

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

Periodieke Rapportage 39-96

ENERGIE IN DE GLASTUINBOUW VAN NEDERLAND

Ontwikkelingen in de sector en op de bedrijven t/m 1997

Oktober 1998

Landbouw-Economisch Instituut (LEI-DLO)
Afdeling Tuinbouw



REFERAAT

ENERGIE IN DE GLASTUINBOUW VAN NEDERLAND; ONTWIKKELINGEN IN DE SECTOR EN OP DE BEDRIJVEN T/M 1997

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

Den Haag, Landbouw-Economisch Instituut (LEI-DLO), 1998

Periodieke Rapportage 39-96

ISSN 0929-7170

63 p, tab., fig., 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 bevat.

In 1997 is de energie-efficiëntie 42% beter dan in 1980. In de periode 1991-1997 is een verbetering van de energie-efficiëntie opgetreden met 10 procentpunt. Het primair brandstofverbruik per m² laat vanaf 1994 een dalende trend zien. De ontwikkeling van de fysieke productie bedraagt in de jaren negentig gemiddeld 1,6% per jaar. De CO₂-emissie is in de periode voor 1994 toegenomen en in de periode 1994-1997 gedaald van 113 tot 104% ten opzichte van de basisperiode 1989/90.

Er is een constante toename in het gebruik van de energiebesparende opties klimaatcomputer, rookgascondensor, warmteopslag, schermen en gevelisolatie. Hiermee wordt in 1997 ruim 2% primair brandstof bespaard ten opzichte van 1990. Het aandeel warmte van derden in het totaal energiegebruik is in 1997 toegenomen tot 11,5% waarmee ruim 7% primair brandstof wordt bespaard.

Energie/Glastuinbouw/Energiebesparing/Milieu/Energie-efficiëntie/CO₂-emissie/ MeerJarenAfspraak/Nederland

Overname van de inhoud toegestaan, mits met duidelijke bronvermelding.

INHOUD

	Blz.
WOORD VOORAF	5
SAMENVATTING	7
1. INLEIDING	11
2. METHODE	13
2.1 Energie-efficiëntie, CO ₂ -emissie en energiegebruik	13
2.2 Energiebesparende opties	14
3. ENERGIE-EFFICIËNTIE EN CO ₂ -EMISSION IN DE SECTOR	15
3.1 Inleiding	15
3.2 Areaal	15
3.3 Energie	16
3.3.1 Prijs	16
3.3.2 Werkelijk gebruik	17
3.3.3 Gebruik na temperatuurcorrectie	19
3.3.4 Primair brandstof	20
3.4 Fysieke productie	22
3.5 Energie-efficiëntie	23
3.6 CO ₂ -emissie	26
4. ENERGIEBESPARENDE OPTIES EN ENERGIEVRAGENDE ACTIVITEITEN OP DE BEDRIJVEN	27
4.1 Inleiding	27
4.2 Energiebesparende opties	27
4.2.1 Condensors	27
4.2.2 Klimaatcomputer	28
4.2.3 Schermen	30
4.2.4 Gevelisolatie	31
4.2.5 Warmte-opslag	32
4.2.6 Warmte van derden	34
4.3 Teeltmaatregelen die extra energie vragen	38
4.3.1 Assimilatiebelichting	38
4.3.2 CO ₂ -doserer	38
4.3.3 Minimumbuis	39
4.4 Absolute energiebesparing	40
5. CONCLUSIES	41

	Blz.
LITERATUUR	44
BIJLAGEN	47
1. Nadere uitwerking van de methode	48
2. Tabellen bij hoofdstuk 3	55
3. Stomen en gietwaterontsmetting	62

WOORD VOORAF

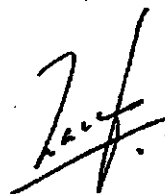
De Nederlandse glastuinbouwsector, vertegenwoordigd door het Landbouwschap, en de Nederlandse overheid hebben begin 1993 een MeerJaren-Afspraak-Energie ondertekend met als doelstelling een verbetering van de energie-efficiëntie met 50% in de periode 1980-2000. Door verbetering van de energie-efficiëntie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

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

Deze rapportage bevat de ontwikkelingen van de energie-efficiëntie en de CO₂-emissie in de sector van 1980 tot en met 1997, waarbij voor 1997 een raming is gemaakt. Het gebruik van energiebesparende opties op de bedrijven is in beeld gebracht over de periode eind 1990 - eind 1997, waarbij voor de laatste twee jaren voorlopige cijfers zijn gebruikt. De gegevensverzameling op de bedrijven is grotendeels uitgevoerd door J.L. Qualm en A.W. van Vliet. Het onderzoek is uitgevoerd door R. Bakker, A.P. Verhaegh en N.J.A. van der Velden. De projectleiding was in handen van laatstgenoemde. Het onderzoek is vanuit de opdrachtgevers begeleid door P.W. Broekharst (Productschap Tuinbouw) en C.H.M.G. Custers (Novem).

In het kader van dit project zal er een aparte rapportage verschijnen over de relatie tussen de toepassing van energiebesparende opties en de leeftijd van het glastuinbouwbedrijf (Bakker et al., in voorbereiding).

De directeur,



L.C. Zachariasse

Den Haag, oktober 1998

SAMENVATTING

Inleiding

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

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

Onderzoek

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

Energie-efficiëntie

Na de toename in de periode voor 1991 en de stabilisatie in de periode 1991-1994 is er vanaf 1994 een daling opgetreden van het primair brandstofverbruik per m². Het jaar 1996 is hierop een uitzondering. In de periode 1994-1997 bedraagt de daling 6%.

De ontwikkeling van de fysieke productie per m² ligt in de periode 1991-1997 met gemiddeld 1,6% per jaar duidelijk op een lager niveau dan in de jaren tachtig toen de groei voet gemiddeld 4% per jaar bedroeg. Sectorbrede innovaties met een sterke positieve invloed op de fysieke productie, zoals de substraatteelt in de jaren tachtig hebben zich in de jaren negentig niet voorgedaan.

De index van de energie-efficiëntie is in 1996 definitief uitgekomen op 63%. Dit betekent een verslechtering van 3 procentpunten ten opzichte van 1995. Uit de voorlopige cijfers van 1997 blijkt een verbetering van 5 procentpunten ten opzichte van 1996 tot het niveau van 58%. Over de periode 1991-

1997 is de energie-efficiëntie met 10 procentpunt verbeterd. Gemiddeld is dit 1½ procentpunt per jaar. Deze ontwikkeling hangt samen met een toename van de fysieke productie per m² kas van 10% vanaf 1991 en een daling van het primair brandstofverbruik per m² van 6% vanaf 1994.

Het aandeel warmte van derden is in 1997 toegenomen tot 11,5% terwijl dit in 1995 nog maar 6,5% en in 1990 1,5% bedroeg. In 1997 maken circa 328 glastuinbouwbedrijven gebruik van restwarmte. Het elektrisch vermogen van w/k-installaties van nutsbedrijven geïnstalleerd op glastuinbouwbedrijven bedraagt per begin 1998 492 MW_e. Met het gebruik van warmte van derden wordt in 1997 7% primair brandstof bespaard. Gemiddeld over de gehele sector is dit 3 m³ a.e. per m² kas. Indien door de glastuinbouw geen warmte van derden zou zijn gebruikt dan zou de energie-efficiëntie in 1997 op 62% zijn uitgekomen. Het gebruik van warmte van derden heeft de energie-efficiëntie met ruim 4 procentpunten verbeterd. Door de productie van elektriciteit met w/k-installaties in eigendom van de tuinders wordt in 1997 naar schatting gemiddeld 0,7 m³ a.e. per m² primair brandstof bespaard. Het effect op de energie-efficiëntie is een kleine procentpunt. Het totale effect van warmte van derden en w/k-installaties van de tuinders op de energie-efficiëntie bedraagt in 1997 ruim 5 procentpunten. Uitgaande van datgene wat begin 1998 bij de nutsbedrijven gepland is om aan w/k-installaties te plaatsen, zal het aandeel warmte van derden toenemen tot circa 12,5%.

Energiebesparende opties

De penetratiegraden van een belangrijk aantal energiebesparende opties laten in de periode tot eind 1996 een continue toename zien. Ook in 1997 zet deze ontwikkeling zich door. Er wordt dus jaarlijks op een groter aandeel van de bedrijven c.q. areaal gebruik gemaakt van energiebesparende opties.

Bij de condensor is een ontwikkeling opgetreden naar het gebruik van condensortypen met een hogere energiebesparing. Het aandeel condensors op de retour daalt met circa 1,8 procentpunt per jaar tot 17% per eind 1997 ten gunste van het aandeel condensors op een apart net. Bij dit type neemt de penetratiegraad toe met gemiddeld 1,9 procentpunt per jaar tot 69% per eind 1997. Het aandeel combicondensors is met ongeveer 14% stabiel. Van alle in gebruik zijnde ketels is circa 60% voorzien van een condensor. Bij de hoofdketels is dit 68%.

Een klimaatcomputer wordt gebruikt op circa 88% van de bedrijven. Ondanks dit hoge percentage blijft de penetratiegraad toenemen, en wel met gemiddeld 2,2 procentpunt per jaar.

Beweegbare schermen komen op circa 60% van het areaal voor en vaste schermen op ongeveer 6%. De ontwikkeling in penetratiegraad is respectievelijk 1,0 procentpunt stijging per jaar voor beweegbare schermen en 0,6 procentpunt afname per jaar voor vaste schermen. Beweegbare schermen besparen meer energie omdat ze langer worden gebruikt. Het aandeel kasgeveloppervlak met isolatie neemt met gemiddeld 1,2 procentpunt per jaar toe tot 77% per eind 1997.

De toepassing van warmte-opslag neemt toe met gemiddeld 1,1 procentpunt per jaar. Op glasgroentebedrijven is dit 2,0 procentpunt. De penetratiegraad op alle bedrijven bedroeg eind 1997 17% en op groentebedrijven 33%. Ook de gemiddelde bufferinhoud neemt toe en bedroeg per eind 1996 79 m³ water per hectare. Het aandeel bedrijven met CO₂ van derden (zuiver CO₂ en rookgas-CO₂) ligt eind 1997 ongeveer op 7%. CO₂ van derden komt vooral voor in combinatie met warmte van derden.

De energiebesparing door de toename van de penetratiegraden van de hiervoor genoemde opties (exclusief warmte en CO₂ van derden en w/k-installaties van tuinders) is in 1997 opgelopen tot circa 95 miljoen m³ a.e. ten opzichte van 1991. Uitgedrukt in het primair energiegebruik van de sector is de besparing circa 2,3%.

Intensivering en energiebesparing

De glastuinbouw wordt gekenmerkt door een continu proces van intensivering waardoor de vraag naar energie toeneemt. Hoewel het aandeel bedrijven dat een minimumbus toepast (circa 80%) vrij constant is, lijkt het aandeel bedrijven dat CO₂ doseert de laatste jaren toe te nemen. Bij de gedoseerde hoeveelheid CO₂ wordt een toename geconstateerd. Het areaal met assimilatiebelichting (circa 9%) en het elektrisch vermogen per m² kas van de lampen lijkt de laatste jaren toe te nemen.

Naast de stabilisatie van het primair brandstofverbruik per m² in de periode 1991-1994 en de daling in de periode 1994-1997 laat het energiegebruik vóór omrekening naar primair brandstof in de eerste periode een lichte toename (ruim 1%) en in de tweede periode een daling zien (2%). Het extra energiegebruik door het voortgaande proces van intensivering is in de periode 1991-1994 dus groter dan de energiebesparing op de bedrijven. In de periode 1994-1997 wordt het extra energiegebruik door intensivering meer dan gecompenseerd door energiebesparing op de bedrijven. Gezien de kleine verschillen is het nog niet zeker in hoeverre hier sprake is van een structurele ontwikkeling.

Doelstelling 2000

Voor de doelstelling van de MJA-E in het jaar 2000 moet de energie-efficiëntie vanaf 1997 met nog 8 procentpunt verbeteren. Uitgedrukt in het niveau van 1997 is dit ruim 14%. Dit kan worden gerealiseerd door een jaarlijkse toename van de fysieke productie per m² van gemiddeld 5% en een gelijkblijvend primair brandstofverbruik per m². Deze berekende ontwikkeling van de fysieke productie tot 2000 is aanzienlijk meer dan de verbetering van de fysieke productie per m² in de jaren negentig die gemiddeld 1,6% bedroeg. Bij een toename van de fysieke productie met gemiddeld 1,6% per jaar zal een besparing aan primair brandstof van 9% gerealiseerd moeten worden in een periode van 3 jaar. Gemiddeld per m² kas in de gehele sector is dit 4 m³ a.e. Dit ligt ruim boven de besparing die in 1997 met warmte van derden gerealiseerd is. Een grote bijdrage van warmte van derden aan de berekende besparing aan primair brandstof tot 2000 mag niet worden verwacht. Indien de ontwikkeling

van de fysieke productie zich in beperkte mate blijft ontwikkelen, dan zal een verdere daling van het energiegebruik op de bedrijven noodzakelijk zijn om de doelstelling te halen. De mogelijkheden hiervoor zijn een verdere toename van de penetratiegraden van energiebesparende opties, een verbetering van de gebruikswijze van de opties en het bewuster omgaan met energie via teelt- en klimaatmaatregelen.

CO₂-emissie

Na een toename in de periode voor 1994 is de CO₂-emissie in de periode 1994-1997 gedaald van 113 tot 104% ten opzichte van de basisperiode 1989/90. Dit komt door inkrimping van het areaal met 2% en een daling van het primair brandstofverbruik per m² met 6%, beiden vanaf 1994. Indien in de glastuinbouw geen warmte van derden zou zijn gebruikt dan zou de CO₂-emissie in 1997 op 111% zijn uitgekomen.

1. INLEIDING

Probleemstelling

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

Onder energie-efficiëntie wordt verstaan het primair brandstofverbruik per eenheid product. Het energiegebruik is hierbij gedefinieerd als het primair brandstofverbruik. De ontwikkeling van de energie-efficiëntie wordt zowel bepaald door de ontwikkeling van het primair brandstofverbruik als van de fysieke productie. De CO₂-emissie daarentegen wordt 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.

Reductie van het primaire brandstofverbruik in de glastuinbouw is mogelijk door het gebruik van energiebesparende voorzieningen en alternatieve energiebronnen. Het aantal mogelijke besparingstechnieken (opties) is groot. Het wel of niet aanwenden van een optie wordt in hoge mate bepaald door bedrijfseconomische voordelen.

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

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 en analyse van de penetratiegraden van de energiebesparende opties op de bedrijven en de energiebesparing die hiermee gerealiseerd wordt in de sector. Ook wordt aandacht besteed aan het proces van intensivering 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 en de CO₂-emissie op sectorniveau worden beschreven in hoofdstuk 3. In hoofdstuk 4 wordt de ontwikkeling van de penetratiegraad van de belangrijkste energiebesparende opties op de bedrijven, de energiebesparing hierdoor in de sector en het proces van intensivering op de bedrijven behandeld. Hoofdstuk 5 bevat de conclusies en aanbevelingen.

2. METHODE

2.1 Energie-efficiëntie, CO₂-emissie en energiegebruik

De energie-efficiëntie is het energiegebruik per eenheid product. Dit wordt bepaald door het quotiënt van het primair brandstofverbruik en de fysieke productie in de totale productieglastuinbouw op jaarbasis (sectorniveau). Voor de energie-efficiëntie is dus zowel de ontwikkeling van het energiegebruik 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 1996 circa 12.500 bedrijven met glastuinbouw. Op deze bedrijven bevindt zich circa 9.700 ha glas. De opkweek omvat ruim 3% van het areaal glas (bijlage 2, tabel B2.1), wordt gezien als toelevering en wordt daardoor buiten beschouwing gelaten.

