 4.2 blijkt dat op slechts 6% van de bedrijven temperatuurintegratie met een specifiek softwarepakket op de klimaatcomputer wordt toegepast. In de praktijk zullen waarschijnlijk veel meer telers temperatuurintegratie toepassen zonder specifiek hiervoor ontwikkelde software. Deze telers gaan uit van de bestaande programmatuur op de klimaatcomputer, waarbij handmatig bepaalde instellingen zodanig worden aangepast dat ze tot temperatuurintegratie leiden. Voorbeelden hiervan zijn het begrenzen van de maximumbuis-temperatuur op een donkere morgen (waarbij de lagere kasttemperatuur 's middags wordt gecompenseerd als de zon is doorgebroken) en het toepassen van een lichtverhoging op de ventilatietemperatuur (waardoor de kasttemperatuur door de instraling iets mag oplopen, wat 's avonds of 's nachts gecompenseerd wordt door een iets lagere temperatuur). Onbekend is in welke mate telers deze 'handmatige temperatuurintegratie' toepassen, en hoeveel energie hiermee in de sector bespaard wordt. Het is daarom eveneens moeilijk in te schatten hoe groot het besparingspotentieel is indien veel meer telers temperatuurintegratie zouden toepassen met speciaal ontwikkelde software op hun klimaatcomputer.

Internet

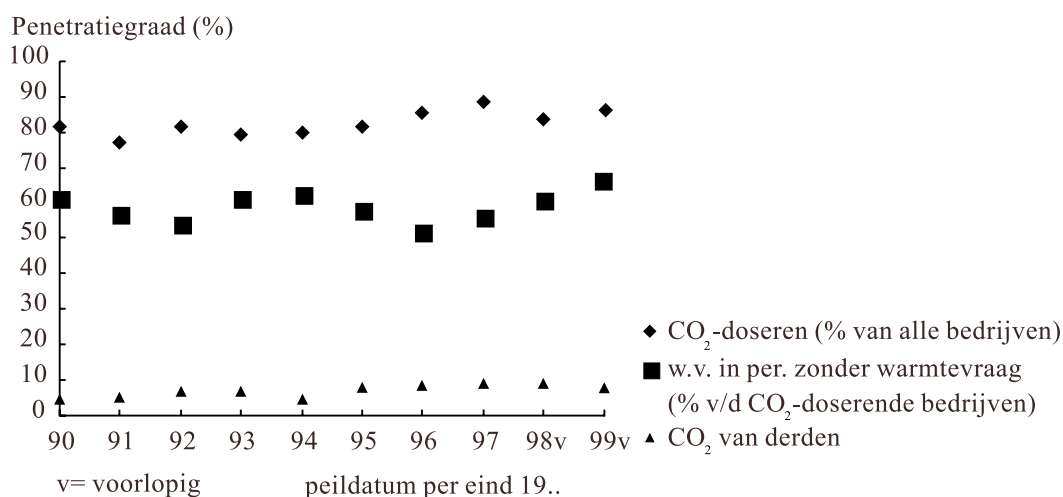
In tabel 4.1 is te lezen dat circa 40% van de bedrijven eind 1998 een aansluiting op Internet heeft. De tuinbouwsector loopt hiermee in de pas met het Nederlandse bedrijfsleven; volgens CBS-cijfers had eind 1998 42% van alle Nederlandse bedrijven een Internetaansluiting. Wel

ligt in de glastuinbouwsector het aantal bedrijven met Internet hoger dan in de andere agrarische sectoren. De meeste boeren en tuinders gebruiken Internet voor e-mail en het opzoeken van informatie over producten, regelingen en subsidies (Anonymus, 2000). Uit dit onderzoek komt verder naar voren dat ongeveer 17% van de tuinbouwbedrijven via Internet hun producten verkoopt. Alhoewel dit percentage aan de hoge kant lijkt is wel bekend dat met name de sierteeltsector op het gebied van productpresentatie en verkoop actief op Internet aanwezig is. Andere toepassingsmogelijkheden voor Internet in de glastuinbouw is bedrijfsvergelijking (zoals via Groeinet gebeurt), het doorgeven van aanvoerprognoses naar de veiling, het op afstand (laten) regelen van het kasklimaat en het bestellen van materialen bij toeleveranciers. Daarnaast hebben steeds meer tuinbouwbedrijven een eigen website waarmee (potentiële) afnemers, consumenten en potentiële werknemers geïnformeerd worden.

4.6 Energievragende activiteiten

4.6.1 CO₂-doseren

Een zeer belangrijke teeltmaatregel is het doseren van CO₂. CO₂-dosering wordt op gemiddeld 82% van de bedrijven toegepast (figuur 4.7). Op het merendeel (gemiddeld circa 60%) van de bedrijven die CO₂ doseren wordt er ook CO₂ gegeven in perioden zonder warmtevraag. Dit percentage fluctueert sterk over de jaren; de laatste jaren lijkt het aandeel bedrijven dat ook in perioden zonder warmtevraag doseert toe te nemen. Dit komt waarschijnlijk doordat steeds meer bedrijven het belang inzien van CO₂-dosering juist ook in perioden zonder warmtevraag (vooral gedurende de zomerperiode bij een hoge instraling). Naast het percentage bedrijven dat CO₂ doseert is ook de gedoseerde hoeveelheid CO₂ van belang. Over deze hoeveelheden CO₂ zijn geen recente kwantitatieve gegevens bekend. Wel bestaat de indruk dat de laatste jaren in het algemeen meer CO₂ wordt gedoseerd. Dit blijkt ondermeer uit het feit dat op nieuwe glastuinbouwbedrijven vaak voor een veel hogere maximale doseercapaciteit voor CO₂ wordt gekozen dan in het verleden.



Figuur 4.7 Aandeel bedrijven met CO₂-dosering

Eind 1999 wordt op bijna 9% van de bedrijven CO₂ van derden gebruikt. CO₂ van derden bestaat uit 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 energiebedrijven, is in deze 9% niet opgenomen. In hoofdstuk 5 wordt dieper ingegaan op het gebruik van rookgasreinigers.

Op veel bedrijven die CO₂ in perioden zonder warmtevraag doseren wordt een warmtebuffer gebruikt (zie ook paragraaf 4.2). De gemiddelde inhoud van de warmtebuffer is in de periode 1990-eind 1998 fors toegenomen (tabel 4.3). Deze toename is het grootste in de jaren 1997 en 1998; in deze jaren neemt ook de penetratiegraad van de warmtebuffer behoorlijk toe. Dit betekent dus dat de nieuw geplaatste buffers een stuk groter zijn dan bestaande. De stijging van de gemiddelde buffergrootte zal niet onbeperkt door blijven gaan. De optimale bufferinhoud wordt namelijk bepaald door de warmtevraag 's nachts wanneer de buffer geleegd moet worden.

Tabel 4.3 Ontwikkeling gemiddelde bufferinhoud (m³/ha) in de periode eind 1990-eind 1998

| | 1990 | 1991 | 1992 | 1993 | 1994 | 1995 | 1996 | 1997 | 1998v |
|----------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|
| Alle bedrijven | 56 | 56 | 60 | 63 | 66 | 77 | 75 | 82 | 85 |
| Glasgroentebedrijven | 60 | 60 | 65 | 69 | 72 | 81 | 77 | 82 | 89 |

Bron: Het Informatienet; v = voorlopig.

Naast het belang van de warmteopslag voor CO₂-dosering kan de buffer wellicht een rol spelen bij het verlagen/versmallen van de piek in de gasafname in de winter. Dit is van belang omdat de gasprijs in het CDS-systeem omhoog zal gaan als gevolg van de ongunstige verhouding in de glastuinbouw tussen de maximale gasafname (piek) en het afgenomen jaarvolume. Onderzocht zal moeten worden welke technische en economische rol de buffer kan spelen bij het verlagen van de gemiddelde CDS-gasprijs.

4.6.2 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 leidt tot extra gasverbruik. In de periode eind 1991-eind 1998 wordt een minimumbuis op gemiddeld 79% van het areaal met buisverwarming toegepast. Het totale areaal met buisverwarming op gespecialiseerde bedrijven bedroeg in 1998 ongeveer 8.400 ha. 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 50% van het areaal met buisverwarming wordt een minimumbuis alleen voor verbetering van het kasklimaat gebruikt. Op de overige 50% wordt een minimumbuis voor zowel klimaatverbetering als CO₂-dosering toegepast. De inzet van een minimumbuis kan een knelpunt zijn bij het toepassen van temperatuurintegratie, omdat het kan gebeuren dat de minimumbuis warmte levert die in het regime van de temperatuurintegratie ongewenst is.

4.6.3 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. Uit analyse in Van der Velden et al. (1999) kwam naar voren dat de gemiddeld ingestelde etmaaltemperatuur in de glastuinbouw in de periode 1991-1998 een dalende tendens vertoont. Dit geldt voor zowel de ingestelde dagtemperatuur als de ingestelde nachttemperatuur. Ook in 1999 zet de dalende trend zich voort. De totale daling in de periode 1991-1999 ligt in de orde van grootte van 1 °C. De oorzaak van deze daling in ingestelde teelttemperatuur is nog niet duidelijk. Mogelijke verklaringen zijn areaalverschuivingen naar teelten met een lagere teelttemperatuur, en/of de verlaging van de teelttemperatuur bij belangrijke teelten, bijvoorbeeld door de overstap naar andere rassen. Ook de toenemende aandacht voor de kwaliteit van de productie (wat gerealiseerd kan worden door een 'rustiger' teeltwijze) 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 uitgezocht moeten worden. Naast de methode om het effect van de energiebesparende opties op het energiegebruik in de sector te kwantificeren (paragraaf 4.4) is er ook behoefte aan een methode om de invloed op het energiegebruik vanuit de energievragende kant zichtbaar te maken.

