

Energie in de glastuinbouw van Nederland

Ontwikkelingen in de sector en op de bedrijven t/m 2000

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



Projectcode 64282

Oktober 2001

Rapport 3.01.07

LEI, Den Haag

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

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

Energie in de glastuinbouw van Nederland; Ontwikkelingen in de sector en op de bedrijven t/m 2000

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

Den Haag, LEI, 2001

Rapport 3.01.07; ISBN 90-5242-679-1; Prijs f 31,- (inclusief 6% BTW)

62 p., fig., tab.

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

De energie-efficiëntie in 2000 komt uit op 56%, wat een verbetering is van 1 procentpunt ten opzichte van 1999. Het primair brandstofverbruik is in 2000 met circa 2% gedaald en de fysieke productie is met bijna 1% afgenomen. Het aandeel warmte van derden in het totale energieverbruik is sinds 1998 stabiel met 11,6%. Per eind 2000 is de penetratiegraad van de opties klimaatcomputer, condensor, warmteopslag en beweegbare schermen toegenomen. Door de toegenomen penetratiegraden van deze opties is de jaarlijkse energiebesparing in 2000 (ten opzichte van 1991) opgelopen tot 3,7%. Het aandeel bedrijven dat CO₂ doseert is in 2000 verder toegenomen en assimilatiebelichting komt op gemiddeld 12% van het areaal voor.

Bestellingen:

Telefoon: 070-3358330

Telefax: 070-3615624

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

Informatie:

Telefoon: 070-3358330

Telefax: 070-3615624

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

© LEI, 2001

Vermenigvuldiging of overname van gegevens:

- toegestaan mits met duidelijke bronvermelding
- niet toegestaan



Op al onze onderzoeksopdrachten zijn de Algemene Voorwaarden van de Dienst Landbouwkundig Onderzoek (DLO-NL) van toepassing. Deze zijn gedeponeerd bij de Kamer van Koophandel Midden-Gelderland te Arnhem.

Inhoud

	Blz.
Woord vooraf	7
Samenvatting	9
1. Inleiding	13
2. Methode	15
2.1 Energie-efficiëntie, CO ₂ -emissie en energiegebruik	15
2.2 Energiebesparende opties en energievragende activiteiten	16
3. Energie-efficiëntie en CO₂-emissie in de sector	17
3.1 Inleiding	17
3.2 Energie-efficiëntie	17
3.3 CO ₂ -emissie en areaal	18
3.4 Primair brandstof	19
3.4.1 Primair brandstof	19
3.4.2 Energiegebruik vóór omrekening naar primair brandstof	19
3.4.3 Aandelen energiedragers	19
3.4.4 Effect van warmte van derden en eigen w/k-installaties	20
3.4.5 Stomen en gietwaterontsmetting	20
3.5 Fysieke productie	21
3.6 Nadere analyse energie-intensiteit, primair brandstofverbruik en fysieke productie in de periode 1980-2000	22
4. Energiebesparende opties en energievragende activiteiten op de bedrijven	24
4.1 Inleiding	24
4.2 Belangrijkste ontwikkelingen	24
4.3 Penetratiegraden energiebesparende opties	24
4.4 Absolute energiebesparing	29
4.5 Energievragende activiteiten	29
4.5.1 CO ₂ -doseren	29
4.5.2 Minimumbuis	30
4.5.3 Assimilatibelichting	30
4.6 Vergelijking brandstofextensieve en -intensieve bedrijven met betrekking tot de toepassing van energiebesparende opties en energievragende activiteiten	31

	Blz.
5. Warmte van derden	36
5.1 Inleiding	36
5.2 De belangrijkste ontwikkelingen	36
5.3 Restwarmte	37
5.4 Warmte van w/k-installaties van energiebedrijven	39
5.5 W/k-installaties van tuinders	40
5.6 Arealuitbreiding en verhoging dekkingsgraad	41
6. Conclusies	43
Literatuur	45
Bijlagen	
1. Nadere uitwerking van de methode	47
2. Tabellen bij hoofdstuk 3	55
3. Ontwikkeling energiegebruik stomen en gietwaterontsmetting	62