In de productieglastuinbouw worden verschillende soorten energie gebruikt (aardgas, olie, restwarmte van elektriciteitscentrales, warmte van w/k-installaties van nutsbedrijven en elektriciteit). Voor de productie van een bepaalde eenheid energie zijn afhankelijk van de energiesoort, verschillende hoeveelheden brandstof nodig. Voor elektriciteit is relatief veel brandstof nodig. Door de gecombineerde productie van elektriciteit en warmte wordt veel primair brandstof bespaard. De hoeveelheden van de afzonderlijke energiedragers worden omgerekend naar primair brandstofverbruik; dit is de fossiele brandstof die nodig is voor de energiedragers. De landelijke besparing aan primair brandstof door het gebruik van w/k-warmte en restwarmte wordt hierbij toegerekend aan de productieglastuinbouw. Het totaal primair brandstofverbruik wordt vervolgens bepaald door sommering van de hoeveelheden primair brandstof per energiedrager. Er zijn verschillende soorten brandstof (bijvoorbeeld aardgas, olie en kolen). Om deze te kunnen sommeren, vindt omrekening plaats naar aardgasequivalenten (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 1997 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 LEI-DLO die is gebaseerd op het Bedrijven-Informatienet van LEI-DLO.

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 Bedrijven-Informatienet en de hiervan afgeleide sectorrekening.

2.2 Energiebesparende opties

Inzicht in de penetratiegraad van de energiebesparende opties op bedrijfsniveau wordt verkregen op basis van gegevens welke zijn verzameld op de glastuinbouwbedrijven in het Bedrijven-Informatienet van LEI-DLO. Voor de gegevensverzameling is een uitgebreide vragenlijst opgesteld.

Het Bedrijven-Informatienet wordt gekenmerkt door werkelijke waarnemingen van zowel financiële als technische gegevens van individuele bedrijven over een reeks van jaren. Het betreft gespecialiseerde productiebedrijven die zijn geselecteerd door middel van een gestratificeerde aselechte steekproef uit de Landbouwtelling van het CBS. De steekproef voor de glastuinbouw bestaat uit gespecialiseerde glasgroente-, snijbloemen- en potplantenbedrijven en gemengde glastuinbouwbedrijven. 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 gemengde glasbedrijven zijn met ingang van 1995 in de steekproef opgenomen. Bij de analyse van de penetratiegraden van de energiebesparende opties gaat het om trends vanaf 1991. Daarom zijn de gemengde glasbedrijven (vanaf 1995) buiten beschouwing gelaten. De steekproef (exclusief gemengde glasbedrijven) is representatief voor circa 70% van de 12.500 bedrijven met glastuinbouw in Nederland. Op deze bedrijven bevindt zich in 1996 92% van het areaal productieglastuinbouw (9.703 ha) in Nederland.

Voor de ontwikkeling van de penetratiegraden in de tijd is informatie beschikbaar van de boekjaren 1991 tot en met 1996. Als peildatum wordt uitgegaan van het eind van het voorafgaande jaar. Daarnaast is er voorlopige informatie beschikbaar van eind 1996 en is er telefonisch informatie verzameld van de belangrijkste opties per eind 1997. Hierdoor ontstaat er voor de penetratiegraden een reeks over de periode eind 1990 - eind 1997. De informatie over de gebruikswijzen heeft betrekking op een geheel boekjaar. De analyse hiervan is gebaseerd op het boekjaar 1996.

De ontwikkeling in penetratiegraad per optie tussen de jaren is meestal beperkt van omvang en bedraagt hooguit enkele procentpunten per jaar. De penetratiegraden zijn bepaald op basis van een steekproef. Dit brengt zich met mee dat de resultaten een schatting zijn van de werkelijkheid met een foutenmarge van enkele procentpunten. De ontwikkeling van de penetratiegraden over meerdere jaren worden daarom geanalyseerd met regressieanalyse. 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-EMISSION IN DE SECTOR

3.1 Inleiding

In dit hoofdstuk wordt de ontwikkeling van de energie-efficiëntie, de CO₂-emissie en de achterliggende factoren uitgewerkt. Hierbij wordt achtereenvolgens gekeken naar het areaal, de energieprij, het werkelijk energiegebruik, de aandelen van de afzonderlijke energiedragers, het energiegebruik voor stomen en gietwaterontsmetting, de energie-intensiteit, het energiegebruik na temperatuurcorrectie, het primair brandstofverbruik, de fysieke productie, de energie-efficiëntie en de CO₂-emissie.

De ontwikkeling van de grootheden in de tijd is vermeld in de tabellen in bijlage 2. De belangrijkste grootheden zijn in dit hoofdstuk grafisch of in een verkorte tabel weergegeven. Definitieve resultaten zijn beschikbaar vanaf 1980 tot en met 1996; voor 1997 is een raming gemaakt. Het basisjaar voor de energie-efficiëntie is 1980 en voor de CO₂-emissie het gemiddelde van 1989 en 1990. De analyse van het areaal en het totaal primair brandstofverbruik is daarom gericht op de periode vanaf 1989/90 en het energiegebruik per m² kas, het primair brandstofverbruik per m² kas en de fysieke productie per m² kas op de periode vanaf 1980. De meeste aandacht wordt besteed aan de ontwikkeling in de laatste jaren. Het effect van warmte van derden en van w/k-installaties van tuinders krijgt extra aandacht.

3.2 Areaal

Na een daling van het areaal productieglastuinbouw in de periode 1993-1996 is in 1997 een lichte toename opgetreden (tabel 3.1). De daling in de periode 1993-1996 bedraagt ruim 200 ha in 3 jaar en betreft vooral groenteteelt onder glas. In deze subsector is het areaal in deze periode met 424 ha (ruim 9%) afgenomen terwijl bij de bloemen (+33 ha) en bij de potplanten (+177 ha) een toename plaatsvond. De toename van het totaal areaal in 1997 bedraagt 33 ha. Ook hier constateren we een afname bij de groente en een toename bij de potplanten. Evenals in de twee voorafgaande jaren neemt ook in 1997 het areaal bloemen af. In de periode 1994-1997 daalt het areaal bloemen met ruim 100 ha. In de periode voor 1993 nam het totaal areaal nog toe met gemiddeld bijna 200 ha per jaar. Deze ontwikkelingen gaan samen met de prijsvorming van de glastuinbouwproducten en de daarvan sterk afhankelijke bedrijfsresultaten. Bij de potplanten liggen de bedrijfsresultaten over een langere periode duidelijk op een hoger niveau dan bij de groente en de bloemen. Het aandeel

potplanten in het totaal areaal komt in 1997 op 19% terwijl dit in 1989/90 14% en in 1980 nog maar 9% bedroeg. Over de periode vanaf 1989/90, de periode waarover de CO₂-emissie wordt bepaald, is de groei van het areaal 5% (tabel 3.1).

Voorlopige resultaten van de Landbouwtelling 1998 laten een lichte toename van het totale glasareaal met 0,7% zien. De toekomstige ontwikkeling op de wat langere termijn hangt af van de ontwikkeling van de vraag naar glastuinbouw producten, de concurrentie van andere landen en van de ontwikkeling van de fysieke productie per m² kas. Op basis van een onderzoek van het CPB wordt verwacht dat het areaal in de periode 1995-2010 met zo'n 5-6% afneemt (Suijker et al., in voorbereiding).

Tabel 3.1 Ontwikkeling van het areaal en de rentabiliteit van de productieglastuinbouw en de subsectoren in de periode 1989/90-1997

	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997
Groente (ha)	4.201	4.225	4.308	4.396	4.540	4.352	4.261	4.116	4.071
(rentabiliteit) a)	99	99	103	84	80	94	90	100	103
Bloemen (ha)	3.684	3.798	3.835	3.818	3.843	3.922	3.900	3.876	3.816
(rentabiliteit) a)	94	93	96	91	93	94	90	95	99
Potplanten (ha)	1.281	1.345	1.451	1.536	1.534	1.626	1.651	1.711	1.849
(rentabiliteit) a)	102	101	99	96	98	97	97	99	100
Totaal (ha)	9.166	9.368	9.594	9.750	9.917	9.900	9.812	9.703	9.736
(rentabiliteit) a)	97	96	99	89	88	95	92	97	100
Index areaal (%1989/90)	— 100 — 104 105 107 107 106 105 105								

Bron: areaal CBS-Meittelling; rentabiliteit Bedrijven-Informatienet LEI-DLO.

a) Bij de rentabiliteit zijn de opbrengsten uitgedrukt in % van de bedrijfseconomische kosten

3.3 Energie

3.3.1 Prijs

In de glastuinbouw worden de energiedragers aardgas, olie, warmte van derden en elektriciteit gebruikt. Aardgas neemt het grootste deel voor zijn rekening. In de periode 1990-1994 lag de gasprijs op een vrij constant niveau van rond de 22 cent per kubieke meter (tabel B2.2). Vanaf 1994 neemt de gasprijs toe. In 1997 is de prijs gemiddeld ruim 26 cent per m³. Dit betekent een toename van ruim 20% in 3 jaar tijd. Deze prijzen zijn inclusief de MJA-E-heffing ingesteld door het bedrijfsleven. Deze heffing is ingegaan per 1 april 1993 en bedraagt in 1993 en 1994 0,7, in 1995 0,6 cent, in 1996 0,5 cent en in 1997 0,4 cent per m³. De reële gasprijs, dat wil zeggen gecorrigeerd voor de koopkracht van de gulden (prijspeil 1980), is in de periode 1994 - 1997 gestegen met bijna 15%.

Per 1 oktober 1994 bestaat er een aparte tariefstelling voor aardgas dat wordt aangewend in w/k-installaties van tuinders én wordt gemeten met een aparte gasmeter (tabel B2.2). Dit aardgas is goedkoper en het voordeel neemt in de loop der jaren toe. In 1994 bedraagt het voordeel gemiddeld 1,0 in 1995 1,1, in 1996 1,5 cent en in 1997 2,4 cent per m³.

Het aandeel olie is zeer gering waardoor de prijs buiten beschouwing wordt gelaten. De prijs van warmte van derden (restwarmte en w/k-warmte) is meestal gekoppeld aan de gasprijs. Vaak wordt een bepaalde korting gegeven ten opzichte van de gasprijs. Uit Verhoeven et al. (1996) blijkt dat er bij warmte uit w/k-installaties van nutsbedrijven grote verschillen bestaan in warmteprijs tussen zowel de nutsbedrijven en als tussen de afzonderlijke tuinders per nutsbedrijf. Ook tussen restwarmteprojecten bestaan er verschillen in warmteprijs.

De gemiddelde prijs van elektriciteit afgenomen van het openbare net is van 1994 op 1995 toegenomen met bijna 5%. In 1995 treedt een daling op. De reële prijs is in 1996 bijna gelijk aan die in 1994.

3.3.2 Werkelijk gebruik

Absoluut en aandelen energiedragers

Het totaal energiegebruik in de productieglastuinbouw wordt voor 1997 geraamd op 129,6 PJ (tabel B2.3). Dit is iets minder dan in 1994 en 1995. In 1996 lag het energiegebruik met 149,9 PJ aanzienlijk hoger. Het jaar 1996 was echter een extreem koud jaar. Het energiegebruik gecorrigeerd voor de buitentemperatuur wordt behandeld in paragraaf 3.3.3.

Het energiegebruik bestaat voornamelijk uit aardgas; in 1997 werd bijna 3,5 miljard m³ gebruikt. Dit is inclusief het aardgas dat wordt aangewend w/k-installaties van tuinders. Met deze installaties wordt zowel warmte als elektriciteit geproduceerd. Naast de productie van elektriciteit door de tuinbouwbedrijven zelf wordt er elektriciteit afgenomen van het openbare net. Incidenteel wordt er elektriciteit geleverd aan het openbare net. Deze laatste hoeveelheid wordt verrekend met de afname. Dit resulteert in de nettoafname. De nettoafname neemt bijna jaarlijks toe. De laatste jaren wordt ruim één miljard kWh van het openbare net afgenomen. Begin jaren tachtig was dit nog een kleine 400 miljoen kWh.

Het gebruik van warmte van derden door de glastuinbouw neemt toe. Warmte van derden is warmte uit w/k-installaties (gasmotoren) van nutsbedrijven of restwarmte afkomstig van elektriciteitscentrales of STEG-eenheden. De hoeveelheid warmte van derden bedroeg in 1997 bijna 15 PJ en in 1994 bijna 7 PJ. In een periode van drie jaar is dus meer dan een verdubbeling opgetreden. Deze toename komt onder andere door de nieuwe restwarmteprojecten in de B-driehoek, Klazienaveen en Erica. Met deze drie projecten zijn in 1996 circa 230 bedrijven met in totaal ruim 400 ha glas op restwarmte aangesloten. Naast restwarmte neemt het vermogen van w/k-installaties van nutsbedrijven jaarlijks toe (paragraaf 4.2.6). In 1997 wordt er in de glastuinbouw circa 10 PJ w/k-warmte en circa 5 PJ restwarmte aangewend.

Door genoemde ontwikkelingen zijn de aandelen van de afzonderlijke energiedragers in de loop van de tijd gewijzigd (tabel 3.2). Het aandeel elektriciteit neemt jaarlijks toe tot ruim 3% in 1997; in 1990 was dit nog ruim 2%. Warmte van derden neemt in 1997 11,5% voor zijn rekening. Aardgas blijft de belangrijkste energiedrager maar het aandeel neemt af. In 1985 bedroeg het aandeel aardgas nog 97% en in 1997 is dit afgenomen tot circa 85%.

Voor de nabije toekomst zijn er (nog) geen nieuwe restwarmteprojecten in ontwikkeling. Door het vollopen van bestaande restwarmteprojecten waar nog niet alle beschikbare grond gebruikt wordt voor glastuinbouw, door het oplossen van kinderziekten en door leereffecten kan het gebruik van restwarmte bij bestaande projecten in de nabije toekomst nog wat toenemen. Uit een inventarisatie van PW/K blijkt dat het gebruik van w/k-warmte in 1998 verder zal toenemen (paragraaf 4.2.6). Op basis van wat er per begin 1998 bij de nutsbedrijven gepland is aan w/k-installaties zal het aandeel warmte van derden toenemen tot circa 12,5%. Ook zal het gebruik van w/k-warmte toenemen doordat rookgasreinigers in gebruik worden genomen (paragraaf 4.2.6).

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

Energiedrager	1980	1985	1990	1995	1996	1997r
Aardgas	94,8	97,0	95,6	90,8	89,0	85,1
Olie	4,0	0,9	0,8	0,2	0,3	0,3
Warmte van derden	0	0,2	1,5	6,5	8,2	11,5
Elektriciteit	1,2	1,9	2,1	2,4	2,5	3,1
Totaal	100	100	100	100	100	100

r = raming.