4.7 Assimilatiebelichting en karakterisering belichtende bedrijven

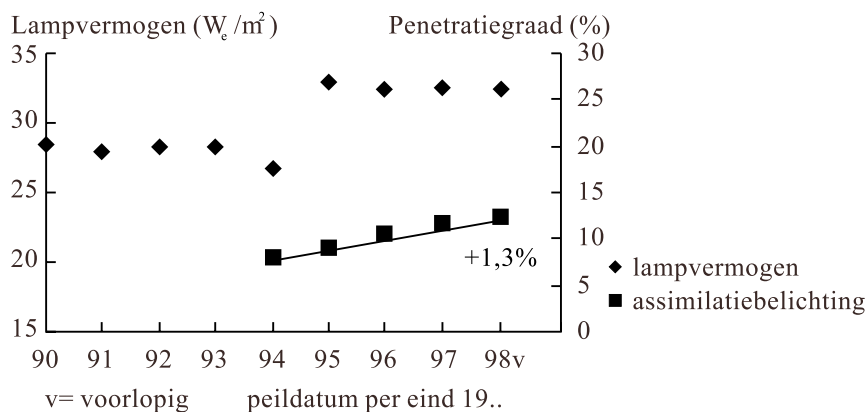
4.7.1 Inleiding

In deze paragraaf wordt aandacht besteed aan actuele ontwikkelingen op het gebied van assimilatiebelichting. In paragraaf 4.7.2 wordt ingegaan op de penetratiegraad van assimilatiebelichting en de intensiteit van de belichting. Vervolgens wordt in paragraaf 4.7.3 een vergelijking gemaakt tussen bedrijven die met assimilatiebelichting en een eigen w/k, en de bedrijven die geen eigen w/k hebben maar uit het net belichten.

4.7.2 Assimilatiebelichting

Per eind 1998 wordt op circa 13% van het glastuinbouwareaal assimilatiebelichting toegepast (figuur 4.8). Het merendeel van het belichte areaal bestaat uit roos en chrysant. Vanaf eind 1994 neemt het percentage areaal met assimilatiebelichting 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. De laatste 4 jaar ligt het geïnstalleerd vermogen vrij constant op het niveau van 33 W_e/m². Dit komt niet geheel overeen met de geluiden uit de

praktijk dat vooral de laatste jaren belichtende bedrijven aan het intensiveren zijn. Wellicht wordt dit in de cijfers over 2000 wel zichtbaar. Intensivering van de belichting uit zich vaak in het bijhangen van assimilatielampen in kassen waar al belicht wordt, waardoor het geïnstalleerde vermogen per m² met wel 50 tot 100% kan toenemen. 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. Belichtende bedrijven hebben een grote elektriciteitsbehoefte, waarin wordt voorzien door middel van een eigen w/k-installatie, of door inkopen van elektriciteit uit het net. In de volgende paragraaf wordt gekeken naar de bedrijven die uit het net belichten (in vergelijking met bedrijven die een eigen w/k hebben), en zal een schatting worden gemaakt van het effect van belichten uit het net op de energie-efficiëntie.



Figuur 4.8 Penetratiegraad assimilatiebelichting en gemiddeld lampvermogen (gemiddelde mutatie in procentpunten per jaar)

4.7.3 Karakterisering belichtende bedrijven

Inleiding

In de vorige paragraaf is naar voren gekomen dat op ongeveer 13% van het areaal gespecialiseerde bedrijven assimilatiebelichting voorkomt. Op het grootste deel van dit areaal voorzien de telers met een eigen w/k-installatie in elektriciteitsvraag. Dit betekent dat de teler investeert in een w/k met bijbehorende infrastructuur, die vervolgens in eigen beheer wordt geëxploiteerd. De met de w/k geproduceerde elektriciteit wordt op het bedrijf voor de lampen gebruikt, en de opgewekte warmte voor de verwarming van de kas. Sporadisch wordt een deel van de geproduceerde elektriciteit geleverd aan derden via het openbare net. Sommige bedrijven met assimilatiebelichting hebben geen eigen w/k, maar nemen de voor de lampen benodigde elektriciteit af van het openbare elektriciteitsnet. Ook combinaties van beide mogelijkheden (dus een deel van de benodigde elektriciteit wordt met een eigen w/k geproduceerd, en een deel wordt van het net afgenomen) komen in de praktijk voor. Belichtende bedrijven die geen eigen w/k maar een w/k van het energiebedrijf hebben maken deel uit van de groep bedrijven die 'uit het net' belicht.

In deze paragraaf wordt ingegaan op verschillen tussen belichtende bedrijven met een eigen w/k, en bedrijven die uit het net belichten. Daarnaast wordt aandacht besteed aan de verschillende motieven om uit het net te belichten. Ook wordt het effect van uit het net belichten op het primair brandstofverbruik en de energie-efficiëntie in de sector zichtbaar gemaakt. Er is alleen gekeken naar bedrijven met assimilatiebelichting; bedrijven die alleen stuurlicht toepassen, zoals in de chrysantenteelt om de knopaanleg te sturen, zijn niet meegenomen. Op deze laatste bedrijven is het elektriciteitsverbruik namelijk veel lager dan op bedrijven met assimilatielampen.

Karakterisering belichtende bedrijven met en zonder eigen w/k

In tabel 4.4 wordt een vergelijking gemaakt tussen belichtende bedrijven met en zonder eigen w/k-installatie.

Tabel 4.4 Enkele bedrijfskenmerken van belichtende bedrijven met en zonder eigen w/k, in 1998

| Kenmerken | Bedrijven met eigen w/k | Bedrijven zonder eigen w/k a) | Alle bedr. met ass.bel. |
|---|-------------------------|-------------------------------|-------------------------|
| Aantal bedrijven | 641 | 1.264 | 1.905 |
| Totaal areaal (ha) | 870 | 1.391 | 2.261 |
| Gemiddeld bedrijfsoppervlak (m ²) | 13.569 | 11.000 | 11.868 |
| Totaal areaal belicht (ha) | 767 | 308 | 1.075 |
| Gemiddeld oppervlak belicht per bedrijf (m ²) | 11.962 | 2.436 | 5.643 |
| Gemiddeld aantal belichtingsuren | 3.570 | 2.262 | 3.195 |
| Gemiddeld lampvermogen (We/m ²) | 34,7 | 29,4 | 33,2 |
| Gemiddelde elektriciteitsproductie met eigen w/k (1.000 kWh) | 1.579 | nvt | nvt |
| Gemiddelde teruglevering aan het net (1.000 kWh) | 19 | nvt | nvt |
| Gemiddelde elektriciteitsafname af net (1.000 kWh) | 385 | 279 | 314 |
| Berekend elektriciteitsgebruik lampen (kWh per m ² belicht) b) | 124 | 67 | 106 |
| Gemiddelde brandstofintensiteit incl. w/k-gas (m ³ a.e./m ²) | 70,5 | nvt | nvt |
| Gemiddelde brandstofintensiteit excl. w/k-gas (m ³ a.e./m ²) | 28.6 | 47,3 | 37,0 |

a) In deze groep komen bedrijven voor die een w/k van het energiebedrijf hebben; b) Berekend op basis van het gemiddeld lampvermogen en het gemiddeld aantal belichtingsuren; nvt = niet van toepassing.

Bron: Bedrijven-Informatienet.

Uit de tabel komt naar voren dat op ruim 70% van het belichte areaal een eigen w/k-installatie wordt gebruikt. De belichtende bedrijven met een eigen w/k zijn gemiddeld iets groter dan de bedrijven zonder w/k. Het belichte oppervlak per bedrijf verschilt fors: op bedrijven met een eigen w/k wordt gemiddeld bijna 90% van het bedrijf belicht, en op bedrijven zonder eigen w/k is dit gemiddeld ruim 20%. Dit grote verschil wordt verklaard door het type bedrijven in beide groepen. De groep met een eigen w/k bestaat hoofdzakelijk uit snijbloemenbedrijven (merendeels roos en chrysant) die intensief belichten. De belichtende groep zonder eigen w/k bestaat uit zowel snijbloemenbedrijven, potplantenbedrijven als groentebedrijven. Dit zijn bijvoorbeeld bedrijven die donkere hoeken in de kas (bijvoorbeeld achter de schuur) uitrusten met één of enkele rijen assimilatiebelichting. Daarnaast kan het voorkomen

dat groentebedrijven hun eigen plantmateriaal opkweken, waarbij assimilatiebelichting wordt toegepast. In deze gevallen wordt slechts een klein deel van het totale bedrijfsoppervlak belicht, wat leidt tot een daling van het gemiddelde belichte areaal per bedrijf in de groep. Ook uit andere bedrijfskenmerken blijkt dat de bedrijven met een eigen w/k (veel) intensiever belichten dan de bedrijven die geen eigen w/k hebben. Het aantal belichtingsuren ligt op bedrijven met een eigen w/k hoger, evenals het geïnstalleerd vermogen aan lampen. Het aantal belichtingsuren is samen met het geïnstalleerd vermogen een maat voor de intensiteit van de belichting. Het product van de belichtingsuren en het lampvermogen is het berekende elektriciteitsverbruik van de lampen, wat bijna een factor 2 verschilt tussen beide groepen bedrijven.

Van het totale gasverbruik op bedrijven met een eigen w/k wordt meer dan de helft in de w/k verstoekt. De brandstofintensiteit op deze bedrijven ligt ruim 20 m^3 per m^2 hoger dan op bedrijven zonder eigen w/k. Opvallend is verder dat de bedrijven met een eigen w/k gemiddeld nog circa 20% van de benodigde elektriciteit van het net betrekken. Hierin zit ook de elektriciteit die niet voor belichting wordt gebruikt, maar voor bijvoorbeeld de verwarmingspompen en overige installaties en apparatuur. Teruglevering aan het net komt op kleine schaal voor; de hoeveelheid teruggeleverde elektriciteit bedraagt gemiddeld 1% van het totale aantal met eigen w/k geproduceerde kWh. Het is wellicht interessant om uit te zoeken waarom slechts een klein deel van de bedrijven 'teruglevert', omdat met teruglevering van elektriciteit een forse besparing van primair brandstof kan worden gerealiseerd.