Woord vooraf

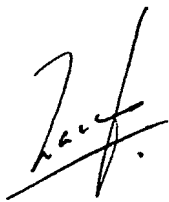
De Nederlandse glastuinbouwsector, destijds vertegenwoordigd door het Landbouwschap en de Nederlandse overheid hebben begin 1993 een MeerJarenAfspraak-Energie ondertekend met als doelstelling een verbetering van de energie-efficiëntie met 50% in de periode 1980-2000. Door verbetering van de energie-efficiëntie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

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

Deze rapportage bevat de ontwikkelingen van de energie-efficiëntie en de CO₂-emissie in de sector en de achterliggende factoren van 1980 tot en met 2000, waarbij voor 2000 een raming is gemaakt. De ontwikkeling van energiebesparende en energievragende activiteiten op de bedrijven is in beeld gebracht over de periode eind 1990 - eind 2000, waarbij voor de laatste twee jaren voorlopige cijfers zijn gebruikt. Extra aandacht is dit jaar besteed aan de analyse van de ontwikkeling van de energie-intensiteit, het primair brandstofverbruik en de fysieke productie in de periode 1980-2000. Ook is wat dieper ingegaan op brandstofextensieve en -intensieve bedrijven met betrekking tot de toepassing van energiebesparende opties en energievragende activiteiten.

De gegevensverzameling op de bedrijven is grotendeels uitgevoerd door J.L. Qualm en A.W. van Vliet. Het onderzoek is uitgevoerd door R. Bakker (projectleider) en A. van der Knijff, met inhoudelijke ondersteuning van N.J.A. van der Velden. In de begeleidingscommissie hadden zitting P. van der Struijs en F. Helsloot (Productschap Tuinbouw), C.H.M.G. Custers en J. Ebbens (Novem), J. Mourits en M. Valstar (Ministerie LNV).

De directeur,



Prof.dr.ir. L.C. Zachariasse

Samenvatting

Inleiding

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

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

Onderzoek

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

Energie-efficiëntie

De raming van de energie-efficiëntie voor 2000 komt uit op 56%, wat een verbetering is met 1 procentpunt ten opzichte van 1999. Deze verbetering kwam tot stand door een afname van het primair brandstofverbruik per m² met bijna 2%, en een daling van de fysieke productie per m² met bijna 1%. Met een energie-efficiëntiegetal van 56 is de sector 6 procentpunten verwijderd van het einddoel van de MJA-E voor 2000.

De periode 1980-2000 is voor de ontwikkeling van het primair brandstofverbruik in 3 tijdvakken op te delen: een daling van 1980 tot 1984 die vooral samenhangt met de hoge gasprijzen, een stijging van 1984 tot 1991 door hoofdzakelijk de intensivering van de sector, en een daling van 1991 tot 2000 die vooral wordt veroorzaakt door de sterke toename van het gebruik van warmte van derden. De fysieke productie per m² is vooral in de jaren tachtig snel toegenomen. De eerste helft van de jaren negentig laat een veel kleinere toename zien, en in de tweede helft van de jaren negentig stabiliseert de fysieke productie per m² zelfs.

CO₂-emissie

De CO₂-emissie door de sector bedraagt in 2000 7,7 miljoen ton, wat 0,2 miljoen ton lager is dan in 1999. Deze daling komt door een afname van het primair brandstofverbruik per m² met 2% en een stabilisatie van het glasareaal. Uitgedrukt in het referentiejaar 1990 komt de CO₂-emissie in 2000 uit op 102%. In 1999 was dit 104%.

Energiebesparende opties: penetratiegraad en kenmerken

Per eind 2000 is de penetratiegraad van de opties klimaatcomputer, condensor, warmteopslag en beweegbare schermen toegenomen. De gemiddelde jaarlijkse toename bedraagt 1 tot 2 procentpunten. Dit betekent dat in het afgelopen decennium de toepassing van de belangrijkste energiebesparende opties met 10 tot ruim 20% is toegenomen.