Stomen en gietwaterontsmetting

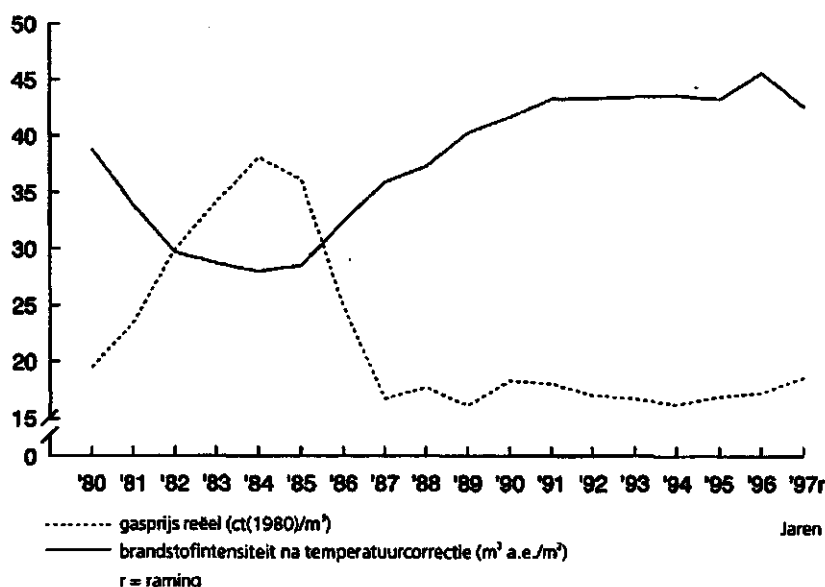
Het energiegebruik in de glastuinbouw wordt voor een beperkt deel aangewend voor stomen en gietwaterontsmetting. In bijlage 3 is de ontwikkeling van het primair brandstofverbruik voor zowel stomen als gietwaterontsmetting weergegeven. Stomen neemt ongeveer 2% en gietwaterontsmetting 0,1% van het primair brandstofverbruik van de sector voor zijn rekening. Zowel bij stomen als bij gietwaterontsmetting is hierin geen toe- of afname waar te nemen.

Intensiteit

De werkelijke energie-intensiteiten (energiegebruik per m²) in de gehele sector staan in tabel B2.4. Deze energiegebruiken zijn *niet* gecorrigeerd voor de buitentemperatuur waardoor de mogelijkheid tot vergelijking van de afzonderlijke jaren beperkt is. Het energiegebruik na temperatuurcorrectie komt in de volgende paragraaf aan bod.

3.3.3 Gebruik na temperatuurcorrectie

Om de ontwikkeling van de energie-efficiëntie en de CO₂-emissie niet te laten beïnvloeden door toevallige verschillen zoals warme en koude winters wordt het energiegebruik per m² kas per jaar gecorrigeerd voor de buitentemperatuur. De brandstofintensiteit in de glastuinbouw na temperatuurcorrectie is vermeld in tabel B2.5 en samen met de gasprijs grafisch weergegeven in figuur 3.1. Onder brandstofintensiteit wordt verstaan het totaal aan aardgas, olie en ingekochte warmte van derden per m² kas. De temperatuurcorrectie vindt plaats op basis van het aantal graaddagen per jaar en een correctiefactor per graaddag. Het aantal graaddagen per jaar is weergegeven in tabel B2.7.



Figuur 3.1 Ontwikkeling van de gasprijs (reëel) en de brandstofintensiteit (na temperatuurcorrectie) in de productieglastuinbouw in de periode 1980-1997

Na de sterke toename van de gecorrigeerde brandstofintensiteit in 1996 treedt in 1997 een sterke afname op. In de jaren 1991 tot en met 1995 ligt de gecorrigeerde brandstofintensiteit tussen de 43 en 44 m³ a.e. per m² kas. In 1996 ligt dit met circa 45,6 m³ per m² kas ongeveer 2 m³ hoger. In 1997 treedt een daling op tot een niveau tussen de 42 en 43 m³ per m² kas; dit laatste ligt duidelijk onder het niveau van de periode 1991-1995. Het jaar 1996 lijkt een uitzondering. Dit kan worden veroorzaakt doordat 1996 een extreem koud jaar is. De hiervoor gepresenteerde brandstofintensiteiten zijn temperatuur ge-

corrigeerd. De temperatuurcorrectie vindt plaats op basis van het aantal graaddagen per jaar en een correctiefactor per graaddag welke empirisch is vastgesteld op basis van historische jaargegevens van graaddagen en de werkelijke brandstofintensiteit. Het extreem hoge aantal graaddagen van 1996 kwam in deze historische reeks niet voor en kan daardoor in 1996 leiden tot een afwijkende gecorrigeerde brandstofintensiteit. Daarnaast gaan koude winters vaak gepaard met sterke wind; ook in 1996 was dit het geval. Dit zal het temperatuureffect hebben versterkt.

Het elektriciteitsverbruik per m^2 vanuit het openbare net neemt bijna jaarlijks toe. Het jaar 1995 is hierop een uitzondering maar over een langere periode is de trend duidelijk zichtbaar. Het elektriciteitsverbruik is in 1997 opgelopen tot ruim 11 kWh per m^2 kas terwijl dit in 1980 nog ruim 4 kWh per m^2 . Naar de oorzaken van deze toename is een onderzoek verricht (Van Nieuwkoop et al., in voorbereiding). Hieruit blijkt dat de toename vanaf 1991 voor rekening komt door de toename in het gebruik van belichting. Het elektriciteitsverbruik per m^2 af net voor overige apparatuur zoals pompen en ventilatoren is in deze periode stabiel.

De brandstof- en elektriciteitintensiteit samen is de energie-intensiteit. De energie-intensiteit gecorrigeerd voor de buitentemperatuur ligt in de jaren 1991 tot en met 1995 net iets boven de 1.400 MJ per m^2 . In 1996 ligt dit met 1.481 MJ per m^2 kas duidelijk hoger en in 1997 met 1.388 MJ per m^2 kas iets lager.

3.3.4 Primair brandstof

De werkelijke gebruiken per energiedrager (tabel B2.3) zijn weergegeven op basis van de eenheden waarin de betreffende energiedragers worden uitgedrukt; aardgas in m^3 , elektriciteit in kWh, restwarmte in GJ, enzovoort. Na correctie voor de verschillen in buitentemperatuur in paragraaf 3.3.3 is in deze paragraaf het energiegebruik omgerekend naar primair brandstofverbruik en uitgedrukt in m^3 a.e. (tabel B2.6). Het primair brandstofverbruik is de brandstof die nodig is voor de productie van de afzonderlijke energiedragers (bijlage 1) en bepaalt de emissie.

Het primair brandstofverbruik bedraagt in 1997 in totaal ruim 4.1 miljard m^3 a.e. Ten opzichte van het uitzonderlijke jaar 1996 is dit een daling van ruim 7%. In vergelijking met 1995 is een daling van ruim 4% opgetreden.

Per m^2 kas ligt het primair brandstofverbruik in de periode 1991-1994 iets boven de 45 m^3 a.e. Met uitzondering van het uitzonderlijke jaar 1996 (paragraaf 3.3.3) treedt er vanaf 1994 een daling op (figuur 3.2). Na de toename in de periode voor 1991 en de stabilisatie in de periode 1991-1994 is er vanaf 1994 sprake van een ombuiging in de ontwikkeling van het primair brandstofverbruik per m^2 . In 1997 ligt het primair brandstofverbruik per m^2 met 42,4 m^3 a.e. 6% lager dan in 1994. Deze daling wordt veroorzaakt door de toename van het gebruik van warmte van derden en de afname van het energiegebruik vóór omrekening naar primair brandstof. De toename van het elektriciteitsverbruik heeft een beperkte negatieve invloed.

Besparing door warmte van derden

Met het gebruik van warmte van derden wordt flink bespaard op het primair brandstofverbruik. De extra benodigde fossiele brandstof nodig om naast elektriciteit ook warmte op te wekken in centrales of in w/k-installaties is beperkt. Per eenheid van warmtelevering bedraagt het primair brandstofverbruik 28-42% ten opzichte van de productie van warmte met de ketel op het tuinbouwbedrijf (bijlage 1). In 1997 bedraagt het aandeel warmte van derden 11,5%. Indien geen warmte van derden zou zijn gebruikt en deze warmte geproduceerd zou zijn met de eigen ketel, dan zou het primair brandstofverbruik in 1997 per m² kas gemiddeld ruim 3 m³ a.e. hoger zijn geweest en op circa 45,5 m³ a.e. zijn uitgekomen. Met warmte van derden wordt daarmee een besparing aan primair brandstof van 7% gerealiseerd. In paragraaf 3.3.2 is reeds aangegeven dat het gebruik van deze energiedrager door meer w/k-installaties van de nutsbedrijven na 1997 verder zal toenemen.

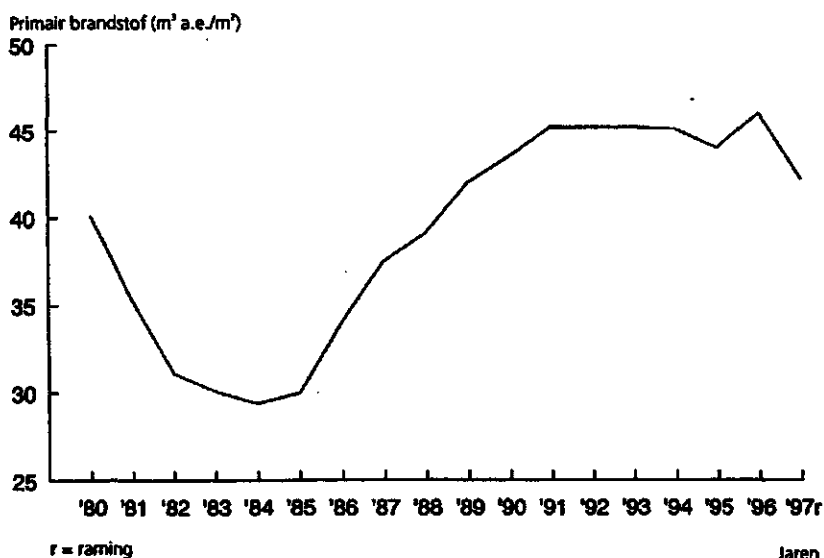
Energiebesparing op de bedrijven

In 1997 is het energiegebruik per m² vóór omrekening naar primair brandstof 2% lager dan in 1994 terwijl er in de periode 1991-1994 een lichte toename (ruim 1%) heeft plaatsgevonden (paragraaf 3.3.3).

Het extra energiegebruik door het voortgaande proces van intensivering (Bakker et al., in voorbereiding, en paragraaf 4.3) wordt in de laatste periode meer dan gecompenseerd door energiebesparing op de bedrijven terwijl in de eerste periode het tegengestelde het geval is. Ook is de reële gasprijs in de periode 1994-1997 met 15% gestegen. Gezien de relatie tussen de gasprijs en de brandstofintensiteit in de jaren tachtig (Van der Velden et al., 1993) mag worden verwacht dat ook de ontwikkeling van de gasprijs van invloed is op de daling van de energie-intensiteit.

Besparing door w/k-installaties van tuinders

Naast restwarmte en w/k-installaties van nutsbedrijven zijn er w/k-installaties in gebruik die eigendom zijn van de tuinders. De elektriciteit geproduceerd met deze w/k-installaties wordt meestal gebruikt voor assimilatiebelichting en de vrijkomende warmte grotendeels voor het verwarmen van de kas-sen. Volgens een schatting van PW/K (paragraaf 4.2.6) is er per begin 1998 circa 270 MW elektrisch vermogen aan w/k-installaties door tuinders in gebruik. Hiermee werd in 1997 een kleine miljard kWh elektriciteit geproduceerd. Indien deze elektriciteit uit het openbare net was afgenomen dan zou door de glastuinbouw geen aardgas in de w/k-installaties en meer aardgas in de ketels zijn gebruikt. In de elektriciteitscentrales in Nederland zou meer brandstof nodig zijn geweest. Per saldo zou het primair brandstofverbruik van de glastuinbouw circa 68 miljoen m³ a.e. hoger zijn geweest. Uitgedrukt per m² kas is dit 0,7 m³ a.e. en uitgedrukt in het totaal primair brandstof van de glastuinbouw is dit 1,6%.



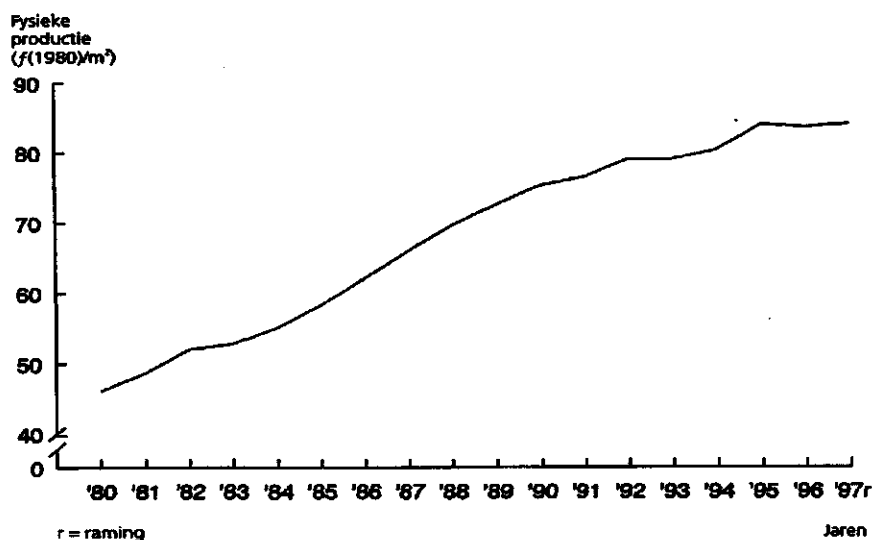
Figuur 3.2 Ontwikkeling van het primair brandstofverbruik in de glastuinbouw in de periode 1980-1997 (m³ a.e./m² kas) (gecorrigeerd voor temperatuur)

3.4 Fysieke productie

De fysieke productie wordt uitgedrukt in guldens van 1980 per m² kas en is over de periode 1980-1997 weergegeven in figuur 3.3. In de jaren tachtig is de fysieke productie per m² kas met gemiddeld 4% per jaar toegenomen. In de jaren negentig ligt dit met gemiddeld 1,6% per jaar duidelijk lager. In de periode 1995-1997 is de fysieke productie vrijwel gelijk gebleven. Dit geldt ook voor de periode 1992-1994. Zowel in 1992 als in 1995 is een duidelijke verbetering gerealiseerd (respectievelijk +3,4% en +4,5%). Dit waren beide jaren met een hoge lichtsom (Bijlage B2.7). De invloed van het licht werd in 1995 versterkt doordat het voorafgaande jaar relatief donker was. In 1997 ligt het niveau van de lichtsom iets boven een normaal jaar.

De lagere groeivoet van de fysieke productie per m² vanaf 1991 hangt samen met meerdere factoren. De productie in de glastuinbouw bevindt zich op een steeds hoger niveau. Om bij een lager niveau tot verbetering te komen, kunnen factoren als rassen, watergift, bemesting, enzovoort worden verbeterd. In de loop der jaren zijn deze factoren steeds verbeterd waardoor genoemde factoren steeds minder en juist andere meer in het minimum geraken. Onder andere de factor licht is hierdoor meer in het minimum gekomen. De productietoename als gevolg van de overschakeling op substraat heeft vooral in de

jaren tachtig plaatsgevonden. In de jaren negentig heeft de kwaliteit van de producten extra aandacht gekregen, wat een negatieve invloed heeft op de ontwikkeling van de fysieke productie. Ook de veranderingen in het assortiment heeft een negatieve invloed op de fysieke productie. Zo resulteert het meer rood én aan de tros oogsten van tomaten in een lagere productie. Tot slot kan de ontwikkeling van de fysieke productie ook onder invloed staan van de aandacht voor andere milieu-aspecten zoals gewasbescherming en nutriënten. De ontwikkeling van de fysieke productie is van grote invloed op de ontwikkeling van de energie-efficiëntie.