Het intensiever belichten op bedrijven met een eigen w/k gaat samen met hogere geldelijke opbrengsten in vergelijking met bedrijven zonder eigen w/k. Dit komt tot uiting in de opbrengst per m^2 (de totale geldelijke opbrengsten gedeeld door het bedrijfsoppervlak); deze ligt op de belichtende bedrijven met een eigen w/k circa 20 gulden per m^2 hoger dan op de bedrijven die uit het net belichten. Dit wil niet zeggen dat ook het netto-bedrijfsresultaat op bedrijven met een eigen w/k hoger is dan op bedrijven die uit het net belichten. Om dit te kunnen bepalen zullen ook de kosten op beide bedrijfstypen meegenomen moeten worden.

Motieven om uit het net te belichten

In het voorgaande is al aangegeven dat de belichtende bedrijven zonder eigen w/k in het algemeen (veel) minder intensief belichten dan de bedrijven met een eigen w/k. Hierdoor zal, zeker bij een klein belicht oppervlak, een eigen w/k niet snel rendabel zijn. Daarnaast zijn er bedrijven die wel een relatief groot belicht oppervlak hebben, maar toch uit het net belichten. Uit gesprekken met tuinders komen de volgende redenen om uit het net te belichten naar voren:

- 1) de warmte die door de w/k wordt geproduceerd kan niet of slechts gedeeltelijk nuttig gebruikt worden. Dit kan het geval zijn in gewassen met een relatief lage warmtebehoefte, zoals alstroemeria. Ook bedrijven die intensief belichten zullen al snel met een warmteoverschot te maken hebben;
- 2) op het bedrijf is al een w/k van het energiebedrijf aanwezig, waardoor er geen ruimte meer is voor een eigen w/k. De w/k-installatie van het energiebedrijf verzorgt de basislast van de warmtevoorziening; hierin kan slechts één keer voorzien worden. Het heeft daarom geen zin om een eigen w/k neer te zetten die ook basislast gebruikt wordt;

- 3) het aantal belichtingsuren is te laag om een eigen w/k rendabel te maken, wat bijvoorbeeld bij chrysanth het geval kan zijn. Deze teelt heeft namelijk behoefte aan een bepaalde periode met lange nachten om de knopaanleg te induceren. Hierdoor zullen in chrysanth minder belichtingsuren gehaald worden dan bijvoorbeeld in roos;
- 4) er is te weinig financiële ruimte om in een eigen w/k te kunnen investeren. De investering in een w/k is in de meeste gevallen veel groter dan de investering in verzwaring van de netaansluiting, die vaak noodzakelijk is om uit het net te kunnen belichten. Indien de beschikbare financiële middelen beperkt zijn zal het daarom in veel gevallen eerder haalbaar zijn om uit het net te gaan belichten dan om een eigen w/k aan te schaffen.

Tot slot wordt opgemerkt dat de beslissing om uit het net te gaan belichten meestal in het verleden is gemaakt bij de toen geldende inzichten en omstandigheden. In paragraaf 4.7.2 is al vermeld dat de trend gericht is op intensivering van de belichting (toenemend lampvermogen per m² en/of een stijgend aantal belichtingsuren). Veel telers zullen daarom de beslissing nemen om het aantal lampen per ha uit te breiden. Deze telers geven aan dat het dan wellicht wel rendabel is om een eigen w/k aan te schaffen, en daarmee, eventueel in combinatie met stroominkoop uit het net, in de elektriciteitsbehoefte te voorzien.

Besparing primair brandstof en effect op energie-efficiëntie

In het voorgaande is gebleken dat ruim 300 ha uit het net belicht wordt. Daarnaast kwam naar voren dat belichtende bedrijven met een eigen w/k een deel van hun elektriciteitsbehoefte (circa 20%) van het net afnemen. Voor verschillende varianten is berekend wat hun effect is op de energie-efficiëntie van de glastuinbouwsector. De volgende varianten zijn onderscheiden:

- 1) alle belichtende bedrijven zonder eigen w/k schaffen een w/k aan waarmee volledig in de elektriciteitsbehoefte van hun lampen wordt voorzien (de voor pompen en dergelijke benodigde elektriciteit, gemiddeld 8 kWh/m², wordt wel van het openbare net afgenomen);
- 2) alle belichtende bedrijven met een eigen w/k kopen gemiddeld geen 20% van hun elektriciteitsbehoefte meer in van het net, maar dekken de volledige elektriciteitsvraag van de lampen met de w/k (de voor pompen en dergelijke benodigde elektriciteit, gemiddeld 8 kWh/m², wordt wel van het openbare net afgenomen);
- 3) combinatie van 1) en 2) (alle benodigde elektriciteit voor assimilatiebelichting wordt door eigen w/k-installaties geproduceerd).

Tabel 4.5 *Besparing van primair brandstof en effect op energie-efficiëntie in 1998 van verschillende belichtingsvarianten a)*

| Variant | Besparing aan primair brandstof (mln. m ³ a.e.) | Effect op energie-efficiëntie in 1998 |
|---------|---|--|
| 1) | 37 | circa -1/2 %-punt |
| 2) | 11 | minder dan -1/4 %-punt |
| 3) | 48 | -1/2 tot -3/4 %-punt |

a) Uitgegaan is van de volgende warmteverniegingspercentages: variant 1): 15%; variant 2): 25%; variant 3): 20%.

Na het vaststellen van diverse uitgangspunten (bijlage 4) kan de besparing aan primair brandstof en het effect op de energie-efficiëntie in het basisjaar 1998 worden berekend (tabel 4.5).

Uit de tabel komt naar voren dat het effect op de energie-efficiëntie van de overstap van uit het net belichtende telers naar een eigen w/k (variant 1) beperkt is (de energie-efficiëntie verbetert met circa $\frac{1}{2}$ procentpunt). Het effect van telers met een eigen w/k die alle benodigde elektriciteit zelf gaan opwekken (variant 2) is nog kleiner (minder dan $\frac{1}{4}$ procentpunt). Het effect is gering omdat onder andere is verondersteld dat (ten opzichte van de uitgangssituatie) een groter deel van de opgewekte warmte niet nuttig gebruikt kan worden. Dit lijkt realistisch, omdat een deel van de bedrijven met een eigen w/k ook in de uitgangssituatie al een warmteoverschot hebben, dat groter zal worden indien er meer elektriciteit met de w/k geproduceerd zal worden. Clustering met andere bedrijven die een deel van de geproduceerde warmte afnemen is een oplossing om het warmteoverschot te verminderen. Variant 3 tenslotte laat zien dat indien alle elektriciteit die voor belichting uit het net wordt ingekocht voortaan met een eigen w/k zou worden geproduceerd, de energie-efficiëntie tussen de $\frac{1}{2}$ en $\frac{3}{4}$ procentpunt kan verbeteren. In het algemeen geldt dat de uitkomsten voor een belangrijk deel afhankelijk zijn van het aandeel warmte uit de w/k dat op het bedrijf verondersteld wordt nuttig te worden gebruikt.

Bij de berekeningen moet de volgende kanttekening worden gemaakt. In de praktijk komt het voor dat belichtende bedrijven geen eigen w/k, maar een w/k van het energiebedrijf hebben. Deze bedrijven belichten dus uit het net en maken gebruik van warmte van derden. De besparing aan primair brandstof die hiermee gerealiseerd wordt komt tot uiting in het effect van warmte van derden op het primair brandstofverbruik en de energie-efficiëntie op sectorniveau (paragraaf 3.4.4). Indien deze bedrijven niet meer uit het net belichten maar een eigen w/k aanschaffen zal de w/k van het energiebedrijf ingeruild worden voor een eigen w/k. Op sectorniveau zal het effect hiervan op het primair brandstofverbruik en de energie-efficiëntie nihil zijn. De resultaten in tabel 4.4 zouden eigenlijk hiervoor gecorrigeerd moeten worden. Omdat uit de Informatienetsteekproef niet kan worden afgeleid hoeveel belichtende bedrijven een w/k van het energiebedrijf hebben is deze correctie echter niet te kwantificeren. Duidelijk is wel dat de getallen uit tabel 4.4 in werkelijkheid nog iets lager zullen liggen.

Door Van der Velden et al. (1999) is berekend (zie ook paragraaf 3.4.4 van onderliggend onderzoek) dat in 1998 het effect van w/k van tuinders op de energie-efficiëntie ongeveer 1 procentpunt bedraagt. Dit betekent dat als de voor de belichting benodigde elektriciteit uit het net zou worden ingekocht in plaats van met een eigen w/k geproduceerd, de energie-efficiëntie circa 1 procentpunt zou verslechteren. Met deze uitkomst, en het resultaat van variant 3 uit deze paragraaf kan aangegeven worden binnen welke range de energie-efficiëntie zal liggen bij de 2 uiterste situaties qua elektriciteitsvoorziening bij assimilatiebelichting: òf alle benodigde elektriciteit wordt uit het net afgenomen, òf alle elektriciteit wordt met een eigen w/k geproduceerd. In de situatie waarbij alle elektriciteit met eigen w/k's wordt geproduceerd zal de energie-efficiëntie $1\frac{1}{2}$ tot $1\frac{3}{4}$ procentpunten ($1 + \frac{1}{2}$ à $\frac{3}{4}$) gunstiger uitkomen dan in de situatie waarbij alle elektriciteit uit het net wordt ingekocht.