Als gevolg van de toegenomen penetratiegraden van de opties is α door de sector in 2000 (ten opzichte van 1991) circa 3,7% energie bespaard, ofwel 145 miljoen m³ a.e.

Energievragende activiteiten

De zeer belangrijke teeltmaatregel CO₂-dosering wordt op 86% van de bedrijven toegepast. Per jaar neemt het aandeel bedrijven dat CO₂ doseert met 0,8 procentpunt toe. Niet alleen het aandeel bedrijven met warmteopslag, maar ook de gemiddelde bufferinhoud is de laatste jaren sterk toegenomen. Deze toename hangt samen met de wens om meer CO₂ te willen geven. Een minimumbuis wordt op bijna 80% van het areaal met buisverwarming toegepast. Dit percentage is in de periode eind 1990-eind 1999 behoorlijk stabiel. Assimilatiebelichting komt op gemiddeld 12% van het areaal voor. Het elektrisch vermogen van de lampen komt in 1999 uit op gemiddeld 34 W_e/m². In de glasgroentesector wordt geëxperimenteerd met assimilatiebelichting met een zeer hoog lampvermogen per m².

Het jaarlijkse brandstofverbruik op extensieve bedrijven is gemiddeld bijna 20 m³/m², terwijl dit op de intensieve bedrijven 50 m³/m² bedraagt. Alle belangrijke energiebesparende opties (met uitzondering van een vast scherm) worden op intensieve bedrijven (veel) vaker toegepast dan op extensieve bedrijven. Hetzelfde geldt voor de energievrage activiteiten CO₂-dosering, assimilatiebelichting en minimumbuis.

Warmte van derden

Het aandeel warmte van derden in het totale energiegebruik door de sector bedraagt in 2000 11,6%. Dit percentage is in de periode 1998 t/m 2000 gelijk gebleven. Per saldo is in 2000 door de sector door gebruik te maken van warmte van derden (restwarmte of warmte van w/k-installaties van energiebedrijven) 8% bespaard op het totaal primair brandstofverbruik. Hierdoor is de energie-efficiëntie bijna 5%-punten en de CO₂-emissie 9%-punten beter dan in de situatie zonder gebruik van warmte van derden.

In 2000 gebruikten circa 345 bedrijven restwarmte en naar schatting ruim 850 bedrijven warmte van w/k-installaties van het energiebedrijf. Het aandeel bedrijven dat gebruikmaakt van warmte van derden komt overeen met ruim 14% van het totaal aantal bedrijven. Het totale areaal warmte van derden in 2000 wordt geschat op 2.325 ha glas, waar-

van ruim 565 ha restwarmte en naar schatting circa 1.760 ha w/k-warmte van energiebedrijven. Het areaal met een w/k-installatie in eigen beheer wordt geschat op 1.175 ha glas.

Door de liberalisering van de energiemarkt en parallel daaraan de invoering van de nieuwe tariefstructuur voor elektriciteit en gas staat de realisatie van nieuwe projecten en de continuering van bestaande restwarmteprojecten en w/k-installaties ter discussie. Gezien het gunstige effect van warmte van derden op de energie-efficiëntie is dit een zorgwekkende situatie die de haalbaarheid van verdergaande verbetering van de energie-efficiëntie ernstig onder druk zet.

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. Door verbetering van de energie-efficiëntie wordt gestreefd een bijdrage te leveren aan de landelijke CO₂-doelstelling.

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

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 gebied van de energiebesparing en de energievraag.

Doelstelling

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

Afbakening

Naast de milieudoelstellingen op energiegebied is de liberalisering van de energiemarkt actueel. Deze liberalisering heeft belangrijke financiële gevolgen voor de glastuinbouwsector. Bovendien heeft de liberalisering grote invloed op de mogelijkheden voor energiebesparing. In de huidige monitoring wordt met deze actualiteit nog geen rekening gehouden.