Figuur 3.3 Ontwikkeling van de fysieke productie in de productieglastuinbouw in de periode 1980-1997

3.5 Energie-efficiëntie

Ontwikkeling tot en met 1997

De ontwikkeling van de energie-efficiëntie uitgedrukt in procenten van 1980 is weergegeven in figuur 3.4; dit is de index van de energie-efficiëntie. De index van de energie-efficiëntie is volgens de raming voor 1997 uitgekomen op 58%. Dit is 5 procentpunt beter dan in 1996. Het jaar 1996 was echter zowel qua fysieke productie als qua primair brandstofverbruik uitzonderlijk. In 1995 bedroeg de energie-efficiëntie 60%. Ten opzichte van 1995 bedraagt de ver-

betering in 1997 2 procentpunt. In 1991 bedroeg de energie-efficiëntie 68%. In de periode 1991-1997 is een trend waar te nemen van een verbeterende energie-efficiëntie terwijl dit in de periode voor 1991 tegengesteld was (figuur 3.4). Over de periode 1991-1997 is de energie-efficiëntie in 6 jaar met 10 procentpunt verbeterd. Gemiddeld is dit 1⅔ procentpunt per jaar en dit hangt samen met een toename van de fysieke productie per m² kas van 10% vanaf 1991 en een daling van het primair brandstofverbruik per m² van 6% vanaf 1994.

Een belangrijke invloed op de ontwikkeling van het primair brandstofverbruik en daarmee op de energie-efficiëntie is het gebruik van warmte van derden (paragraaf 3.3.4). Indien de glastuinbouw in 1997 in zijn geheel geen warmte van derden zou zijn gebruikt, dan zou de index van de energie-efficiëntie op 62 zijn uitgekomen. Het gebruik van warmte van derden heeft de energie-efficiëntie met ruim 4 procentpunten verbeterd. Het effect op de index van de energie-efficiëntie door de w/k-installaties van de tuinders bedraagt een kleine procentpunt. Het totale effect van warmte van derden en w/k-installaties van de tuinders bedraagt ruim 5 procentpunt.



Figuur 3.4 Ontwikkeling van de index van de energie-efficiëntie (na temperatuurcorrectie) in de productieglastuinbouw in de periode 1980-1997 en de doelstelling in 2000

Doelstelling 2000

Om de doelstelling van de MJA-E van 50% in het jaar 2000 te realiseren, moet de energie-efficiëntie vanaf 1997 met nog 8 procentpunt verbeteren. Uitgedrukt in het niveau van 1996 is dit ruim 14%. De verbetering van de energie-efficiëntie met gemiddeld 1 procentpunt per jaar in de periode 1991-1997 mag niet worden doorgetrokken in de toekomst. De ontwikkeling van de energie-efficiëntie is afhankelijk van het primair brandstofverbruik per m² en de fysieke productie per m² en deze dienen afzonderlijk te worden geanalyseerd.

Bij een gelijkblijvend primair brandstofverbruik per m² kan de doelstelling in 2000 gerealiseerd worden door verhoging van de fysieke productie per m² van 5,1% per jaar. Indien de, per begin 1998, geplande projecten met levering van w/k-warmte aan de glastuinbouw in beschouwing worden genomen (paragraaf 4.2.6), wordt er primair brandstof bespaard en is een jaarlijkse verbetering van de fysieke productie per m² kas van 4,9% nodig. Deze berekende ontwikkeling van de fysieke productie voor de toekomst is aanzienlijk meer dan de verbetering van de fysieke productie per m² in de jaren negentig, die gemiddeld 1,6% bedroeg, en ligt hoger dan de ontwikkeling in de jaren tachtig (4%). Sectorbrede innovaties, die de fysieke productie in de jaren tachtig sterk lieten toenemen, zoals de teelt op substraat, zijn in de jaren negentig niet opgetreden.

Bij een toename van de fysieke productie per m² kas in de periode tot het jaar 2000 met 1,6% per jaar zal naast de geplande warmtelevering een besparing aan primair brandstof per m² van ruim 9% ten opzichte van het niveau in 1997 moeten worden gerealiseerd. Per m² kas is dit gemiddeld in de gehele sector ruim 4 m³ a.e. in een periode van 3 jaar. Dit ligt ruim boven de besparing die in 1997 met warmte van derden is gerealiseerd (gemiddeld 3 m³ a.e. per m²).

Een besparing op het primair brandstofverbruik kan worden gerealiseerd door een verdere toename van het aantal bedrijven dat gebruik maakt van warmte van derden en het realiseren van een hoge dekking met warmte van derden. Voor het realiseren van warmtelevering aan glastuinbouwbedrijven dienen bestuurlijke en organisatorische knelpunten te worden opgelost (paragraaf 4.2.6). Dit is vaak een tijdrovend proces. Daarnaast kost de feitelijke realisatie van een project eveneens tijd. Momenteel zijn er naast de geplande w/k-installaties bij nutsbedrijven geen concrete grote projecten met restwarmtelevering in directe ontwikkeling. Wellicht wordt er door de nutsbedrijven in de periode tot en met 2000 meer w/k-vermogen geplaatst dan per begin 1998 gepland was. De warmte-dekkingsgraad kan worden verhoogd door rookgasreiniging. Een grote bijdrage van warmte van derden aan de berekende besparing aan primair brandstof tot 2000 mag echter niet worden verwacht. Indien de ontwikkeling van de fysieke productie zich in beperkte mate blijft ontwikkelen dan zal een verdere daling van de energie intensiteit op de bedrijven noodzakelijk zijn. Dit kan worden gerealiseerd door een verdere toename van de penetratiegraden van energiebesparende opties, een verbetering van de gebruikswijze van de opties en een verandering van het gedrag in relatie tot

de teelt- en klimaatmaatregelen waardoor bewuster wordt omgegaan met energie.

In de MeerJarenAfspraak staat ook vermeld dat wordt gestreefd naar een verbetering van de energie-efficiëntie van 30% over de periode 1989-2000. De index van de energie-efficiëntie wordt hiervoor uitgedrukt in het basisjaar 1989 en staat vermeld in tabel B2.9. In 1997 bedraagt deze index 87%. Om aan genoemd streven te voldoen, moet deze index verbeteren van 87 tot 70%. Uitgedrukt in het niveau van 1997 is de benodigde verbetering circa 20%.

3.6 CO₂-emissie

De CO₂-emissie is van 1996 op 1997 gedaald van 8,0 tot 7,4 miljoen ton. Ten opzichte van de basisperiode 1989/90 ligt de CO₂-emissie in 1997 4% hoger. Dit hangt samen met de toename van het areaal met 5% en een daling van het primair brandstofverbruik per m² met bijna 1%, beiden vanaf 1989/90. In de periode 1989/90-1994 is de CO₂-emissie met 13% toegenomen. In de periode 1994-1997 is een duidelijke verbetering waar te nemen tot een niveau dat 4% hoger ligt dan de basisperiode.

Het gebruik van warmte van derden heeft ook op de ontwikkeling van de CO₂-emissie een positieve invloed. Indien in 1997 geen warmte van derden zou zijn gebruikt dan zou de CO₂-emissie 11% hoger zijn geweest dan in de basisperiode 1989/90. Het effect van warmte van derden op de CO₂-emissie is daarmee in 1997 een niet onbelangrijke bijdrage van 7 procentpunt (11-4).

Voor een verdere reductie van de CO₂-emissie moet het primair brandstofverbruik verder worden teruggedrongen. Dit is afhankelijk van de ontwikkeling van het areaal en het primair brandstofverbruik per m² kas. In een onderzoek van het Centraal Plan Bureau wordt een daling van het glasareaal in de toekomst verwacht (paragraaf 3.2). Bij een daling van het glasareaal zal het primair brandstofverbruik per m² minder sterk behoeven te worden teruggedrongen om een bepaalde CO₂-reductie te realiseren.

Tabel 3.4 CO₂-emissie in de productieglastuinbouw gecorrigeerd voor temperatuur in de periode 1989-1997 (miljoen ton)

CO ₂ -emissie	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997 ^r
Absoluut (miljoen ton)	6,9	7,3	7,8	7,9	8,1	8,0	7,8	8,0	7,4
Index (% 1989/90)	— 100 —		109	111	113	113	109	112	104

^r = raming.

4. ENERGIEBESPARENDE OPTIES EN ENERGIEVRAGENDE ACTIVITEITEN OP DE BEDRIJVEN

4.1 Inleiding

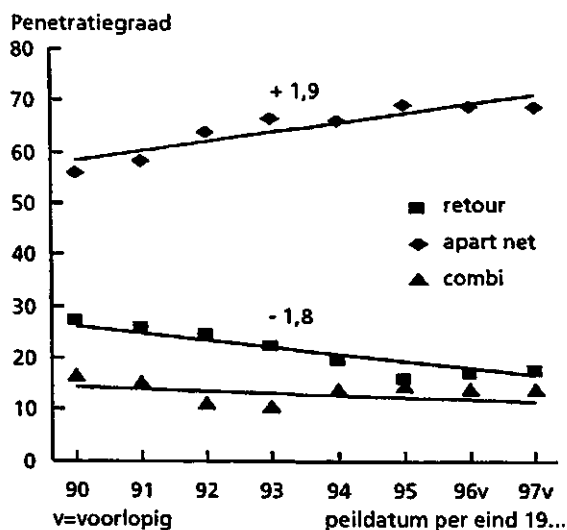
In dit hoofdstuk worden de penetratiegraden van de belangrijkste energiebesparende opties in de periode eind 1990 - eind 1997 beschreven. Per optie wordt het verloop van de penetratiegraden in deze periode grafisch weergegeven, samen met een beschrijving van de belangrijkste actuele ontwikkelingen. Daarnaast wordt er aandacht besteed aan activiteiten die extra energie vragen, te weten assimilatiebelichting, CO₂-dosering en minimumbuis. Tot slot zal een inschatting worden gemaakt van de hoeveelheid energie die bespaard is door een toename van de penetratiegraden in 1997.

In dit hoofdstuk worden alleen de belangrijkste opties behandeld. Dit betekent dat opties die momenteel technisch en/of economisch niet haalbaar zijn buiten beschouwing zullen blijven. De knelpunten van de belangrijkste opties zullen in dit hoofdstuk niet behandeld worden. Voor een beschrijving van deze knelpunten wordt verwezen naar de vorige rapportage (Van der Velden et al., 1997).

4.2 Energiebesparende opties

4.2.1 Condensors

Het aandeel ketels met een rookgascondensor ligt al jaren rond het niveau van 60%. De ontwikkeling vindt plaats bij de verschillende typen condensors (figuur 4.1). Het aandeel condensors op een apart net stijgt gemiddeld met ongeveer 1,9 procentpunt per jaar en het aandeel condensors op de retour daalt met circa 1,8 procentpunt per jaar. Deze veranderende verdeling van de typen condensors is een positieve ontwikkeling, omdat een condensor op een apart net meer bespaart dan een condensor op de retour. Het aandeel combi-condensors is stabiel en bedraagt circa 14% van het totaal aantal condensors. Met een combicondensor wordt de meeste energie bespaard.



Figuur 4.1 Verdeling van condensortypen (gemiddelde mutatie in procentpunten per jaar)

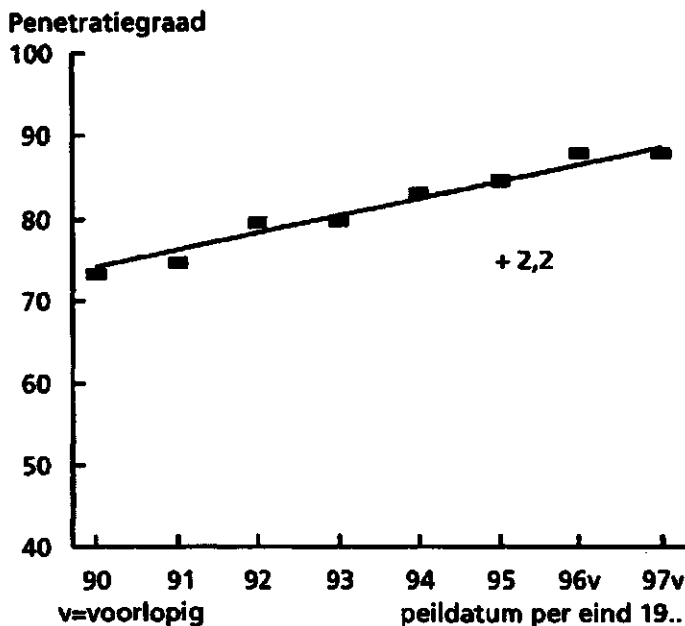
Condensors op hoofdketel

Op een bedrijf kunnen meerdere ketels in gebruik zijn. De ketel waarmee de meeste warmte wordt geproduceerd is de hoofdketel; per eind 1995 is 84% van de aanwezige ketels een hoofdketel. Omdat de hoofdketel het meeste wordt gebruikt, zal toepassing van een condensor op deze ketel het eerst rendabel zijn. Op de hoofdketel is vaker een condensor aangesloten dan op alle ketel(s); per eind 1995 heeft namelijk 68% van de hoofdketels een condensor tegen 61% van alle ketels. Op sommige bedrijven met een hoofdketel zonder condensor is een condensor wel rendabel, en op andere (bijvoorbeeld bedrijven met een lage brandstofintensiteit) niet. Momenteel wordt door LEI-DLO en PBG onderzoek verricht om meer inzicht te krijgen in de toepassing van condensors en het gebruik van laagwaardige condensorwarmte.

4.2.2 Klimaatcomputer

Het aandeel bedrijven met een klimaatcomputer stijgt met gemiddeld 2,2 procentpunt per jaar, zoals uit figuur 4.2 blijkt. Deze ontwikkeling blijft doorgaan, ondanks het feit dat de penetratiegraad al zeer hoog is (circa 88% per eind 1997). Vanwege deze hoge penetratiegraad, en de hieronder genoemde redenen, is het belang van de klimaatcomputer voor energiebesparing in de glastuinbouw groot. Dit komt in de eerste plaats doordat met een kli -

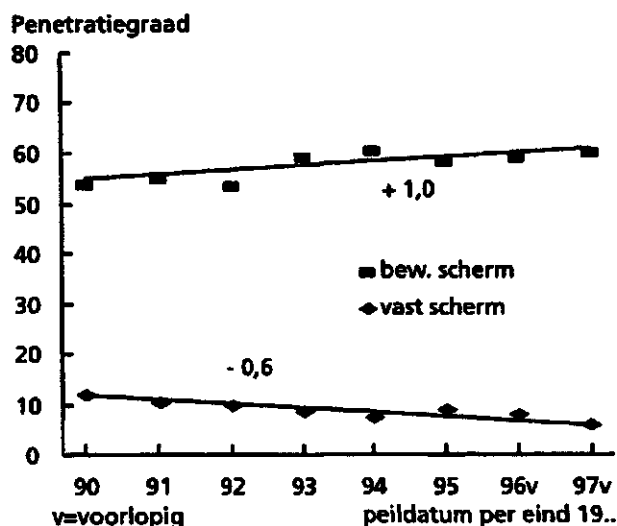
maatcomputer verschillende energiebesparende opties (zoals warmteopslag en warmte van derden) zo optimaal mogelijk aangestuurd kunnen worden (Van der Meulen et al., 1997). In de tweede plaats moet het mogelijk zijn om door middel van aanpassing/verbetering van de kasklimaatregeling meer energie te besparen met de klimaatcomputer dan dat er nu gebeurt. Zo is op praktijkbedrijven met temperatuurintegratie binnen een etmaal in de winter ongeveer 5% energie bespaard (Rijsdijk, 1998). Met meerdaagse temperatuurintegratie zou op jaarbasis zelfs 10% energie bespaard moeten kunnen worden (Buwalda, 1997). Een probleem bij temperatuurintegratie is dat de teler een stuk van de kasklimaatregeling uit handen moet geven, iets wat in de praktijk erg moeilijk blijkt te zijn. Bij het realiseren van energiebesparing met behulp van de klimaatcomputer is het gedrag van de teler dan ook erg belangrijk. Daarom wordt er momenteel door IMAG-DLO en LEI-DLO onderzocht hoe telers omgaan met de diverse mogelijkheden waarover hun klimaatcomputer beschikt. Ook zal er gekeken worden naar de mogelijke relatie tussen enerzijds (combinaties van) regelingen, vertaling van de regelingen in instellingen, wijziging van instellingen, en anderzijds het energieverbruik op de bedrijven.