5. Warmte van derden

5.1 Inleiding

In dit hoofdstuk wordt extra aandacht besteed aan de belangrijkste optie om primair brandstof te besparen, namelijk warmte van derden. In de praktijk worden twee vormen van warmte van derden onderscheiden. Restwarmte van elektriciteitscentrales of STEG-eenheden is één vorm. Een andere vorm is warmte van w/k-installaties die door energiebedrijven geplaatst zijn op glastuinbouwbedrijven. Kenmerkend voor warmte van derden is de gecombineerde productie van warmte en elektriciteit.

In paragraaf 5.2 worden 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 het energiebedrijf. In paragraaf 5.5 wordt tot slot aandacht besteed aan warmte van w/k-installaties van tuinders, waarbij eveneens sprake is van een gecombineerde productie van warmte en elektriciteit, omdat warmte van derden en warmte van w/k-installaties van tuinders in de praktijk niet vaak samengaan en elkaar ook min of meer uitsluiten.

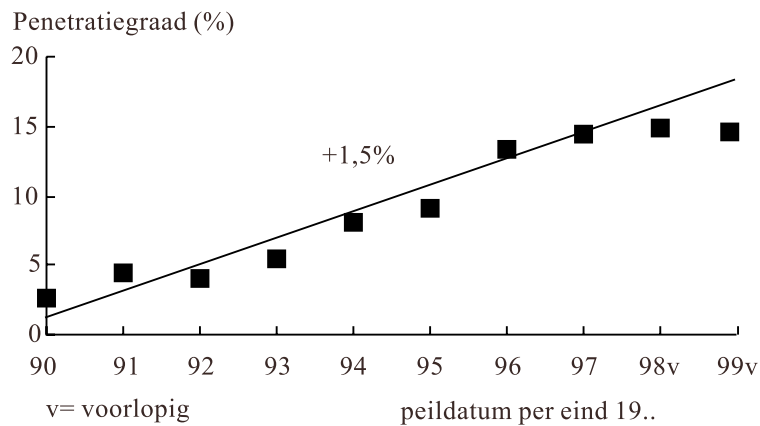
5.2 De belangrijkste ontwikkelingen

Het gebruik van warmte van derden door de sector heeft een gunstig effect op het primair brandstofverbruik en de energie-efficiëntie. In 1999 is met warmte van derden 8% bespaard op het primair brandstofverbruik door de sector. Hierdoor is de energie-efficiëntie bijna 5%-punten beter dan in de situatie zonder gebruik van warmte van derden. Het aandeel warmte van derden in het totale energiegebruik door de sector is in 1999 vrijwel constant gebleven, namelijk 11,7% (+ 0,2%-punt). Het aandeel bedrijven met warmte van derden is per eind 1999 bijna 15% (figuur 5.1). De sprong in de grafiek per eind 1996 wordt veroorzaakt door het gereedkomen van de restwarmteprojecten in de B-driehoek en in Drenthe (Erica en Klazienaveen).

In totaal zijn per 1 januari 1999 335 bedrijven met een totale oppervlakte van circa 560 ha aangesloten op een restwarmtebron. Daarnaast staat per 1 januari 1999 naar schatting op circa 840 bedrijven een w/k-installatie van het energiebedrijf opgesteld. Het areaal met w/k-installaties van energiebedrijven wordt geschat op ruim 1.800 ha. Hiermee komt het totale areaal warmte van derden in 1999 naar schatting op circa 2.360 ha (560 + 1.800). Het areaal met een w/k-installatie in eigen beheer wordt geschat op 1.100 ha.

Uit een scenariostudie (Bakker, 2000) die is opgesteld op basis van de potentiële vraag van uit de sector blijkt het volgende. Uitgaande van cijfers voor 1997 en bij de huidige ondergrens voor warmte van derden (absoluut brandstofverbruik hoger dan 500.000 m³ per bedrijf, inclusief warmte van derden) komt circa 5.200 ha in aanmerking voor warmte van derden. Indien wordt uitgegaan van een ondergrens van 1.100.000 m³ per be-

drijf (absoluut brandstofverbruik inclusief warmte van derden) komt circa 3.400 ha in aanmerking voor warmte van derden. Het uitbreidingspotentieel (dus boven op het bestaande areaal met warmte van derden) is voor 1997 geschat op respectievelijk circa 3.000 ha bij een ondergrens van 500.000 m³ en circa 1.200 ha bij een ondergrens van 1.100.000 m³. Aangezien er geen aanwijzingen zijn dat door ontwikkelingen op bedrijfsniveau het uitbreidingspotentieel sterk gewijzigd is, wordt voor 1999 uitgegaan van dezelfde cijfers.



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

Een belangrijk knelpunt bij het realiseren van het uitbreidingspotentieel is de liberalisering van de energiemarkten. Door de liberalisering van de energiemarkten volgens het CDS-systeem lijkt de toepassing van warmte van derden niet meer rendabel (Van der Velden et al., 1999a), waardoor de mogelijkheden voor uitbreiding van het areaal warmte van derden beperkt lijken (Bakker, 2000). Vanwege deze beperkte uitbreidingsmogelijkheden is het met het oog op onder andere de energie-efficiëntie des te belangrijker om te streven naar verbetering van de dekkingsgraad op bestaande bedrijven met warmte van derden.

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. Door de sterke toename van het totaal rendement van een elektriciteitscentrale of STEG-eenheid bij een gecombineerde productie van warmte (restwarmte) en elektriciteit in vergelijking met de situatie waarbij alleen elektriciteit wordt geproduceerd, wordt primair brandstof bespaard. Deze primair brandstofbesparing wordt toegerekend aan de gebruiker van de restwarmte, namelijk de glastuinbouw (hoofdstuk 2 en bijlage 1).

Tabel 5.1 Ontwikkeling van het aantal glastuinbouwbedrijven met restwarmte per begin 1991-2000

| | 1991 | 1992 | 1993 | 1994 | 1995 | 1996 | 1997 | 1998 | 1999 | 2000 |
|------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Restwarmte (bedrijven) | ±88 | 88 | 90 | 93 | 94 | 93 | 328 | 330 | 338 | 335 |

Bron: Restwarmteleveranciers.

In 1999 zijn in totaal 335 bedrijven met een totale oppervlakte van circa 560 ha aangesloten op één van de zes restwarmteprojecten (tabel 5.1 en 5.2). Ten opzichte van 1998 is het areaal met circa 22 ha gegroeid, terwijl het aantal bedrijven met een restwarmteaansluiting vrijwel gelijk is gebleven. De areaaluitbreiding heeft plaatsgevonden bij de restwarmteprojecten in de Plukmadese polder (+ 10 ha), in de B-driehoek (+ 7 ha) en bij Klazienaveen (+ 5 ha). Parallel aan deze areaaluitbreiding is in deze gebieden ook het aantal bedrijven met een restwarmteaansluiting toegenomen.

Tabel 5.2 Aantal bedrijven, areaal, gemiddeld warmteleverend vermogen en gemiddelde dekking bij de zes restwarmteprojecten in de glastuinbouw in 1999

| Restwarmte project | Aantal bedrijven | Areaal glas (ha) | Warmteleverend vermogen (W/m ²) | Gemiddelde dekking (%) |
|---------------------|--------------------|------------------|---|------------------------|
| Plukmadese polder | 37 b) | 75 d) | f) | 70 b) |
| Overig West-Brabant | 31 b) | 35 d) | f) | 56 a) |
| Asten e.o. | 28 b) | 30 d) | f) | 40 d) |
| Erica | 55 ¹ b) | 90 b) | 70 c) | 35 b) |
| Klazienaveen | 43 b) | 60 b) | 70 c) | 42 b) |
| B-driehoek | 141 b) | 270 b) | 100 c) | 82 b) |
| Totaal | 335 | ± 560 | f) | ± 70 e) |

¹ Het aantal bedrijven met een restwarmteaansluiting in het project Erica is in 1999 ten opzichte van 1998 gedaald als gevolg van een andere wijze van administreren door de restwarmteleverancier; met ingang van 1999 zijn bedrijven met meerdere vestigingen in de administratie geregistreerd als één bedrijf.

Bron: a) Van der Sluis et al., 1992; b) restwarmteleveranciers; c) Van der Velden et al., 1996b; d) schatting; e) Bedrijven-Informatienet; f) onbekend.

In tabel 5.2 vallen direct de grote verschillen in gemiddelde dekkingsgraad per restwarmteproject op. De gemiddelde dekkingsgraad loopt uiteen van 35% voor het restwarmteproject Erica tot 82% voor het restwarmteproject in de B-driehoek. Overigens zijn per restwarmteproject ook grote verschillen waarneembaar in de gemiddelde dekkingsgraad van de aangesloten bedrijven. Een belangrijke verklaring voor de relatief hoge dekkingsgraad in de B-driehoek is de beduidend hogere aansluitcapaciteit (het warmteleverend vermogen per vierkante meter kasoppervlak) in vergelijking met de andere restwarmteprojecten. Daarnaast kunnen de tuinders in de B-driehoek beschikken over rela-

tief goedkope CO₂ uit de rookgassen van de STEG-eenheid. Ook bij de andere restwarmteprojecten, met uitzondering van Overig West-Brabant, hebben tuinders de beschikking over CO₂ van derden. Tussen de verschillende projecten bestaan echter verschillen qua type (soort) CO₂, de prijs voor CO₂ en de hoeveelheid CO₂ (kg/uur/hectare).

Tuinders in de B-driehoek hebben de beschikking over 100 kilogram CO₂ per uur per hectare tegen een prijs van 1,5 à 2 ct per kilogram. Deze CO₂ is afkomstig uit de rookgassen van de STEG-eenheid. In Asten e.o., de Plukmadese polder, Erica en Klazienaveen wordt de tuinders zuiver CO₂ aangeboden. De prijs voor zuiver CO₂ varieert van 16 tot 19 ct/kg. Bij de huidige stijgende gasprijs (medio 2000) komt de prijs van ketel-CO₂ steeds dichterbij die van zuivere CO₂ te liggen. De vraag is wel hoe lang de tuinbouwgasprijs, die gekoppeld is aan de prijs van ruwe olie, zich op het hoge niveau van eind 2000 zal handhaven.