Opbouw van het rapport

De methode van onderzoek wordt uiteengezet in hoofdstuk 2. De ontwikkelingen van de energie-efficiëntie, de CO₂-emissie en de achterliggende factoren op sectorniveau worden beschreven in hoofdstuk 3. Bij de achterliggende factoren wordt onderscheid gemaakt naar energiegebruik (voor omrekening naar primair brandstof) en primair brandstofverbruik. Extra aandacht is besteed aan de ontwikkeling van de energie-intensiteit, het primair brandstofverbruik en de fysieke productie in de periode 1980 t/m 2000. In hoofdstuk 4 wordt de

ontwikkeling van de penetratiegraad van de belangrijkste energiebesparende opties op de bedrijven, de energiebesparing hierdoor in de sector en de energievragende activiteiten op de bedrijven behandeld. Deze zijn direct van invloed op het energiegebruik. Verder wordt in dit hoofdstuk een vergelijking gemaakt tussen brandstofintensieve en -extensieve bedrijven op het gebied van energiebesparende opties en energievragende activiteiten. In hoofdstuk 5 wordt dieper ingegaan op het gebruik van warmte van derden, de belangrijkste optie voor het verminderen van het primair brandstofverbruik. Hoofdstuk 6 bevat de conclusies.

2. Methode

2.1 Energie-efficiëntie, CO₂-emissie en energiegebruik

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

De productieglastuinbouw omvat in 1999 circa 11.500 bedrijven met glastuinbouw. Op deze bedrijven bevindt zich 10.200 ha glas. De opkweek omvat ruim 3% van het areaal glas (bijlage 2, tabel B2.1). Het areaal opkweek wordt gezien als toelevering en wordt daarom buiten beschouwing gelaten.

In de productieglastuinbouw worden verschillende soorten energie gebruikt (aardgas, olie, restwarmte van elektriciteitscentrales, warmte van w/k-installaties van nutsbedrijven en elektriciteit). Voor de productie van een bepaalde eenheid energie zijn afhankelijk van de energiesoort, verschillende hoeveelheden brandstof nodig. Voor elektriciteit is bijvoorbeeld 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 geldelijke 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 is 1990 het referentiejaar. Voor beide wordt de periode vanaf het basisjaar tot en met 2000 in beschouwing genomen. De keuze voor 1990 als referentiejaar voor de CO₂-emissie wijkt af van voorgaande jaren, toen conform de MJA-E het gemiddelde van de jaren 1989 en 1990 als referentiejaar voor CO₂ is genomen. In de begeleidingscommissie is echter gekozen om voortaan 1990 als referentiejaar te gebruiken, omdat dit aansluit bij de landelijke Kyoto-doelstelling voor vermindering van de CO₂-uitstoot.

De basisgegevens zijn grotendeels afkomstig van de verkoopstatistiek van de NV Nederlandse Gasunie, leveranciers van restwarmte en van de sectorrekening glastuinbouw van het LEI die is gebaseerd op het Bedrijven-Informatienet van het LEI.

De begrippen (productie)glastuinbouw, energiegebruik, temperatuurcorrectie, primair brandstofverbruik, fysieke productie, energie-efficiëntie en CO₂-emissie worden uiteengezet in bijlage 1. Bovendien wordt ingegaan op het Bedrijven-Informatienet en de hiervan afgeleide sectorrekening. De cijfers van het energiegebruik, de energie-efficiëntie en de CO₂-emissie over 1999 zijn definitief; voor 2000 is een raming gemaakt.

2.2 Energiebesparende opties en energievragende activiteiten

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

Het Informatienet wordt gekenmerkt door werkelijke waarnemingen van zowel economische, financiële als technische gegevens van individuele bedrijven over een reeks van jaren. Het betreft gespecialiseerde productiebedrijven die zijn geselecteerd door middel van een gestratificeerde aselecte steekproef uit de Landbouwtelling van het CBS. De steekproef voor de glastuinbouw bestaat uit gespecialiseerde glasgroente-, snijbloemen- en potplantenbedrijven. De steekproef omvat niet de hele kleine bedrijven (kleiner dan 16 Nederlandse grootte-eenheden (nge)) en niet de hele grote bedrijven (groter dan 800 nge). De steekproef is in 1999 representatief voor circa 66% van de circa 11.500 bedrijven met glastuinbouw en circa 91% van het areaal productieglastuinbouw (10.196 ha) in Nederland.