Figuur 4.2 Aandeel bedrijven met klimaatcomputer (gemiddelde mutatie in procentpunten per jaar)

4.2.3 Schermen

Het aandeel van het areaal met beweegbare schermen neemt met gemiddeld 1,0 procentpunt per jaar toe. De penetratiegraad bedraagt per eind 1997 circa 60% (zie figuur 4.3). Het aandeel van het areaal met vaste schermen neemt met gemiddeld 0,6 procentpunt per jaar af. Eind 1997 komt de penetratiegraad uit op ongeveer 6%. De afname van het areaal met vaste schermen, en de toename van het areaal met beweegbare schermen is een positieve ontwikkeling omdat een beweegbaar scherm in het algemeen meer energie bespaart. Hoewel het areaal met beweegbare schermen nog wel toeneemt lijkt het erop dat de jaarlijkse stijging minder groot is dan enkele jaren geleden.



Figuur 4.3 Aandeel areaal met schermen (gemiddelde mutatie in procentpunten per jaar)

Subsectoren

Ofschoon er op 67% van het totale glastuinbouwareaal een scherm wordt toegepast zijn de verschillen in schermgebruik tussen de 3 subsectoren groot, zoals in tabel 4.1 te zien is. Zo wordt er op ruim 50% van het glasgroente-areaal een scherm gebruikt, terwijl dit in de snijbloementeel op 75% van het areaal gebeurt.

In de potplantenteelt ligt het percentage schermgebruik met 86 nog hoger. Deze verschillen worden veroorzaakt door de mate waarin verschillende

gewassen reageren op het specifieke kasklimaat dat met een scherm gecreëerd wordt. Zo is bekend dat een tomatengewas gevoelig is voor een te hoge luchtvochtigheid onder een scherm. Een uitbreiding of inkrimping van het tomatenareaal zal dan ook invloed hebben op het aandeel schermen in de glasgroente-teelt.

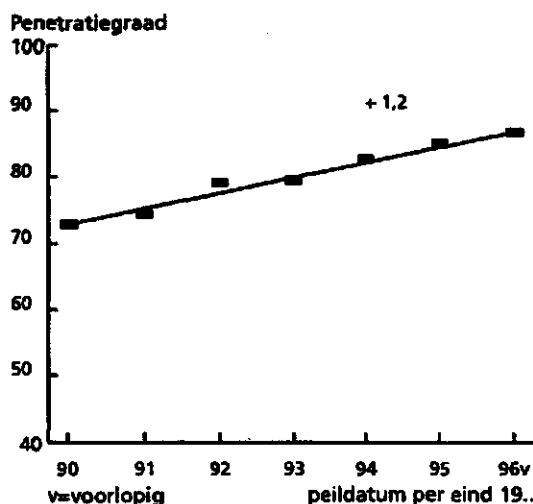
Tabel 4.1 Verdeling van het glasareaal naar type scherm in de subsectoren per eind 1995 (%)

Type scherm	Subsectoren			Totaal
	groente	bloemen	potplanten	
Beweegbaar	37	73	79	58
Vast	16	2	7	9
Geen	47	25	14	33
Totaal	100	100	100	100

Bron: Bedrijven-Informatienet.

4.2.4 Gevelisolatie

Het aandeel kasgeveloppervlak dat geïsoleerd is neemt sinds 1990 toe met gemiddeld 1,2 procentpunt per jaar (zie figuur 4.4).



Figuur 4.4 Aandeel geveloppervlak met gevelisolatie (gemiddelde mutatie in procentpunten per jaar)

Gevelisolatie kan bestaan uit dubbel glas, folie, kunststof, coating of een beweegbaar scherm. Per eind 1995 is het aandeel kasgeveloppervlak met isolatie ongeveer 77%, waarvan dubbel glas en folie het meest gebruikt worden (respectievelijk 34 en 32%, zie tabel 4.2).

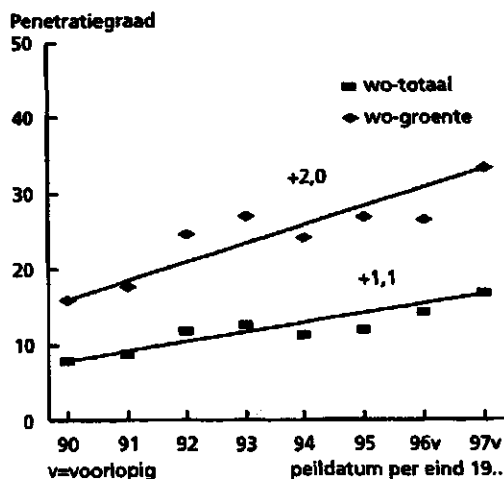
Tabel 4.2 Geveloppervlak met isolatie verdeeld naar verschillende soorten isolatiemateriaal per eind 1995

Soort gevelisolatie	Aandeel (%)
Dubbel glas	34
Folie	32
Kunststof	4
Coating	5
Beweegbaar scherm	25
Totaal	100

Bron: Bedrijven-Informatienet.

4.2.5 Warmte-opslag

Een zeer belangrijke teeltmaatregel is het doseren van CO₂. Indien men CO₂ doseert met de ketel in perioden zonder warmtevraag dan kan men de opgewekte warmte niet direct nuttig gebruiken. Een warmteopslagtank geeft de mogelijkheid om deze warmte op te slaan voor later gebruik. Doordat de



Figuur 4.5 Aandeel bedrijven met warmteopslag (gemiddelde mutatie in procentpunten per jaar)

opgeslagen warmte 's nachts geheel of gedeeltelijk gebruikt wordt, heeft de geproduceerde CO₂ een aantrekkelijke kostprijs. In figuur 4.5 is de ontwikkeling in penetratiegraad van warmte-opslag weergegeven.

Uit figuur 4.5 blijkt dat het aandeel bedrijven met warmte-opslag met gemiddeld 1,1 procentpunt per jaar toeneemt. Per eind 1997 is de penetratiegraad ongeveer 17%. Toepassing van warmte-opslag komt vooral voor op glasgroentebedrijven. Op deze bedrijven is de jaarlijkse toename circa 2,0 procentpunt en is de penetratiegraad eind 1997 ongeveer 33%. Van alle bedrijven met warmte-opslag is ongeveer driekwart een glasgroentebedrijf (zie tabel 4.3), dit percentage lag in de periode eind 1990 - eind 1995 tussen de 84 en 88%. Het aandeel groentebedrijven met een buffer in het totaal aantal bufferbedrijven ligt per eind 1996 en 1997 een stuk lager dan per eind 1995, wat betekent dat het percentage snijbloemen- en potplantenbedrijven dat een buffer in gebruik neemt sneller stijgt dan het percentage groentetelers dat een buffer installeert.

Tabel 4.3 Ontwikkeling van de verdeling van de bedrijven met warmte-opslag naar subsector in de periode eind 1995 - eind 1997 (% van het totaal aantal bedrijven met warmte-opslag)

Subsector	1995	1996	1997
Glasgroentebedrijven	88	72	76
Snijbloemen- en potplantenbedrijven	12	28	24
Totaal	100	100	100

Bron: Bedrijven-Informatienet.

De afname van het aandeel groentebedrijven in het totaal heeft waarschijnlijk te maken met het feit dat glasgroentebedrijven als eerste inzagen dat het bedrijfseconomisch aantrekkelijk is om CO₂ te doseren in perioden zonder warmtevraag, en de warmte op te slaan voor gebruik 's nachts. Een groot aantal groentebedrijven waarop warmte-opslag rendabel kan worden toegepast zal er dus al in hebben geïnvesteerd. In de snijbloemen- en potplantenteelt is de laatste jaren uit onderzoek steeds duidelijker naar voren gekomen dat CO₂-dosering een rendabele teeltmaatregel is (Blaquière et al., 1996). Hierdoor zullen waarschijnlijk steeds meer sierteeltbedrijven besluiten een warmtebuffer te laten plaatsen, om zo meer CO₂ tegen een aantrekkelijke kostprijs te kunnen doseren.

De optimale buffergrootte wordt bepaald door de warmtevraag 's nachts van het geteelde gewas en de hoeveelheden CO₂ die een teler wil doseren. Uit onderzoek blijkt dat de optimale tankinhoud tussen de 80 en 140 m³ per ha ligt (Vermeulen, 1995). In het algemeen geldt dat in de snijbloementeleelt de warmtebehoefte 's nacht lager is dan in de glasgroenteteelt, waardoor de optimale buffergrootte op snijbloemenbedrijven lager zal liggen dan op groentebedrijven. In de praktijk is de gemiddelde tankgrootte lager dan het optimum, zij het

dat de gemiddelde tankinhoud wel is toegenomen in de afgelopen jaren (tabel 4.4). Het lijkt erop dat telers meer en meer gaan inzetten dat in het verleden vaak te kleine tanks geïnstalleerd zijn, en dat een grotere warmtebuffer in veel gevallen rendabeler is, omdat er dan in perioden zonder warmtevraag meer CO₂ tegen een aantrekkelijke kostprijs gedoseerd kan worden.

In de periode 1997-1998 wordt door IMAG-DLO en LEI-DLO op ongeveer 40 glastuinbouwbedrijven onderzoek verricht naar het gebruik van warmtebuffers. Dit onderzoek zal meer inzicht geven in de energiebesparingsmogelijkheden en bedrijfeconomische voordelen van warmte-opslag.

Tabel 4.4 *Ontwikkeling van de gemiddelde buffergrootte (m³ per hectare) op glastuinbouwbedrijven in de periode eind 1990-1996*

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
Buffergrootte (m ³ /hectare)	56	56	59	63	67	77	79

Bron: Bedrijven-Informatienet.

In paragraaf 4.3 zal verder worden ingegaan op CO₂-dosering, en de toepassing van een minimumbuis in combinatie met het gebruik van een warmtebuffer.

4.2.6 Warmte van derden

Inleiding

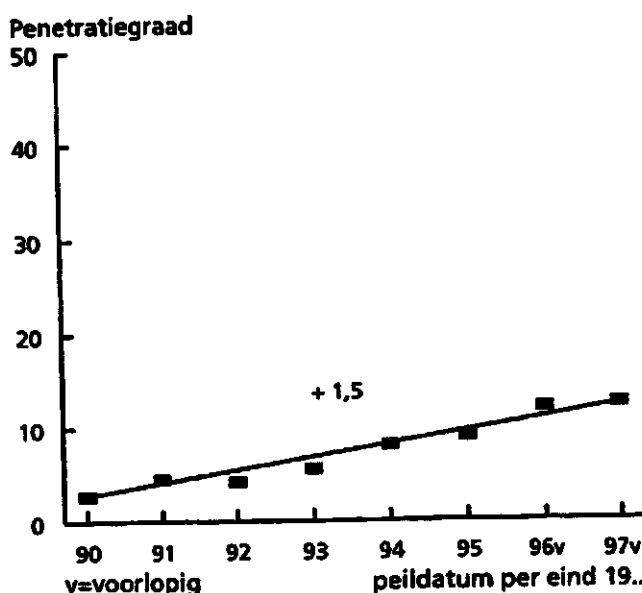
Naast het gebruik van de ketel voor het verwarmen van de kassen wordt er op een deel van de glastuinbouwbedrijven ook gebruik gemaakt van warmte van derden. Warmte van derden is afkomstig uit w/k-installaties van nutsbedrijven (w/k-warmte) of van grote elektriciteitscentrales of STEG-eenheden (restwarmte). In 1997 bestond het energieverbruik voor ruim 11,5% uit warmte van derden (paragraaf 3.3.2). Warmte van derden zorgt dan ook voor een belangrijke besparing van primair brandstof in de glastuinbouwsector. Van de warmte van derden is ongeveer tweederde deel w/k-warmte.

Naast installaties van de nutsbedrijven zijn er ook w/k-installaties van telers in gebruik. Op ongeveer 40% van de bedrijven met een w/k-installatie is de installatie in eigendom van de tuinder. Op deze bedrijven wordt de geproduceerde electriciteit vrijwel altijd gebruikt voor belichting van het gewas. Ofschoon de hierbij opgewekte warmte niet tot warmte van derden wordt gerekend zal de w/k-installatie in eigendom van de tuinder wel in deze paragraaf worden behandeld.

Ontwikkeling penetratiegraad

Het aandeel bedrijven met warmtelevering van derden neemt gemiddeld met 1,5 procentpunt per jaar toe (zie figuur 4.6). Per eind 1997 komt op ruim

12% van de bedrijven warmtelevering van derden voor. De uitbreiding van het aandeel bedrijven met warmte van derden verloopt schoksgewijs. Zo neemt de penetratiegraad van warmte van derden per eind 1996 fors toe. De belangrijkste oorzaak hiervan is de realisatie van restwarmteprojecten in de B-driehoek en in Drenthe. Daarnaast neemt ook het aantal w/k-installaties jaarlijks toe.



Figuur 4.6 Aandeel bedrijven met warmtelevering van derden (gemiddelde mutatie in procentpunten per jaar)

W/k-vermogen en bedrijven met restwarmte

Het totaal elektrisch vermogen van de w/k-installaties van nutsbedrijven is toegenomen van 41 MW_e per begin 1991 tot 492 MW_e per begin 1998 (tabel 4.5). Uit een inventarisatie van PW/K (Van der Schans, 1998) is gebleken dat na januari 1998 circa 51 MW_e aan w/k-vermogen geplaatst zal worden. Het aantal bedrijven met restwarmte is in de eerste helft van de jaren negentig stabiel met ongeveer 90 stuks. In 1996 verandert dit door het gereedkomen van restwarmteprojecten in de B-driehoek en Drenthe. Begin 1998 zijn er circa 333 bedrijven aangesloten op restwarmte.

Tabel 4.5 Ontwikkeling van het vermogen van w/k-installaties van nutsbedrijven op glastuinbouwbedrijven en het aantal glastuinbouwbedrijven met restwarmte per begin 1991-1998

	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
W/k-vermogen (MW) a)	41	74	136	208	301	374	433	492
Restwarmte (bedrijven) b)	±88	88	90	93	94	93	328	333

a) Bron: LEI-DLO (1991,1992) en PW/K (1993 tot en met 1998); b) Bron: restwarmteleveranciers.

Warmtedeckingsgraad

In tabel 4.6 staat een overzicht van alle restwarmte-projecten in Nederland. Wat opvalt zijn de grote verschillen in gemiddelde dekkingsgraad en warmteleverend vermogen tussen de projecten. Bij gebruik van rookgas-CO₂ (zoals in de B-driehoek) hoeven de tuinders in mindere mate hun eigen ketel voor de CO₂-voorziening te gebruiken. Dit is, in combinatie met een relatief hoog warmteleverend vermogen, gunstig voor de dekkingsgraad van de geleverde warmte. Door de lage prijs van het rookgas-CO₂ (1,5-2 ct/kg) is het ook bedrijfseconomisch aantrekkelijker om CO₂ van derden te gebruiken in plaats van het te produceren met de ketel. Ofschoon de gemiddelde dekkingsgraad bij het restwarmteproject in de B-driehoek circa 80% is, zijn er grote verschillen tussen de bedrijven. Zo varieerde de dekkingsgraad in de periode januari-april 1997 van minimaal 40% tot maximaal 100% (De Vries, 1998).