Om de concurrentie met de CO₂ uit de rookgassen van de ketel aan te gaan wordt bij de restwarmteprojecten Erica en Klazienaveen zogenaamde 'totaal pakketten' aangeboden. Een totaal pakket bestaat uit warmte en zuiver CO₂ tegen een gereduceerd tarief. Het gereduceerde tarief is uitsluitend in de periode van 1 april tot en met 30 september van toepassing en geldt voor een beperkte hoeveelheid CO₂ (kg), namelijk het aantal GigaJoules warmte dat in de genoemde periode wordt afgenomen vermenigvuldigd met 50. De korting op de prijs voor zuiver CO₂ is afhankelijk van de dekkingsgraad. De prijs voor zuiver CO₂ loopt uiteen van het normale tarief van 17,5 ct/kg bij een dekkingsgraad van 56% en lager tot 8 ct/kg bij een dekkingsgraad van 60% of hoger. In totaal hebben in 1999 circa 50 tuinders in Erica en Klazienaveen een totaal pakket (warmte en zuiver CO₂) afgenomen (Van Egmond, 2000).

5.4 Warmte van w/k-installaties van energiebedrijven

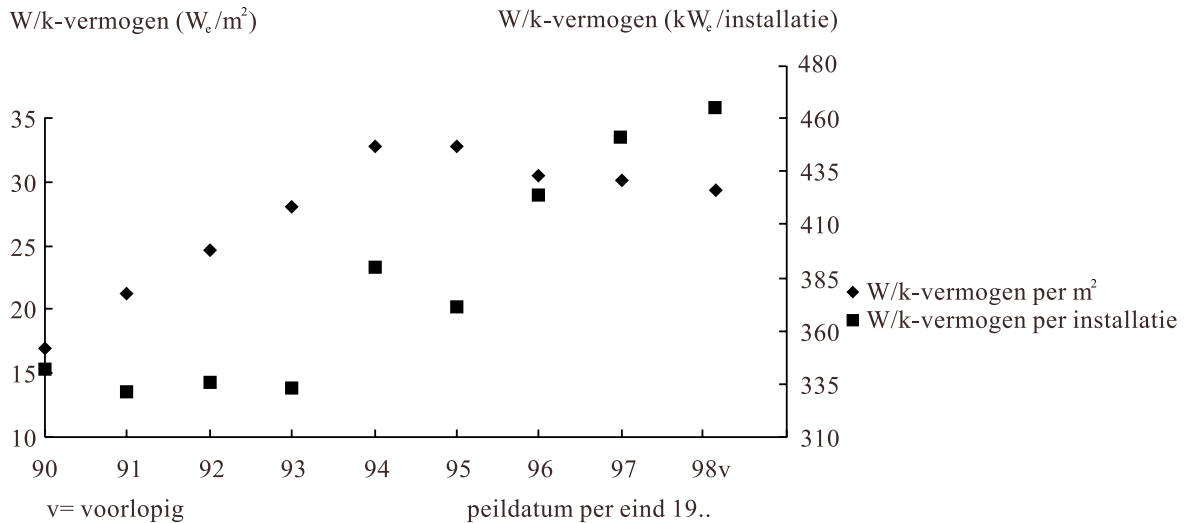
Naast restwarmte is ook warmte van w/k-installaties van energiebedrijven een vorm van warmte van derden. W/k-installaties van energiebedrijven zijn vanaf begin jaren negentig op glastuinbouwbedrijven geplaatst. De energiebedrijven verkopen de warmte die met deze installatie worden opgewekt aan de tuinders. De opgewekte elektriciteit daarentegen wordt niet (rechtstreeks) aan de tuinders verkocht, maar via het openbare net afgezet. Uit tabel 5.3 kan afgeleid worden dat het totaal opgesteld elektrisch vermogen van w/k-installaties van energiebedrijven van 41 MWe (begin 1991) toegenomen is tot 549 MWe (begin 2000).

Tabel 5.3 *Ontwikkeling van het vermogen van w/k-installaties van energiebedrijven op glastuinbouwbedrijven per begin 1991-2000*

| | 1991 | 1992 | 1993 | 1994 | 1995 | 1996 | 1997 | 1998 | 1999 | 2000 |
|--------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| W/k-vermogen (MWe) | 41 | 74 | 136 | 208 | 301 | 374 | 433 | 492 | 526 | 549 |

Bron: LEI-DLO (1991, 1992) en Cogen Projects, voorheen PW/K (1993 tot en met 2000).

In figuur 5.2 zijn de ontwikkelingen die zich de afgelopen jaren voorgedaan hebben in het gemiddeld elektrisch vermogen per installatie en per vierkante meter grafisch weergegeven. Opvallend is dat het gemiddeld elektrisch vermogen per installatie elk jaar nog steeds toeneemt, terwijl het gemiddeld elektrisch vermogen per vierkante meter de laatste jaren een lichte daling laat zien.



Figuur 5.3 Gemiddeld elektrisch vermogen per m² en per installatie van w/k-installaties van het energiebedrijf

Met behulp van de gegevens uit tabel 5.3 (gemiddeld totaal elektrisch vermogen van w/k-installaties in de glastuinbouw) en de gegevens uit figuur 5.2 (gemiddeld elektrisch vermogen per vierkante meter) kan een schatting gemaakt worden van het areaal glastuinbouw waarop w/k-warmte van derden wordt gebruikt. Op basis van deze voorlopige populatie- en steekproefgegevens wordt het areaal met w/k-warmte van derden in 1999 geschat op circa 1.800 ha¹. Naar schatting, op basis van eveneens voorlopige populatie- en steekproefgegevens, staan in 1999 circa 1.100 w/k-installaties van energiebedrijven opgesteld op circa 840 glastuinbouwbedrijven. De gemiddelde bedrijfsomvang van een glastuinbouwbedrijf met w/k-warmte van derden is ruim 2 ha. Dit betekent dus dat w/k-installaties van energiebedrijven vooral op grote, energie-intensieve bedrijven toegepast worden. Ten opzichte van de schattingen voor 1998 op basis van definitieve populatie- en steekproefgegevens is in 1999 het areaal met w/k-warmte van derden toegenomen met circa 100 ha, het aantal w/k-installaties van energiebedrijven met circa 40 en het aantal bedrijven met warmte van derden met circa 20².

¹ Bij de schatting van het areaal w/k-warmte van derden is uitgegaan van een gemiddeld elektrisch vermogen van 30 We/m².

² De schattingen die vorig jaar gepubliceerd zijn, zijn gebaseerd op basis van voorlopige populatie- en steekproefgegevens (Van der Velden et al., 1999b).

Niet alleen het aantal w/k-installaties van energiebedrijven is in 1999 toegenomen. Ook het aantal w/k-installaties van energiebedrijven uitgerust met een rookgasreiniger is toegenomen van 78 per 1 januari 1999 tot 115 per eind 1999 (Van der Schans, 2000). Door toepassing van rookgasreiniging zijn de rookgassen van de w/k-installatie geschikt voor CO₂-dosering, waardoor de tuinder voor CO₂-dosering niet meer volledig is aangewezen op de rookgassen van de ketel en de dekkingsgraad van w/k-warmte hierdoor kan stijgen. Ook voor het energiebedrijf heeft het toepassen van rookgasreiniging een gunstig effect. Door rookgasreiniging neemt namelijk het aantal draaiuren van de w/k-installaties tijdens periode dat de opgewekte elektriciteit relatief veel waard is (overdag, en dan met name tijdens werkdagen) toe.

5.5 Effect van verhogen dekkingsgraad van warmte van derden

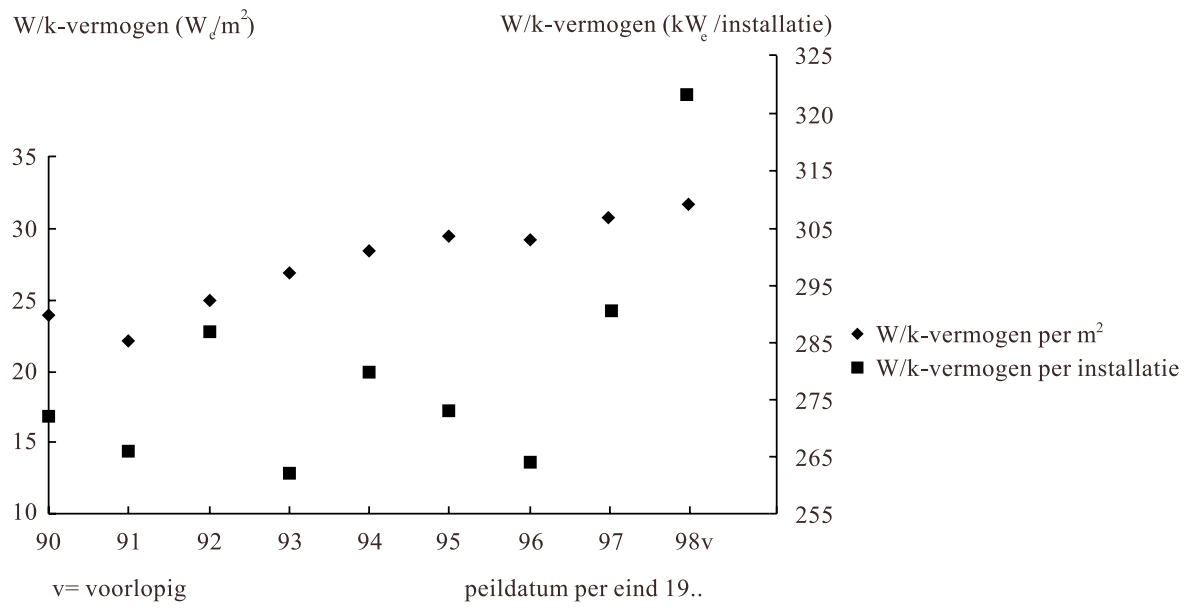
De dekkingsgraad van warmte van derden is het aandeel dat warmte van derden levert in de totale jaarlijkse warmtebehoefte van een glastuinbouwbedrijf. De dekkingsgraad bedroeg in 1998 voor restwarmte gemiddeld 70%, en voor w/k-warmte gemiddeld 40%. Als deze gemiddelde dekkingsgraden stijgen, dan zal de besparing van primair brandstof toenemen en zal de energie-efficiëntie verbeteren. Berekend is dat indien de gemiddelde dekkingsgraden voor restwarmte en w/k-warmte stijgen naar respectievelijk 80 en 50%, de energie-efficiëntie met 1 procentpunt verbetert. De energie-efficiëntie in 1999 zou dan op 56 in plaats van 57% uitkomen. Bij verhoging van de gemiddelde dekkingsgraad naar 90% (restwarmte) en 60% (w/k-warmte) kan de energie-efficiëntie met 2 procentpunten verbeteren ten opzichte van de 57% die in 1999 is gerealiseerd.

5.6 Warmte van w/k-installaties van tuinders

In de vorige paragraaf zijn de belangrijkste ontwikkelingen met betrekking tot w/k-installaties van energiebedrijven beschreven. Ook is een groot aantal w/k-installaties in de glastuinbouw het eigendom van tuinders zelf. W/k-installaties van tuinders zijn over het algemeen het eigendom van belichtende tuinders, die de opgewekte elektriciteit gebruiken voor assimilatiebelichting (zie ook paragraaf 4.7.3). De warmte die vrijkomt bij de productie van elektriciteit wordt eveneens ingezet op het bedrijf. Hoewel deze vorm van w/k-warmte niet gerekend wordt tot warmte van derden wordt hierna toch in het kort aandacht besteed aan de belangrijkste ontwikkelingen van w/k-installaties van tuinders.

Het totaal opgesteld elektrisch vermogen van w/k-installaties van tuinders wordt per 1 januari 1999 op basis van onder andere populatie- en steekproefgegevens geschat op 360 MW. Dit is ruim 3½ keer zoveel als in 1990, toen 97 MW opgeteld stond. Het areaal met een w/k-installatie in eigen beheer wordt geschat op 1.100 ha.

Figuur 5.3 laat voor de periode eind 1990 - eind 1998 een licht stijgende lijn zien wat betreft het elektrisch vermogen per w/k-installatie. Het elektrisch vermogen per m² vertoont overeenkomstig het gemiddeld lampvermogen per m² (figuur 4.8) een stijgende lijn. In de periode eind 1990-eind 1998 is het elektrisch vermogen per m² gestegen van 24 We/m² tot ruim 32 We/m².



Figuur 5.3 Gemiddeld elektrisch vermogen per m^2 en per installatie van w/k-installaties van tuinders

6. Conclusies

Energie-efficiëntie en CO₂-emissie

- In 1999 is de energie-efficiëntie met 3 procentpunten verbeterd tot een niveau van 57% ten opzichte van 1980.
- De fysieke productie per m² is in 1999 met bijna 3% toegenomen.
- Het primair brandstofverbruik per m² is in 1999 met bijna 2% gedaald.
- Door deze daling van het primair brandstofverbruik, en door de toename van het areaal met 2%, is de CO₂-emissie in 1999 gelijk gebleven ten opzichte van 1998. De CO₂-emissie is daarmee in 1999 7% hoger dan in de basisperiode 1989/90.
- Na het donkere jaar 1998 lijkt de ontkoppeling van het primair brandstofverbruik en de fysieke productie, die in de jaren 1994 tot en met 1997 is ingezet, in 1999 door te zetten.

Energiebesparende en energievragende activiteiten

- De penetratiegraden van de energiebesparende opties klimaatcomputer, condensor, beweegbare schermen, gevelisolatie en warmteopslag zijn ook in 1999 toegenomen. Hiermee wordt de continu stijgende trend uit de voorgaande jaren voortgezet.
- Door de toename van de penetratiegraad van deze opties is in 1999 137 miljoen m³ a.e. ofwel 3,4% energie bespaard ten opzicht van 1991.
- De gemiddelde inhoud van warmteopslag is in de periode eind 1990-eind 1998 fors toegenomen van 56 naar 85 m³ per ha.
- Op sierteeltbedrijven worden gemiddeld gezien beweegbare schermen toegepast met een hogere isolatiegraad dan op glasgroentebedrijven.
- Puur technisch bezien zou het mogelijk moeten zijn om op een groot deel van het geschermd areaal zwaardere schermen toe te passen. Het is hierbij wel de vraag of dit vanuit teelttechnisch en bedrijfseconomisch oogpunt haalbaar is.
- Het aandeel bedrijven dat CO₂ doseert is met circa 62% de laatste jaren nagenoeg constant; het percentage bedrijven dat ook in perioden zonder warmtevraag doseert lijkt de laatste jaren toe te nemen.
- De toepassing van temperatuurintegratie met een specifiek softwarepakket op de klimaatcomputer vindt op 6% van de bedrijven plaats. Waarschijnlijk wordt op een veel groter deel van de bedrijven handmatig temperatuurintegratie toegepast.
- Het areaal assimilatiebelichting neemt jaarlijks met circa 1 procentpunt toe.
- Op ruim 70% van het belichte areaal wordt een eigen w/k gebruikt. De bedrijven met een eigen w/k belichten intensiever (meer uren en een hoger lampvermogen per m²) dan de belichtende bedrijven zonder eigen w/k.
- Indien alle uit het net belichtende telers een eigen w/k gaan gebruiken leidt dit tot een beperkte verbetering van de energie-efficiëntie met circa ½ procentpunt. Dit effect is

relatief gering, omdat vooral de extensieve belichters (relatief weinig belichtingsuren en een laag lampvermogen per m²) uit het net belichten.

- Redenen om uit het net te belichten (in plaats van met een eigen w/k) zijn: te lage elektriciteitsvraag (doordat maar een deel van het bedrijf belicht wordt), teelt van een gewas met een relatief lage warmtebehoefte, waardoor een groot deel van de door de w/k geproduceerde warmte niet nuttig gebruikt kan worden, aanwezigheid van een w/k van het energiebedrijf, gebrek aan financiële middelen voor de investering in een w/k.
- De gemiddeld ingestelde teelttemperatuur op sectorniveau vertoont in de periode tot en met 1998 een dalende trend. In 1999 zet deze dalende lijn door. Onbekend is of, en in welke mate, deze ontwikkeling ook op gewasniveau aanwezig is.

Warmte van derden

- Het aandeel warmte van derden in het totale energiegebruik door de sector is in 1999 vrijwel constant gebleven, namelijk 11,7%.
- In 1999 is met warmte van derden 8% bespaard op het primair brandstofverbruik door de sector.
- Zonder het gebruik van warmte van derden zou de energie-efficiëntie in 1998 bijna 5 procentpunten hoger zijn uitgekomen. Het effect van w/k's van telers op de energie-efficiëntie bedraagt ongeveer 1 procentpunt. Het totale effect van de gecombineerde productie van elektriciteit en warmte komt hiermee op 6 procentpunten.
- Het effect van warmte van derden op de CO₂-emissie bedraagt 9%-punten, dat wil zeggen dat de CO₂-emissie 9%-punten beter is dan in de situatie zonder gebruik van warmte van derden.
- Als de gemiddelde dekkingsgraad van restwarmte en w/k-warmte (in 1998 respectievelijk 70 en 40%) wordt verhoogd naar 80 en 50% kan de energie-efficiëntie met 1 procentpunt verbeteren. Verhoging van de gemiddelde dekking naar 90% (restwarmte) en 60% (w/k-warmte) leidt tot een 2 procentpunten betere energie-efficiëntie.
- Het totale areaal met warmte van derden in 1999 wordt geschat op 2.360 ha, waarvan 560 ha restwarmte en 1.800 ha met warmte van w/k-installaties van energiebedrijven. Het areaal met een w/k-installatie in eigen beheer wordt geschat op 1.100 ha.
- Het aantal bedrijven met een restwarmteaansluiting respectievelijk een w/k-installatie van het energiebedrijf wordt geschat op circa 335 en circa 840.

Literatuur

Anonymus, *Helpt tuinders surft op internet*, In: Oogst, week 14, 2000.

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

Bakker, R. *Uitbreidingspotentieel voor warmte van derden in de Nederlandse glastuinbouw bij verschillende scenario's*. Rapport 2.00.06, LEI, Den Haag, 2000.

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.

Egmond, N. van, *Persoonlijke mededeling*. Essent, Zwolle, 2000.

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

Meerjarenafpraak, *Meerjarenafpraak 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*. Publikatie 3.154. LEI-DLO, 1993.

Rijsdijk, T., *Energie besparen met temperatuurintegratie*, In: Groenten en Fruit/glasgroenten, week 13, 1998.

Schans, R.J. van der. *Persoonlijke mededeling*. Cogen, Driebergen.

Schans, R.J. van der, *Voortgangsrapportage plan van aanpak w/k in de glastuinbouw*. Periode: eerste kwartaal 2000. Driebergen, Cogen projects, 7 april, 2000.

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.

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

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

Velden, N.J.A. van der, *Potentiële penetratiegraden van energiebesparende opties in de glastuinbouw. Een proeve van toepassing van het energiemodel*. Publicatie 4.141. LEI-DLO, 1996a.

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

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 1994*. Periodieke Rapportage 39-93. LEI-DLO, Den Haag, 1996c.