Tabel 4.6 Aantal bedrijven, areaal, gemiddeld warmteleverend vermogen en gemiddelde dekking bij de zes restwarmteprojecten in de glastuinbouw in 1997

Restwarmte project	Aantal bedrijven	Areaal glas (ha)	Warmteleverend vermogen (W/m ²)	Gemiddelde dekking (%)
Plukmadese polder	35 d)	60 e)	f)	78 d)
Overig West-Brabant	33 d)	45 e)	f)	56 a)
Asten e.o.	28 d)	30 e)	f)	40 a)
Erica	58 d)	90 d)	70 c)	35 b)
Klazienaveen	39 d)	55 d)	70 c)	35 b)
B-driehoek	137 d)	269 d)	100 c)	80 b)
Totaal	333	549	f)	f)

a) Van der Sluis et al., 1992; b) De Vries, 1998 en T. Schouten, 1998; c) Van der Velden et al, 1996; d) volgens opgave EDB; e) schatting; f) onbekend.

Bij het gebruik van w/k-warmte ligt de dekkingsgraad gemiddeld op ongeveer 35%, hetgeen vrij laag is (Verhoeven et al., 1995). Evenals bij restwarmte bestaan hier grote verschillen tussen de afzonderlijke bedrijven. De lage

dekking wordt vooral veroorzaakt door het lage warmteleverend vermogen per m² van w/k-installaties. Voor het gebruik van grotere w/k-installaties per m² kas is de beperkte regelbaarheid van de installaties een knelpunt.

Om bij warmte van derden tot een hogere dekkingsgraad te komen zijn er verschillende mogelijkheden. Een van die mogelijkheden is de toepassing van rookgasreinigers, waardoor er met de w/k-installatie CO₂ gedoseerd kan worden en de eigen ketel voor dit doel minder gebruikt zal hoeven worden. De eerste rookgasreinigers zijn in 1996 door telers en nutsbedrijven geïnstalleerd: op 1 januari 1997 waren er volgens PW/K 21 bedrijven met rookgasreiniging op een w/k-installatie van het nutsbedrijf. Dit aantal is in 1997 en 1998 verder toegenomen.

Een andere mogelijkheid is het verhogen van de capaciteit van w/k-installaties van nutsbedrijven. In de volgende tabel staat een overzicht van het elektrisch vermogen (per installatie en per m² kasoppervlak) voor de periode eind 1991 - eind 1997. Ofschoon het aantal bedrijven met een w/k-installatie in BIN in het begin van de jaren negentig nog beperkt was, lijkt het erop dat het elektrisch vermogen van de installaties door de jaren heen toeneemt. In de periode eind 1990 - eind 1996 is ook het elektrisch vermogen per m² gestegen tot circa 30 W/m² in 1997. Omdat het thermisch vermogen direct met het elektrisch vermogen samenhangt zal ook het thermisch vermogen in de genoemde periode zijn gestegen. Het is echter niet bekend hoe de dekkingsgraad op de bedrijven met een w/k-installatie zich heeft ontwikkeld.

Tabel 4.7 Ontwikkeling van het gemiddeld elektrisch vermogen per installatie en per m² van w/k-installaties van nutsbedrijven op glastuinbouwbedrijven in de periode eind 1990 - eind 1996

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
Aantal bedrijven	2	6	11	14	18	25	26
W/k-vermogen (kW)	342	331	336	333	390	371	424
W/k-vermogen (W/m ²)	17,0	21,2	24,7	26,4	28,8	32,1	29,9

Bron: Bedrijven-Informatienet.

W/k-installaties van tuinders

Per 1 januari 1992 was er in het totaal 138 MW_e aan w/k-vermogen van de tuinders op glastuinbouwbedrijven aanwezig (Van Leeuwen, 1992). Volgens een inschatting van PW/K is dit vermogen uitgebreid tot tenminste 270 MW_e per 1 januari 1998 (Van der Schans, 1998). Hierin zijn de installaties die eventueel zonder subsidie zijn geplaatst nog niet opgenomen.

Het totale w/k-vermogen van tuinders en nutsbedrijven in de glastuinbouw bedroeg per 1 januari 1998 circa 760 MW_e (492 + 270 MW_e).

4.3 Teeltmaatregelen die extra energie vragen

4.3.1 Assimilatiebelichting

Per eind 1996 is op ongeveer 9% van het glastuinbouwareaal assimilatiebelichting aanwezig. Belichtende bedrijven hebben een grote elektriciteitsbehoefte, waarin vaak wordt voorzien door middel van een eigen w/k-installatie. Op circa tweederde deel van het areaal met belichting is een w/k-installatie aanwezig, die meestal in eigendom is van de teler.

Ofschoon het vermogen per w/k-installatie in de periode eind 1990 - eind 1996 niet is gestegen, is wel het vermogen per m² toegenomen (tabel 4.8). Het is dan ook mogelijk dat er in deze periode intensiever (groter lampvermogen per m² kas) wordt belicht. Dit lijkt in de jaren 1995 en 1996 het geval te zijn (tabel 4.8).

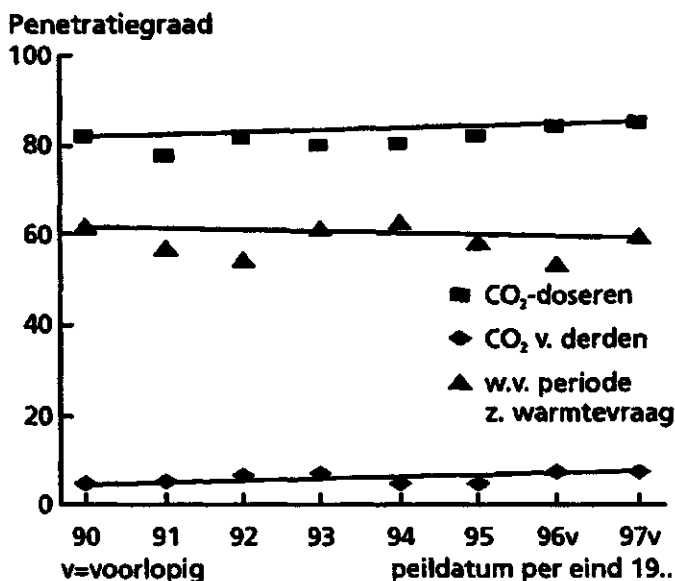
Tabel 4.8 Ontwikkeling van het gemiddeld elektrisch vermogen per installatie en per m² van w/k-installaties van tuinders, en het elektrisch vermogen van de assimilatielampen per m² in de periode eind 1990 - eind 1996

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
W/k-vermogen (kW _e)	272	266	287	262	280	273	261
W/k-vermogen (W/m ²)	24,0	22,1	25,0	26,7	26,9	28,5	28,4
Lamp-vermogen (W/m ²)	28,4	28,0	28,2	28,2	26,7	33,0	34,9

Bron: Bedrijven-Informatienet.

4.3.2 CO₂-doser

Het doseren van CO₂, een belangrijke teeltmaatregel, wordt op gemiddeld 80% van de bedrijven toegepast (zie figuur 4.7). Vanaf 1995 lijkt het aandeel bedrijven dat CO₂ doseert iets te stijgen. Daarnaast bestaat de indruk dat in de afgelopen jaren ook de gedoseerde hoeveelheden CO₂ toenemen (Bakker et al., in voorbereiding). De CO₂ wordt grotendeels door de eigen ketel geproduceerd. Op een groot deel (bijna 60%) van de bedrijven die CO₂ doseren wordt er CO₂ gegeven in perioden zonder warmtevraag. Als dit samengaat met het instellen van een minimumbuis zal het energieverbruik stijgen. Deze toename van het energieverbruik kan teruggedrongen worden door het gebruik van een warmtebuffer (paragraaf 4.2.5) en door het gebruik van CO₂ van derden. CO₂ van derden komt beperkt voor en kan zowel zuiver CO₂ als rookgas-CO₂ zijn. In het restwarmteproject van de RoCa-3 centrale wordt er naast de restwarmte ook rookgas-CO₂ geleverd, waardoor de penetratiegraad van CO₂ van derden in de sector per eind 1996 toeneemt. Het aandeel bedrijven met zuiver CO₂ is door de jaren heen stabiel (circa 4%). Het probleem hierbij is de hoge prijs van zuiver CO₂ (20-25 ct/kg) in vergelijking met rookgas-CO₂ uit de ketel. Op bedrijven zonder warmtebuffer varieert de kostprijs van CO₂ uit de ketel van nul (in perioden met warmtevraag), tot ongeveer 15 ct/kg (in perioden zonder warmtevraag).



Figuur 4.7 Aandeel bedrijven met CO₂-dosering

4.3.3 Minimumbuis

Een minimumbuis wordt in de periode 1990-1995 op gemiddeld 80% van het areaal met buisverwarming toegepast. Als redenen voor het toepassen van een minimumbuis kunnen worden genoemd verbetering van het kasklimaat (met als doel onder andere het voorkomen van ziekten), en het doseren van CO₂. Op gemiddeld eenderde deel van het areaal met buisverwarming wordt een minimumbuis alleen voor verbetering van het kasklimaat gebruikt. Op het overige deel van het areaal wordt een minimumbuis voor zowel klimaatverbetering als CO₂-dosering toegepast. Indien men een warmtebuffer heeft dan is het mogelijk om CO₂ te doseren en de warmte op te slaan voor gebruik 's nachts. Een minimumbuis voor CO₂-dosering zal dan in veel gevallen niet meer noodzakelijk zijn, tenzij men grote hoeveelheden CO₂ wil geven. Uit de beschikbare gegevens blijkt dat in de periode eind 1993 - eind 1996 op een toenemend aandeel bedrijven met een warmtebuffer toch ook een minimumbuis voor CO₂-dosering wordt gebruikt (tabel 4.9). Van de periode voor 1993 zijn onvoldoende gegevens beschikbaar.

Deze toename kan mogelijk worden verklaard doordat steeds meer bedrijven (ook sierteeltbedrijven) overtuigd raken van de positieve effecten van CO₂-dosering op de kwaliteit en omvang van de productie. Glastuinbouwbedrijven zullen daarom steeds meer CO₂ gaan geven, ook in perioden zonder warmtevraag, waardoor er een groter warmteoverschot ontstaat. Hoewel de

Tabel 4.9 *Ontwikkeling van het aandeel bedrijven met warmtebuffer en aanvullend toepassing minimumbuis voor CO₂-dosering, in de periode eind 1993 - eind 1996 (als percentage van het totaal aantal bedrijven met warmtebuffer)*

Jaar	1993	1994	1995	1996
Aandeel bedrijven (%)	6	7	11	16

Bron: Bedrijven-Informatienet.

gemiddelde grootte van de warmte-opslag wel is gestegen in de afgelopen jaren (paragraaf 4.2.5), bestaat hierin een beperking; de warmtevraag 's nachts is bepalend voor de grootte van de tank. Indien men in perioden zonder warmtevraag op de dag meer CO₂ wilgeven dan kan een minimumbuis gebruikt worden om de warmte af te voeren.

4.4 Absolute energiebesparing

In de paragrafen 4.2.1 tot en met 4.2.5 is naar voren gekomen dat de penetratiegraden van klimaatcomputer, condensor, beweegbare schermen, gevelisolatie en warmte-opslag per eind 1997 zijn toegenomen ten opzichte van het jaar ervoor. Hiermee wordt de stijgende trend uit de voorgaande jaren voortgezet. Als gevolg van de toenemende penetratiegraden zal er jaarlijks absoluut gezien meer energie bespaard worden.

Door Bakker et al. (in voorbereiding) wordt een methode beschreven om de absolute energiebesparing in de sector te berekenen die het gevolg is van de toegenomen penetratiegraden van energiebesparende opties. Met deze methode is berekend dat in de periode eind 1990 - eind 1997 cumulatief ongeveer 2,3% energie is bespaard (exclusief het effect van warmte en CO₂ van derden en w/k-installaties van tuinders). Dit betekent dat door de sector in 1997 (ten opzichte van 1990) circa 2,3% energie is bespaard, ofwel 95 miljoen m³ aargasequivalenten. Elk jaar wordt er gemiddeld ongeveer 0,3 procentpunt extra energie bespaard (2,3% gedeeld door 7 jaar) boven op de energiebesparing die in het jaar ervoor is gerealiseerd.

5. CONCLUSIES

Energie-efficiëntie en CO₂-emissie

De index van de energie-efficiëntie is in 1996 definitief uitgekomen op 63%. Dit betekent een verslechtering van 3 procentpunten ten opzichte van 1995. Uit de voorlopige cijfers van 1997 blijkt ten opzichte van 1996 een verbetering van 5 procentpunten tot het niveau van 58%. Het jaar 1996 is zowel wat betreft de ontwikkeling van het primair brandstofverbruik (buitentemperatuur) als van de fysieke productie (lichtsom) een negatieve uitzondering.

Over de periode 1991-1997 is de energie-efficiëntie met 10 procentpunten verbeterd. Gemiddeld is dit 1⅓ procentpunt per jaar. Deze positieve ontwikkeling hangt samen met een toename van de fysieke productie per m² van 10% in de periode vanaf 1991. Bij het primair brandstofverbruik per m² blijkt dat na de toename in de periode voor 1991 en stabilisatie in de periode 1991-1994 er vanaf 1994 een daling plaatsvindt van 6%. Het jaar 1996 is hierop een uitzondering.

Het gebruik van warmte van derden heeft op de ontwikkeling van het primair brandstofverbruik een belangrijke invloed. Het aandeel warmte van derden in het totaal energiegebruik van de glastuinbouw is in 1997 toegenomen tot 11,5%. Warmte van derden betreft voor tweederde deel warmte uit w/k-installaties van nutsbedrijven en eenderde deel restwarmte afkomstig van elektriciteitscentrales en STEG-eenheden. Met het inkopen van deze warmte door tuinders wordt in 1997 7% primair brandstof bespaard. Gemiddeld over de gehele sector is dit 3 m³ a.e. per m² kas. Indien door de glastuinbouw geen warmte van derden zou zijn gebruikt dan zou de energie-efficiëntie in 1997 op 62% zijn uitgekomen.

Door de productie van elektriciteit met w/k-installaties van tuinders wordt in 1997 naar schatting gemiddeld 0,7 m³ a.e. primair brandstof per m² bespaard. Het effect op de energie-efficiëntie is bijna een procentpunt. Het totale effect van warmte van derden en w/k-installaties van tuinders op de energie-efficiëntie bedraagt in 1997 ruim 5 procentpunten.

De ontwikkeling van de fysieke productie per m² ligt in de jaren negentig met gemiddeld 1,6% per jaar duidelijk op een lager niveau dan in de jaren tachtig toen de groeivoet gemiddeld 4% per jaar bedroeg. Sectorbrede innovaties met een sterke positieve invloed op de fysieke productie zoals de substraat-teelt in de jaren tachtig zijn in de jaren negentig niet opgetreden. Bovendien is er in de jaren negentig meer aandacht voor de kwaliteit van de producten.

De doelstelling van de MJA-E in 2000 kan worden gerealiseerd door een jaarlijkse toename van de fysieke productie per m² van gemiddeld 5% en een gelijkblijvend primair brandstofverbruik per m². Bij een toename van de fysieke productie met gemiddeld 1,6% per jaar zal een besparing aan primair brand-

stof van 9% gerealiseerd moeten worden in een periode van 3 jaar. Gemiddeld per m² kas is dit 4 m³ a.e.

Na een toename in de periode voor 1994 is de CO₂-emissie in de periode 1994-1997 gedaald van 113 tot 104% ten opzichte van de basisperiode 1989/90. Dit komt door inkrimping van het areaal met 2% en een daling van het primair brandstofverbruik per m² met 6%, beiden vanaf 1994. Indien door de glastuinbouw geen warmte van derden zou zijn gebruikt dan zou de CO₂-emissie in 1997 op 111% zijn uitgekomen.

Energiebesparende opties

De penetratiegraden van een belangrijk aantal energiebesparende opties laten in de periode 1991-1997 een continue toename zien.