Velden, N.J.A. van der, A.P. Verhaegh, R. Bakker en A. van der Knijff, *Liberalisering aard-gasmarkt; Verkenning glastuinbouw*. Rapport 1.99.07. LEI, Den Haag, 1999a.

Velden, N.J.A. van der, R. Bakker, A. van der Knijff en A.P. Verhaegh, *Energie in de glastuinbouw van Nederland; Ontwikkelingen in de sector en op de bedrijven t/m 1998*. Rapport 2.99.13. LEI, Den Haag, 1999b.

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

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.

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 aardgas-equivalenten (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 energiebedrijven (Bron: Van Leeuwen et al., 1992 en Van der Schans, 2000) 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 het 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 energiebedrijven 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 energiebedrijven. 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 energiebedrijven 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 somming 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).

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 | 42,6 | 4,4 | 48,3 | 43,5 | 34,6 | 5,0 | 35,50 | 53,0 | |
| 1999r | 43,1 | 4,4 | 48,1 | 43,4 | 34,3 | 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.

De omrekeningsfactor van w/k-warmte bedraagt in 1999 8,25 en voor restwarmte ligt dit op 9,54 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 24-28% en bij restwarmte 28-33% van de benodigde brandstof in de ketel. Met het gebruik van w/k-warmte wordt in 1999 per geleverde eenheid warmte 72-76 en bij restwarmte 67-72% primair brandstof bespaard.

De omrekeningsfactor voor elektriciteit bedraagt in 1999 0,276 m³ a.e. per kWh. In 1 m³ aardgas zit 8,79 kWh aan energie (onderste verbrandingswaarde) en in 0,276 m³ dus 2,43 kWh. Voor een eenheid elektriciteit is in 1999 dus circa 243% 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 | 0,279 | 9,50 | 7,65 |
| 1999r | 0,276 | 9,54 | 8,25 |

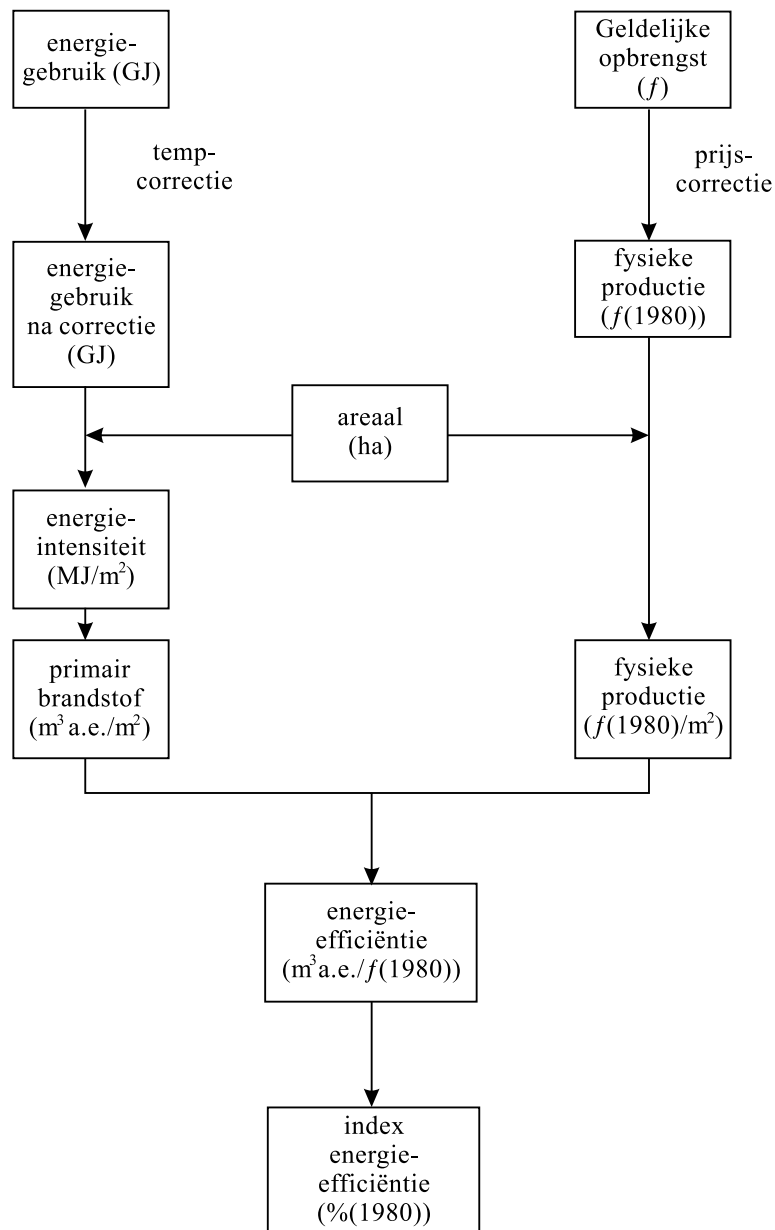
r = raming.

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.



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

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.

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 1998 uit een groep van circa 230 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 1998 representatief voor circa 66% van de circa 12.000 bedrijven met glastuinbouw en circa 92% van het areaal productieglastuinbouw (10.001 ha) in Nederland. Voor de gespecialiseerde bedrijven is het Informatienet in 1998 representatief voor circa 92% van de 8.400 gespecialiseerde glasbedrijven en circa 99% van het totale areaal gespecialiseerde productieglastuinbouw in Nederland (9.300 ha).

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 | 1987 | 1988 | 1989 | 1990 | 1991 | 1992 | 1993 | 1994 | 1995 | 1996 | 1997 | 1998 | 1999 |
|--------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|
| Groente b) | 4.574 | 4.371 | 4.246 | 4.235 | 4.201 | 4.225 | 4.308 | 4.396 | 4.540 | 4.352 | 4.261 | 4.116 | 4.071 | 4.166 | 4.165 |
| Snijbloemen c) | 3.187 | 3.286 | 3.437 | 3.510 | 3.684 | 3.798 | 3.835 | 3.818 | 3.843 | 3.922 | 3.900 | 3.876 | 3.816 | 3.874 | 3.976 |
| Potplanten d) | 766 | 951 | 1.151 | 1.222 | 1.281 | 1.345 | 1.451 | 1.536 | 1.534 | 1.626 | 1.651 | 1.711 | 1.849 | 1.961 | 2.055 |
| Prod. glastuinbouw | 8.527 | 8.608 | 8.834 | 8.967 | 9.166 | 9.368 | 9.594 | 9.750 | 9.917 | 9.900 | 9.812 | 9.703 | 9.736 | 10.001 | 10.196 |
| Opkweek | 228 | 360 | 371 | 362 | 384 | 400 | 390 | 390 | 399 | 331 | 342 | 340 | 336 | 343 | 366 |

a) Staand 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-Meitelling.

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

| | 1980 | 1985 | 1987 | 1988 | 1989 | 1990 | 1991 | 1992 | 1993 | 1994 | 1995 | 1996 | 1997 | 1998 | 1999 ^r |
|----------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------------------|
| Nominaal | | | | | | | | | | | | | | | |
| aardgas (m ³) | 19,5 | 42,3 | 19,5 | 20,7 | 19,1 | 22,1 | 22,4 | 21,8 | 21,8 | 21,7 | 23,0 | 23,7 | 26,2 | 25,9 | 24,9 |
| aardgas w/k (m ³) b) | | | | | | | | | | 20,7 | 22,2 | 22,2 | 23,8 | 22,5 | 20,8 |
| electriciteit (kWh) c) | 19,7 | 24,2 | 16,4 | 16,1 | 16,1 | 16,1 | 15,6 | 14,7 | 14,6 | 14,1 | 14,9 | 14,5 | 15,1 | 14,7 | |
| Koepkrachtindex (%) a) | 100 | 85,5 | 85,8 | 85,3 | 84,3 | 82,7 | 80,2 | 77,9 | 76,4 | 74,7 | 73,6 | 72,5 | 71,0 | 69,9 | 68,5 |
| Reëel | | | | | | | | | | | | | | | |
| aardgas (m ³) | 19,5 | 36,1 | 16,7 | 17,7 | 16,1 | 18,3 | 18,0 | 17,0 | 16,7 | 16,2 | 16,9 | 17,2 | 18,6 | 18,1 | 17,1 |
| aardgas w/k (m ³) b) | | | | | | | | | | 15,5 | 16,3 | 16,1 | 16,9 | 15,7 | 14,2 |
| electriciteit (kWh) | 19,7 | 20,7 | 14,1 | 13,7 | 13,6 | 13,3 | 12,5 | 11,5 | 11,2 | 10,5 | 11,0 | 10,5 | 10,7 | | |

r = raming.

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

Bron: gas: Gasunie; electriciteit: LEI (sectorrekening); koepkrachtindex: CBS/LEI-tuinbouwcijfers.

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

| Energiedrager | 1980 | 1985 | 1987 | 1988 | 1989 | 1990 | 1991 | 1992 | 1993 | 1994 | 1995 | 1996 | 1997 | 1998 | 1999 ^r |
|---|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------------------|
| Aardgas (10 ⁶ m ³) | 3.265 | 2.700 | 3.347 | 3.179 | 3.437 | 3.623 | 4.136 | 3.981 | 4.190 | 3.960 | 3.910 | 4.346 | 3.655 | 3.673 | 3.546 |
| Olie a) (10 ⁶ m ³ a.e.) | 135 | 25 | 16 | 29 | 28 | 29 | 39 | 8 | 4 | 16 | 9 | 14 | 7 | 4 | 4 |
| Restwarmte b) (10 ⁶ GJ) | 0 | 0,1 | 0,6 | 0,7 | 0,9 | 1,1 | 1,2 | 1,3 | 1,3 | 1,3 | 1,3 | 3,6 | 5,0 | 5,6 | 5,5 |
| W/k-warmte c) (10 ⁶ GJ) | 0 | 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 | 10,0 |
| Elektriciteit d) (10 ⁶ kWh) | 370 | 442 | 520 | 561 | 614 | 677 | 776 | 879 | 967 | 1.021 | 896 | 1.036 | 1.108 | 1.221 | 1.350 |
| Totaal (PI) e) | 108,9 | 88,0 | 109,0 | 104,4 | 113,1 | 119,8 | 137,5 | 133,0 | 141,3 | 136,0 | 135,4 | 153,4 | 134,4 | 136,4 | 132,8 |

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: gas: Gasunie, gecorrigeerd voor gasverbruik champignons, w/k-nutsbedrijven en opkweek olie: LEI-sectorrekening

restwarmte: distributiebedrijven, 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 productieglasuinbouw per jaar over de periode 1980-1998 (eenheden per m²) a)

| | 1980 | 1985 | 1987 | 1988 | 1989 | 1990 | 1991 | 1992 | 1993 | 1994 | 1995 | 1996 | 1997 | 1998 | 1999r |
|---------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Brandstof (m ³ a.e.) | 39,9 | 31,7 | 38,3 | 36,1 | 38,2 | 39,6 | 44,4 | 42,1 | 43,9 | 42,2 | 42,6 | 48,7 | 42,2 | 41,7 | 39,6 |
| Elektriciteit (kWh) | 4,3 | 5,1 | 5,9 | 6,3 | 6,7 | 7,2 | 8,1 | 9,0 | 9,8 | 10,3 | 9,1 | 10,7 | 11,4 | 12,2 | 13,2 |
| Totaal (MJ) | 1.278 | 1.022 | 1.234 | 1.165 | 1.234 | 1.279 | 1.433 | 1.364 | 1.425 | 1.374 | 1.379 | 1.581 | 1.377 | 1.364 | 1.302 |

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 | 1987 | 1988 | 1989 | 1990 | 1991 | 1992 | 1993 | 1994 | 1995 | 1996 | 1997 | 1998 | 1999 |
|------------------------------------|-------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Brandstof a) (m ³ a.e.) | 39,6 | 29,8 | 37,2 | 38,6 | 41,6 | 43,0 | 44,6 | 44,5 | 44,7 | 44,6 | 44,0 | 46,7 | 44,0 | 44,2 | 43,1 |
| Elektriciteit (kWh) | 4,3 | 5,0 | 5,8 | 6,4 | 6,9 | 7,5 | 8,1 | 9,2 | 9,8 | 10,5 | 9,3 | 10,5 | 11,5 | 12,4 | 13,5 |
| Totaal (MJ) | 1.267 | 961 | 1.197 | 1.243 | 1.340 | 1.388 | 1.440 | 1.441 | 1.450 | 1.450 | 1.439 | 1.516 | 1.434 | 1.443 | 1.412 |
| Totaal (m ³ a.e.) | 40,0 | 30,4 | 37,8 | 39,3 | 42,3 | 43,9 | 45,5 | 45,5 | 45,8 | 45,8 | 45,5 | 47,9 | 45,3 | 45,6 | 44,6 |

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 | 1987 | 1988 | 1989 | 1990 | 1991 | 1992 | 1993 | 1994 | 1995 | 1996 | 1997 | 1998 | 1999r |
|---|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Primaire brandstof (10 ⁶ m ³ a.e.) | 3.488 | 2.695 | 3.426 | 3.611 | 3.968 | 4.195 | 4.451 | 4.518 | 4.602 | 4.560 | 4.417 | 4.561 | 4.258 | 4.379 | 4.385 |
| (m ³ a.e./m ²) | 40,9 | 31,3 | 38,8 | 40,3 | 43,3 | 44,8 | 46,4 | 46,3 | 46,4 | 46,1 | 45,0 | 47,0 | 43,7 | 43,8 | 43,0 |

r = raming.

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

| | 1980 | 1985 | 1987 | 1988 | 1989 | 1990 | 1991 | 1992 | 1993 | 1994 | 1995 | 1996 | 1997 | 1998 | 1999r |
|-------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Graaddagen | 3.246 | 3.487 | 3.372 | 2.825 | 2.697 | 2.680 | 3.165 | 2.831 | 3.078 | 2.836 | 2.917 | 3.504 | 2.929 | 2.821 | 2.676 |
| Lichtsom b) | 330 | 333 | 329 | 324 | 376 | 366 | 346 | 359 | 331 | 339 | 366 | 342 | 353 | 310 | 363 |

r = 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 (ft 1980)/m²)

| | 1980 | 1985 | 1987 | 1988 | 1989 | 1990 | 1991 | 1992 | 1993 | 1994 | 1995 | 1996 | 1997 | 1998 | 1999r |
|-------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|
| Fysieke productie | 46,1 | 58,3 | 65,9 | 69,6 | 72,5 | 75,3 | 76,5 | 79,0 | 79,0 | 80,3 | 83,9 | 83,6 | 85,6 | 82,7 | 84,9 |

r = 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 | 1987 | 1988 | 1989 | 1990 | 1991 | 1992 | 1993 | 1994 | 1995 | 1996 | 1997 | 1998 | 1999r |
|---------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|
| % 1980 | | 100 | 61 | 66 | 65 | 67 | 67 | 68 | 66 | 66 | 65 | 60 | 63 | 58 | 60 |
| % 1989 | | | | | | 100 | 100 | 102 | 98 | 98 | 96 | 90 | 94 | 86 | 89 |

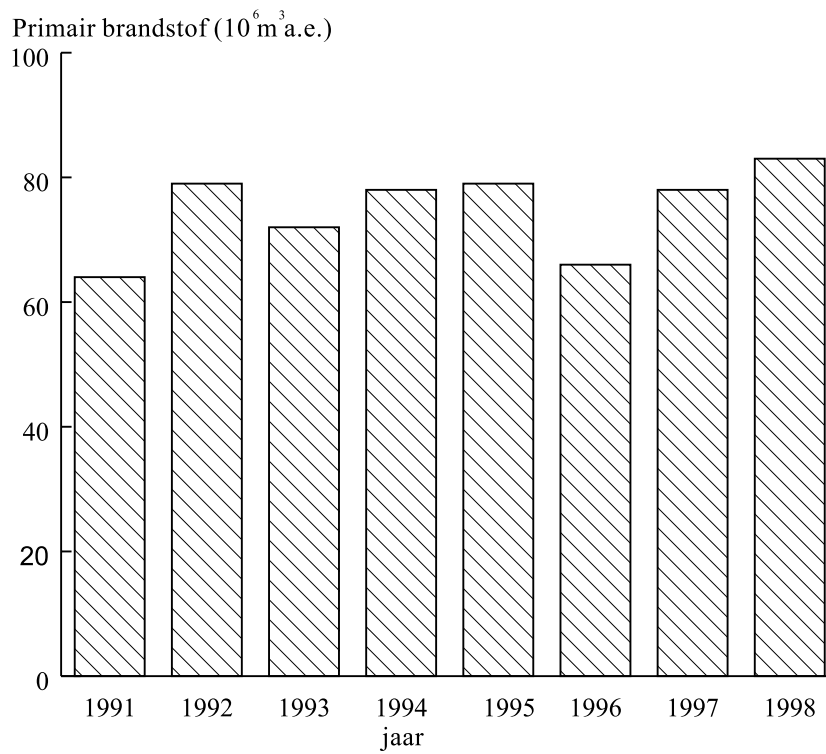
r = raming.

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

| CO ₂ -emissie | 1980 | 1985 | 1987 | 1988 | 1989 | 1990 | 1991 | 1992 | 1993 | 1994 | 1995 | 1996 | 1997 | 1998 | 1999r |
|--------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|
| | 6,3 | 4,9 | 6,2 | 6,5 | 7,1 | 7,6 | 8,0 | 8,1 | 8,3 | 8,2 | 8,0 | 8,2 | 7,7 | 7,9 | 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 tot en met 1998 (miljoen $\text{m}^3 \text{ a.e.}$)



Figuur B3.2 Schatting van het primair brandstofverbruik voor gietwaterontsmetting over de jaren 1994 tot en met 1998 (miljoen $\text{m}^3 \text{ a.e.}$)

Bijlage 4 Uitgangspunten bij de berekeningen uit paragraaf 4.7.3

Bij de berekeningen in paragraaf 4.7.3 zijn per variant de volgende uitgangspunten gehanteerd:

Tabel B4.1 Gehanteerde uitgangspunten bij de berekeningen in paragraaf 4.7.3 a)

| | Uitgangssituatie 1998 |
|--|-----------------------|
| Gemiddeld elektriciteitsverbruik dat niet voor belichting wordt gebruikt (kWh/m ²) | 8 |
| Elektrisch rendement w/k (%) | 33 |
| Thermisch rendement w/k (%) | 53 |
| Warmtevernietiging (% w/k-warmte) | 20 |
| Omrekeningsfactor van elektriciteit naar primair brandstof (m ³ a.e./kWh) | 0,279 |
| Besparing in ketel door w/k (m ³ /GJ) | 30,6 |

a) Afgezien van het percentage warmtevernietiging zijn de uitgangspunten bij varianten 1, 2 en 3 gelijk aan die in de uitgangssituatie 1998.

Variant 1: Alle belichtende bedrijven zonder eigen w/k schaffen een w/k aan waarmee volledig in de elektriciteitsbehoefte van hun lampen wordt voorzien. Het percentage warmtevernietiging is gesteld op 15%; Variant 2) Alle belichtende bedrijven met een eigen w/k kopen gemiddeld geen 20% van hun elektriciteitsbehoefte meer in van het net, maar dekken de volledige elektriciteitsvraag van de lampen met de w/k. Het percentage warmtevernietiging is gesteld op 25%; Variant 3) Combinatie van variant 1) en 2) (alle benodigde elektriciteit voor assimilatiebelichting wordt door eigen w/k-installaties geproduceerd). Het percentage warmtevernietiging is gesteld op 20%.