Bij de condensor is een ontwikkeling opgetreden naar het gebruik van condensortypen met een hogere energiebesparing. Het aandeel condensors op de retour daalt met circa 1,8 procentpunt per jaar ten gunste van het aandeel condensors op een apart net. Bij dit type neemt de penetratiegraad toe met gemiddeld 1,9 procentpunt per jaar. Het aandeel combicondensors is stabiel. Ondanks de hoge penetratiegraad bij de klimaatcomputer (circa 88% van de bedrijven) neemt deze penetratiegraad toe met gemiddeld 2,2 procentpunt per jaar. Bij beweegbare schermen neemt de penetratiegraad toe met gemiddeld 1,0 procentpunt per jaar en vaste schermen laten een afname zien van gemiddeld 0,6 procentpunt per jaar. Het aandeel kasgeveloppervlak met isolatie neemt met gemiddeld 1,2 procentpunt per jaar toe. De toepassing van warmte-opslag neemt toe met gemiddeld 1,1 procentpunt per jaar. Op glasgroentebedrijven is dit 2,0 procentpunten. Ook de gemiddelde bufferinhoud neemt toe en wel tot 79 m³ water per hectare per eind 1996.

De energiebesparing door de toename van de penetratiegraden van de hiervoor genoemde opties is in 1997 opgelopen tot circa 95 miljoen m³ a.e. ten opzichte van 1991. Uitgedrukt in het energiegebruik van de sector is de besparing circa 2,3%.

Intensivering en energiebesparing

De glastuinbouw wordt gekenmerkt door een continu proces van intensivering waardoor de vraag naar energie toeneemt. Hoewel het aandeel bedrijven dat een minimumbuis toepast vrij constant is, lijkt het aandeel bedrijven dat CO₂ doseert de laatste jaren toe te nemen. Bij de gedoseerde hoeveelheid CO₂ wordt een toename geconstateerd. Het areaal met assimilatiebelichting en het elektrisch vermogen van de lampen per m² kas lijkt de laatste jaren toe te nemen.

Naast de stabilisatie van het primair brandstofverbruik per m² in de periode 1991-1994 en de daling in de periode 1994-1997 laat het energiegebruik vóór omrekening naar primair brandstof in de eerste periode een lichte toename (ruim 1%) en in de tweede periode een daling zien (2%). Het extra energiegebruik door het voortgaande proces van intensivering is in de periode 1991-1994 dus groter dan de energiebesparing op de bedrijven. In de periode

1994-1997 wordt het extra energiegebruik door intensivering meer dan gecompenseerd door energiebesparing op de bedrijven. Gezien de kleine verschillen is het nog niet zeker in hoeverre hier sprake is van een structurele ontwikkeling.

LITERATUUR

- Bakker, R. Velden, A.P. Verhaegh en N.J.A. van der Velden (in voorbereiding)
Intensivering in de glastuinbouw; Den Haag, Landbouw-Economisch Instituut (LEI-DLO)
- Bakker, R. Velden, A.P. Verhaegh en N.J.A. van der Velden (in voorbereiding)
Relatie energiebesparende opties en bouwjaar bedrijf in de glastuinbouw; Den Haag, Landbouw-Economisch Instituut (LEI-DLO)
- Boers, A, J.A. Boone, J.P.M. van Dijk, J. Dijk en J.P.P.J. Welten (1996)
Bedrijfskeuze 1994 en 1995 en selectieplan 1996; Den Haag, Landbouw-Economisch Instituut (LEI-DLO); Periodieke Rapportage 4-95
- Blaquiere, T.J. en L.H.M. Stapel-Cuijpers (1996)
Invloed van CO₂ op de productie en kwaliteit van potplanten en snijbloemen; Aalsmeer, Proefstation voor Bloemisterij en Glasgroente (PBG); Rapport 47
- Bruchem, C. van (1981 t/m 1997)
Landbouw-Economisch Bericht (1981 t/m 1997); Den Haag, Landbouw-Economisch Instituut (LEI-DLO); PR-1
- Buwalda, F. (1997)
Constance temperatuur niet nodig voor goed teeltresultaat; In: Vakblad voor de Bloemisterij, nr. 10, pp. 42-43
- Energienota (1995)
Derde Energienota; Den Haag, Ministerie van Economische Zaken
- Leeuwen, R.C.L. van en N.J.A. van der Velden (1992)
Het gebruik van warmte/kracht-installaties in de glastuinbouw; Een inventarisatie; Den Haag, Landbouw-Economisch Instituut (LEI-DLO); Publikatie 4.134
- Meerjarenafspraak (1992)
Meerjarenafspraak tussen de Nederlandse glastuinbouwsector en de Staat vertegenwoordigd door de Ministers van Economische Zaken en Landbouw, Natuurbeheer en Visserij over verbetering van de energie-efficiëntie; Aalsmeer, LNV, EZ en Landbouwschap

- Nawrocki, K.R. en N.J.A. van der Velden (1991)
Gebruiksrendementen aardgasgestookte ketels in de glastuinbouw; gissen is missen, meten is (z)weten; Wageningen, IMAG; Nota 91-55
- Nieuwkoop, P. van, N.J.A. van der Velden en A.P. Verhaegh (in voorbereiding)
Elektriciteitsverbruik op glastuinbouwbedrijven; Den Haag, Landbouw-Economisch Instituut (LEI-DLO)
- Poppe, K.J. (red.) (1993)
Het LEI-boekhoudnet van A tot Z; Den Haag, Landbouw-Economisch Instituut (LEI-DLO); Publikatie 3.154
- Rijdsdijk, A.A. (1996)
Inventarisatie gebruik minimum buistemperatuur op tomatenbedrijven; Naaldwijk, Proefstation voor de Bloemisterij en Glasgroente; Rapport 32
- Rijdsdijk, T. (1998)
Energie besparen met temperatuurintegratie
 In: Groenten en Fruit, 27 maart, pp. 10-11
- Schans, R.J. van der (1998)
Voortgangsrapportage plan van aanpak wlk in de glastuinbouw;
 Periode: eerste kwartaal 1998, Driebergen, PW/K, 20 april
- Schouten, T. (1998)
Warmtelevering bij WKC's in Erica en Klazinaveen; Huidige warmte-dekking, mogelijkheden voor CO₂ levering, waterkwaliteitsaspecten;
 Bijdrage aan bundelworkshop 'Warmte/kracht in de glastuinbouw' op 18 maart 1998
- Stapel, L. en Tj. Blacquièrè, (1997)
CO₂-dosering is zinvol; resultaten literatuurstudie bij sierteeltgewassen
 In: Vakblad voor de Bloemisterij, nr 3, pp. 36-37
- Suijker en Vromans (in voorbereiding)
LT-97 economische referentiescenario's (concept); Den Haag, Centraal Planbureau (CPB)
- Tuinbouwcijfers (1981 t/m 1996)
 Landbouw-Economisch Instituut (LEI-DLO)/Centraal Bureau voor de Statistiek
- Velden, N.J.A. van der en B.J. van der Sluis (1993)
Energie in de glastuinbouw van Nederland in 1991; Ontwikkelingen in de sector en op de bedrijven; Den Haag, Landbouw-Economisch Instituut (LEI-DLO); Periodieke Rapportage 39-91

- Velden, N.J.A. van der en B.J. van der Sluis (1995)
Energie in de glastuinbouw van Nederland; Ontwikkelingen in de sector en op de bedrijven t/m 1993; Den Haag, Landbouw-Economisch Instituut (LEI-DLO); Periodieke Rapportage 39-92
- Velden, N.J.A. van der en A.P. Verhaegh (1996)
Effect toekomstige warmtelevering door derden op primair brandstofverbruik en energie-efficiëntie in de glastuinbouw; Den Haag, Landbouw-Economisch Instituut (LEI-DLO); Interne Nota 456
- Velden, N.J.A. van der, B.J. van der Sluis en A.P. Verhaegh (1997)
Energie in de glastuinbouw van Nederland; Ontwikkelingen in de sector en op de bedrijven t/m 1996; Den Haag, Landbouw-Economisch Instituut (LEI-DLO); Periodieke Rapportage 39-95
- Verhoeven, A.T.M., F.L.K. Kempkes en N.J.A. van der Velden (1995)
Warmtekracht-installaties in de glastuinbouw; gebruiksrendementen en dekkingsgraden; Den Haag, Landbouw-Economisch Instituut (LEI-DLO); Publikatie 4.137
- Verhoeven, A.T.M., N.J.A. van der Velden en A.P. Verhaegh (1996)
Levering van warmte aan glastuinbouwbedrijven; Warmtekracht-contracten en bedrijfseconomische aspecten; Den Haag, Landbouw-Economisch Instituut (LEI-DLO); Mededeling 563
- Verhoog, A.D. (1994)
Het gebruik van lineaire programmering voor verbijzondering van kosten en opbrengsten naar landbouwproductierichtingen;
 In: Mededeling 506, LEI-DLO, pp 85-94
- Vermeulen P. (1995)
Buffer en zuiver CO₂ de beste combinatie; In: Groenten en Fruit, week 3 pp 10-13
- Vermeulen, S.F. van der, J. Limbeek, M.C. Oldenhof, J. Zanders en J.W.R. Schapink (1997)
Bivalente warmtelevering aan de glastuinbouw; Optimale inzet van het Warmte-CO₂ systeem; Universiteit Twente en Energie Delfland NV
- Vries, A. (1998)
Resultaten van het Warmte/CO₂ project van Energie Delfland; Bijdrage aan bundel workshop 'Warmte/kracht in de glastuinbouw' op 18 maart 1998

BIJLAGEN

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 sectoren 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 gebruik gemaakt van de CBS-Landbouw telling 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 wordt berekend door de afzonderlijke energiedragers bij elkaar op te tellen. De m³ aardgas, liters of kilogram olie, GJ warmte en kWh elektriciteit worden daarbij omgerekend naar Joules of m³ aardgasequivalenten (a.e.). Voor de brandstoffen wordt uitgegaan van de onderste verbrandingswaarde. Bij het elektriciteitsverbruik wordt uitgegaan van de nettoafname 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 gebruik gemaakt van de verkoopstatistiek van de NV Nederlandse Gasunie. Voor restwarmte wordt gebruik gemaakt van informatie van de distributiebedrijven; het gebruik van w/k-warmte (nuts optie) is bepaald op basis van informatie van het opgesteld vermogen van de nutsbedrijven (Bron: Van Leeuwen et al. 1992 en Van der Schans, 1998) 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 gebruik gemaakt van de sectorrekening-glastuinbouw van LEI-DLO. Deze is gebaseerd op het Bedrijven-Informatienet van LEI-DLO.

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

Temperatuurcorrectie

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

Primair brandstof

De energie-efficiëntie en de CO₂-emissie wordt niet bepaald op basis van het energiegebruik maar op basis van het primair brandstofverbruik. De afzonderlijke energiedragers (aardgas, olie, restwarmte, w/k-warmte en elektriciteit) worden hiervoor omgerekend naar de benodigde hoeveelheid (primair) brandstof die nodig is voor de productie van de energiedragers en wordt uitgedrukt in aardgasequivalenten (a.e.). Aardgas en olie zijn reeds uitgedrukt in primair brandstof. W/k-warmte en restwarmte worden omgerekend naar de extra hoeveelheid brandstof die nodig is voor de productie hiervan in respectievelijk w/k-installaties van nutsbedrijven en elektriciteitscentrales of STEG-eenheden. Het nettogebruik 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 warmtetransportsysteem. Onder rendementen wordt verstaan de netto-jaargebruiksrendementen; 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	LEI/ IMAG 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	41,6	38,3	25,2	5,0	33,0	53,0
1987	38,9	4,4	41,7	38,4	25,5	5,0	33,0	53,0
1988	39,3	4,4	41,7	38,3	25,5	5,0	33,0	53,0
1989	39,8	4,4	41,7	38,3	25,4	5,0	33,0	53,0
1990	39,8	4,4	41,7	38,3	25,4	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	25,1	5,0	33,0	53,0
1993	40,0	4,4	41,6	38,3	24,9	5,0	33,0	53,0
1994	40,6	4,4	41,6	38,3	24,9	5,0	33,0	53,0
1995	40,4	4,4	41,6	38,3	24,8	5,0	33,0	53,0
1996	41,6	4,4	47,0	42,5	32,7	5,0	33,0	53,0
1997 r	41,3	4,4	48,2	43,4	34,4	5,0	33,0	53,0

- = niet van toepassing

ne = jaargebruikrendement elektrisch (% o.w.)

nw = jaargebruikrendement warmte (% o.w.)

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

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

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

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

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

r = raming

a) Hier is het gewogen gemiddelde van alle eenheden met restwarmtelevering aan de glastuinbouw vermeld; b) Verhoeven et al., 1995.

De omrekeningsfactor van w/k-warmte bedraagt in 1997 12,09 en voor restwarmte ligt dit op 9,52 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 36-42% en bij restwarmte 28-33% van de benodigde brandstof in de ketel. Met het gebruik van w/k-warmte wordt per geleverde eenheid warmte 58-64 en bij restwarmte 67-72% primair brandstof bespaard.

De omrekeningsfactor voor elektriciteit bedraagt in 1997 0,275 m³ a.e. per kWh. In 1 m³ aardgas zit 8,79 kWh aan energie (onderste verbrandingswaarde) en in 0,275 m³ dus 2,4 kWh. Voor een eenheid elektriciteit is dus circa 240% 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). 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.

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

Jaar	Energiedrager		
	elektriciteit (m ³ a.e./kWh)	restwarmte a) (m ³ a.e./GJ)	w/k-warmte (m ³ a.e./GJ)
1980	0,312	-	-
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	8,17
1994	0,293	10,74	8,93
1995	0,295	10,75	8,68
1996	0,286	9,69	10,15
1997 r	0,275	9,52	12,09

r = raming.

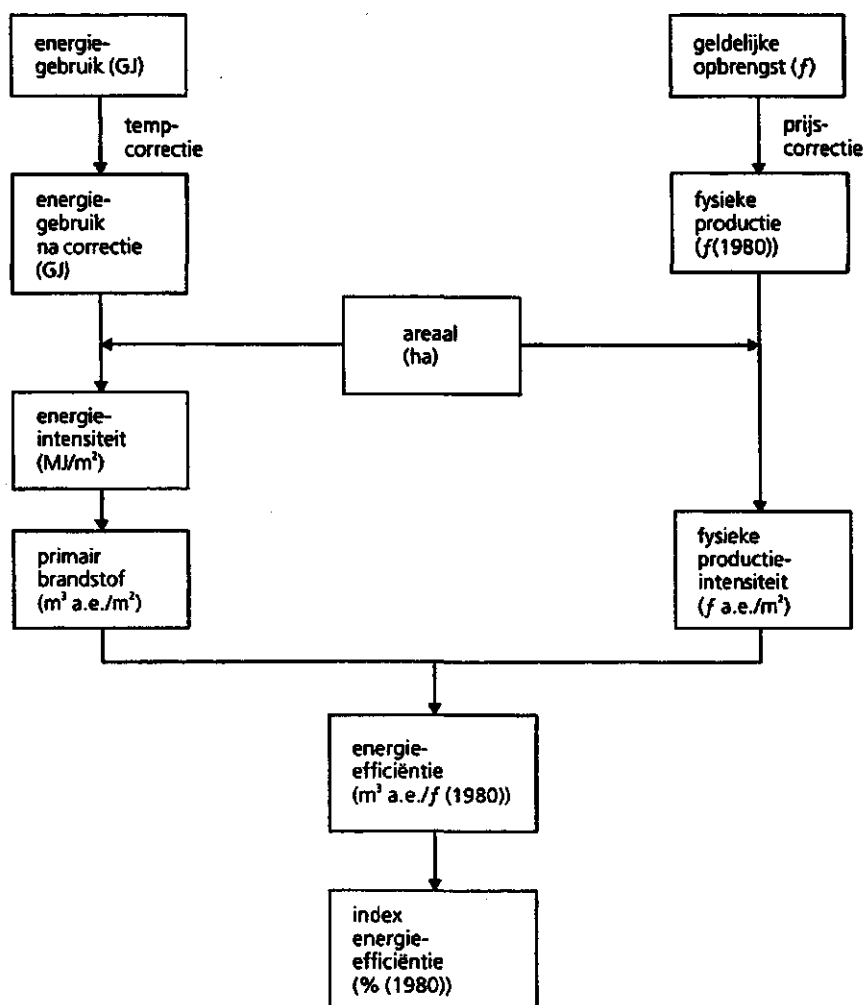
a) Hier is het gewogen gemiddelde van alle eenheden met restwarmtelevering aan de glastuinbouw vermeld.

Fysieke productie

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

Dit is uitgevoerd op indirecte wijze. Hierbij wordt uitgegaan van de geldelijke opbrengst (omzet) aan glastuinbouw producten op jaarbasis en de prijsmutaties van de voortgebrachte producten. De geldopbrengst wijzigt van jaar op jaar. De wijziging bestaat uit een hoeveelheid- en een prijsmutatie. De omzet en prijsmutatie is bekend (Van Bruchem et al., 1995). De hoeveelheidmutatie is de wijziging in fysieke productie en wordt daarom berekend door de geldelijke omzet te corrigeren voor de prijsmutatie.

tie 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.



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

De informatie over de fysieke productie wijkt af van de vorige rapportage. Dit komt doordat met ingang van 1996 is overgegaan op een andere methode (Verhoog, 1994). De nieuwe methode brengt een trendbreuk met zich mee. De waarden van de fysieke productie van voor 1996 zijn gecorrigeerd voor deze trendbreuk. Daar ook de fysieke productie in het basisjaar (1980) is gewijzigd, heeft de overgang naar de nieuwe methode geen invloed op de ontwikkeling van de energie-efficiëntie.

Energie-efficiëntie

De energie-efficiëntie is het quotiënt van het primair brandstofverbruik en de totale fysieke productie in de sector. Gekozen is 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 m² aardgas bedraagt de emissie 1,8 kg CO₂.

Bedrijven-Informatienet

LEI-DLO 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 Bedrijven-Informatienet (BIN) opgezet. Het BIN voor de glastuinbouw bestaat in 1996 uit een groep van circa 230 glastuinbouwbedrijven (exclusief gemengde bedrijven) 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 Bedrijven-Informatienet zijn door middel van een aselechte steekproef uit de Metelling 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 Bedrijven-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 en gemengde glastuinbouwbedrijven. 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 gemengde glasbedrijven zijn met ingang van 1995 in de steekproef opgenomen. Bij de analyse van de penetratiegraden van de energiebesparende opties gaat

het om trends vanaf 1991. Daarom zijn de gemengde glasbedrijven (vanaf 1995) buiten beschouwing gelaten. De steekproef (exclusief gemengde glasbedrijven) is in 1996 representatief voor circa 70% van de 12.500 bedrijven met glastuinbouw in Nederland. Op deze bedrijven bevindt zich 92% van het areaal productieglastuinbouw (9812 ha) in Nederland. Voor meer informatie wordt verwezen naar de publikatie "Het LEI-boekhoudnet van A tot Z" (Poppe, 1993) en "Bedrijfskeuze 1994 en 1995 en selectieplan 1995" (Boers et al., 1996).

Daar het Bedrijven-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 Bedrijven-Informatienet wordt een sectorrekening voor de afzonderlijke sectoren opgesteld. Hiervoor worden de individuele bedrijfsgegevens uit het Bedrijven-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 Bedrijven-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 1980-1997 (hectare) a)*

Subsector	1980	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997
Groente b)	4.574	4.500	4.439	4.371	4.338	4.246	4.235	4.201	4.225	4.308	4.396	4.540	4.352	4.261	4.116	4.071
Snijbloemen c)	3.187	3.161	3.176	3.286	3.347	3.437	3.510	3.694	3.798	3.835	3.818	3.843	3.922	3.900	3.876	3.816
Potplanten d)	766	888	909	951	1.045	1.151	1.222	1.281	1.345	1.451	1.536	1.534	1.626	1.651	1.711	1.849
Prod. glastuinbouw	8.527	8.549	8.524	8.608	8.730	8.834	8.967	9.166	9.368	9.594	9.750	9.917	9.900	9.812	9.703	9.736
Opkweek	228	272	308	360	353	371	362	384	400	390	390	399	331	342	340	336

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 productieglastuinbouw per jaar over de periode 1980-1997 (cent per eenheid)

	1980	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997 ^r
Nominaal																
aardgas (m ³)	19,5	38,5	43,7	42,3	28,9	19,5	20,7	19,1	22,1	22,4	21,8	21,8	21,7	23,0	23,7	26,2
aardgas w/k (m ³) b)																
elektriciteit (kWh)	22,8	27,0	27,8	28,0	21,9	19,3	18,9	18,5	18,8	18,3	17,2	16,9	16,5	17,3	22,2	23,8
Koepkrachtindex (%) a)100	88,7	87,0	87,0	85,5	85,6	85,8	85,3	84,3	82,7	80,2	77,9	76,4	74,7	73,6	72,6	71,2
Reëel																
aardgas (m ³)	19,5	34,1	38,1	36,1	24,8	16,7	17,7	16,1	18,3	18,0	17,0	16,7	16,2	16,9	17,2	18,6
aardgas w/k (m ³) b)																
elektriciteit (kWh)	22,8	23,9	24,2	23,9	18,7	16,6	16,1	15,6	15,5	14,7	13,4	12,9	12,3	12,7	16,1	16,9

r = raming.

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

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

Tabel B2.3 Werkelijk energiegebruik per energiedrager in de productieglastuinbouw per jaar over de periode 1980-1997

Energiedrager	1980	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997 ^r
Aardgas (10 ⁶ m ³)	3.196	2.310	2.345	2.592	2.882	3.236	3.072	3.323	3.505	4.021	3.867	4.071	3.851	3.787	4.216	3.484
Olle a) (10 ⁶ m ³ a.e.)	135	31	28	25	16	16	29	28	29	39	8	4	16	9	14	14
Restwarmte b) (10 ⁶ GJ)	0	0	0	0,1	0,3	0,6	0,7	0,9	1,1	1,2	1,2	1,3	1,2	1,2	3,5	4,9
W/k-warmte c) (10 ⁶ GJ)	0	>0	>0	0,1	0,1	0,1	0,2	0,3	0,7	1,3	2,3	3,7	5,6	7,4	8,8	10,1
Elektriciteit d) (10 ⁶ kWh)	370	370	394	442	464	520	561	614	677	776	879	967	1.021	896	1.036	1.100
Totaal (PJ) e)	106,8	75,4	76,5	84,6	93,8	105,5	101,0	109,5	116,0	133,8	129,3	137,5	132,9	131,9	149,9	129,6

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-DLO-sectorrekening

restwarmte: distributiebedrijven, gecorrigeerd voor opkweek

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

elektriciteit: LEI-DLO-sectorrekening.

Tabel B2.4 Gemiddelde werkelijke energie-intensiteit in de productieglastuinbouw per jaar over de periode 1980-1997 (eenheden per m²) a)

	1980	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997 ^r
Brandstof (m ³ a.e.)	39,1	27,4	27,8	30,5	33,3	37,1	34,9	37,0	38,3	43,1	40,9	42,7	41,2	41,4	47,6	40,8
Elektriciteit (kWh)	4,3	4,3	4,6	5,1	5,3	5,9	6,3	6,7	7,2	8,1	9,0	9,8	10,3	9,1	10,7	11,3
Totaal (MJ)	1.252	882	898	983	1.074	1.194	1.126	1.195	1.239	1.394	1.326	1.386	1.342	1.345	1.545	1.331

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 1980-1997 (eenheden per m²)

	1980	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997r
Brandstof a) (m ³ a.e.)	38,8	28,7	28,0	28,5	32,4	35,9	37,3	40,3	41,7	43,3	43,3	43,5	43,6	43,3	45,6	42,6
Elektriciteit (kWh)	4,3	4,4	4,6	5,0	5,3	5,8	6,4	6,9	7,5	8,1	9,2	9,8	10,5	9,3	10,5	11,4
Totaal (MJ)	1.242	924	902	922	1.045	1.157	1.205	1.300	1.348	1.401	1.403	1.411	1.418	1.404	1.481	1.388
Totaal (m ³ a.e.)	39,2	29,2	28,5	29,1	33,0	36,6	38,1	41,1	42,6	44,2	44,3	44,6	44,8	44,4	46,8	43,9

r = raming.

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

Tabel B2.6 Primaire brandstofverbruik gecorrigeerd voor temperatuur in de productieglastuinbouw per jaar over de periode 1980-1997

	1980	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997r
Primaire brandstof (10 ⁶ m ³ a.e.)	3.419	2.570	2.506	2.587	2.965	3.315	3.503	3.853	4.077	4.335	4.403	4.486	4.262	4.314	4.461	4.131
(m ³ a.e./m ²)	40,1	30,1	29,4	30,0	34,0	37,5	39,1	42,0	43,5	45,2	45,2	45,2	45,1	44,0	46,0	42,4

r = raming.

Tabel B2.7 Aantal graaddagen en de lichtsom per jaar in de periode 1980-1997

	1980	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997r
Graaddagen a)	3.246	2.999	3.177	3.487	3.334	3.372	2.825	2.697	2.680	3.165	2.831	3.078	2.836	2.917	3.504	2.929
Lichtsom b)	330	349	325	333	367	329	324	376	366	346	359	331	339	366	342	353

r = raming.

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

Bron: KNMI.

Tabel B2.8 Gemiddelde fysieke productie in de productieglastuinbouw per jaar over de periode 1980-1997 (f(1980)/(m²) a)

	1980	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997r
Fysieke productie	46,1	52,8	55,1	58,3	62,1	65,9	69,6	72,5	75,3	76,5	79,0	79,0	80,3	83,9	83,6	84,0

r = raming.

a) Door het gebruik van een andere methode wijkt de informatie over de fysieke productie af van de voorgaande rapportages (zie ook bijlage 1, Nadere uitwerking van de methode).

Bron: LEI-DLO-sectorrekening.

Tabel B2.9 Index energie-efficiëntie gecorrigeerd voor temperatuur in de productieglastuinbouw per jaar over de periode 1980-1997

Index energie- Efficiëntie	1980	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997r
% 1980	100	65	61	59	63	65	64	67	66	68	66	66	64	60	63	58
% 1989							100	100	100	102	99	99	97	90	95	87

r = raming.

Tabel B2.10 CO₂-emissie gecorrigeerd voor temperatuur in de productieglastuinbouw per jaar over de periode 1980-1997 (miljoen ton)

	1980	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997r
CO ₂ -emissie	6,2	4,6	4,5	4,7	5,3	6,0	6,3	6,9	7,3	7,8	7,9	8,1	8,0	7,8	8,0	7,4

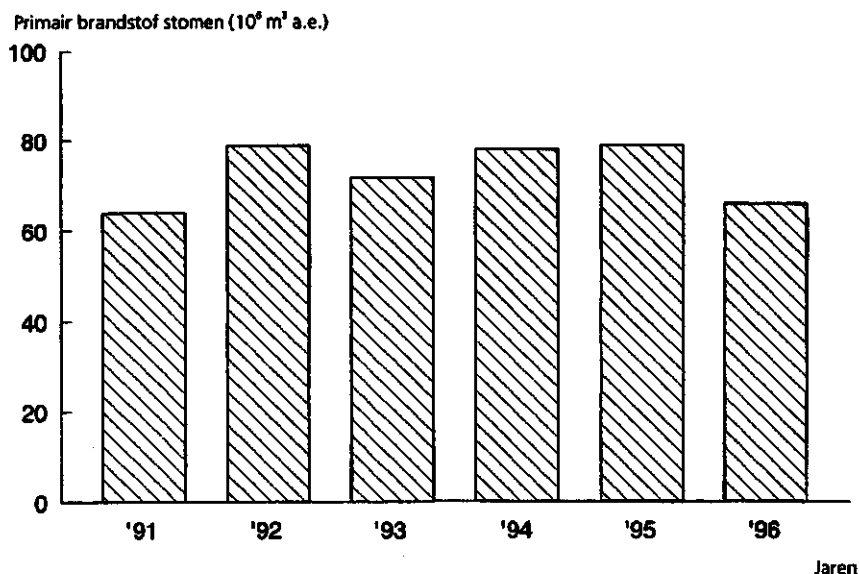
r = raming.

Bijlage 3 Stomen en gietwaterontsmetting

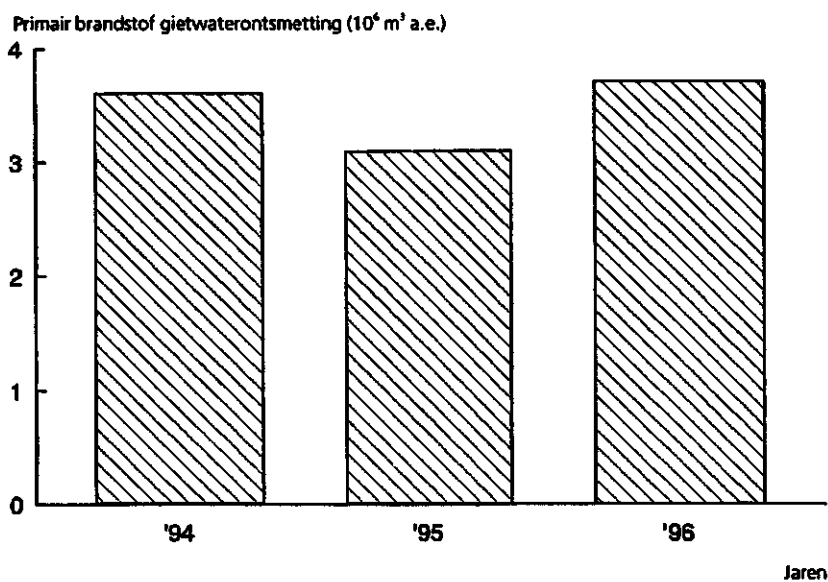
Het energiegebruik in de glastuinbouw wordt voor een beperkt deel aangewend voor het ontsmetten van de kasgrond of het substraat door stomen met de ketel én voor het ontsmetten van voedingswater met ontsmettingsapparatuur. Het brandstofverbruik voor stomen en gietwaterontsmetting zit in het energiegebruik van de sector.

In figuur 3.1 is een schatting van het energiegebruik voor stomen en in figuur 3.2 voor gietwaterontsmetting gegeven. Voor stomen betreft dit de jaren 1991 t/m 1996 en voor gietwaterontsmetting 1994 t/m 1996. Beiden zijn uitgedrukt in miljoen m³ a.e. primair brandstofverbruik. Gemiddeld ligt het primair brandstofverbruik voor stomen in deze periode op 73 miljoen m³ a.e. per jaar. Dit is bijna 2% van het primair brandstofverbruik van de sector. De ontwikkeling van jaar op jaar laten zowel positieve als negatieve schommelingen zien. Over de gehele periode is geen trend waar te nemen.

Zowel in 1994, 1995 als in 1996 ligt het primair brandstofverbruik voor gietwaterontsmetting op een niveau van 3 tot 4 miljoen m³ a.e. Dit is circa 0,1% van het totaal primair brandstofverbruik in de sector. Ook bij gietwaterontsmetting is over de gehele periode geen trend waar te nemen.



Figuur B3.1 Schatting van het primair brandstofverbruik voor stomen over de jaren 1991 t/m 1996 (miljoen m³ a.e.)



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