Voor de ontwikkeling van de penetratiegraden in de tijd is informatie beschikbaar van de boekjaren 1991 tot en met 1999. Als peildatum wordt uitgegaan van het eind van het voorafgaande jaar. Daarnaast is er voorlopige informatie beschikbaar van eind 1999 en is er telefonisch informatie verzameld over de penetratiegraden van de belangrijkste opties per eind 2000. Hierdoor ontstaat er voor de penetratiegraden een reeks over de periode eind 1990 - eind 2000. Andere informatie van de opties (zoals technische kenmerken) is per peildatum eind 1999 beschikbaar.

De ontwikkeling in penetratiegraad per optie tussen de jaren bedraagt maximaal 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, voorzover beschikbaar, informatie uit andere bronnen gebruikt.

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

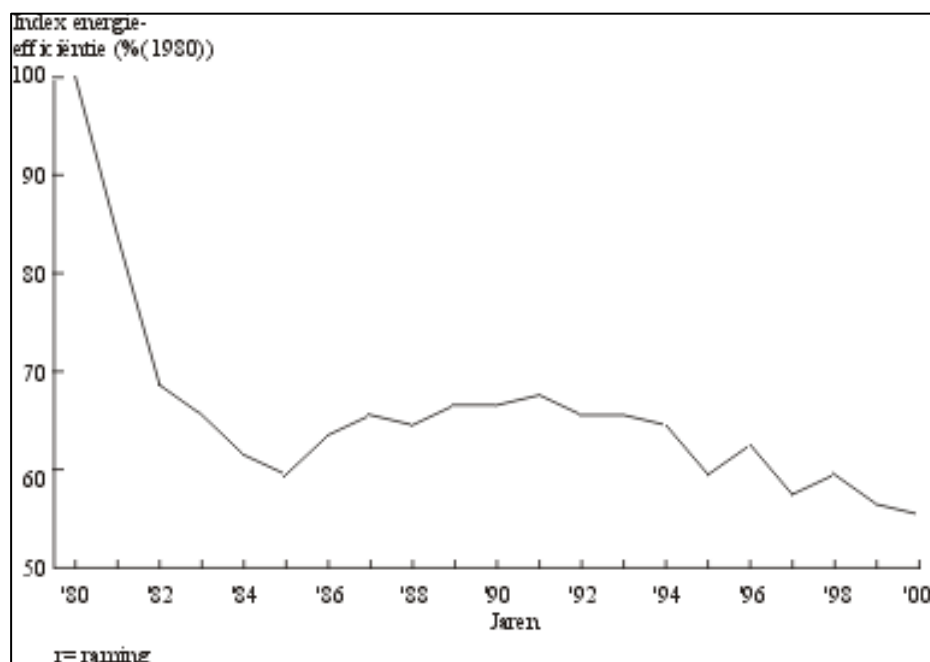
3.1 Inleiding

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

De ontwikkeling van de energie-efficiëntie, de CO₂-emissie en de achterliggende factoren in de tijd is vermeld in de tabellen in bijlage 2. De resultaten voor 2000 zijn geraamd, voor de voorgaande jaren zijn ze definitief. Het energiegebruik en daarmee ook de energie-efficiëntie en de CO₂-emissie zijn gecorrigeerd voor de buitentemperatuur.

3.2 Energie-efficiëntie

De energie-efficiëntie over 1999 komt uit op 57% (figuur 3.1). In 1998 bedroeg de energie-efficiëntie 60%. De verbetering in 1999 wordt veroorzaakt door een afname van het primair brandstofverbruik per m² met 2%, en een toename van de fysieke productie per m² met 2,5%, beide ten opzichte van 1998. Voor 2000 wordt de energie-efficiëntie geraamd op 56%, wat



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

een verbetering is met 1%-punt ten opzichte van het jaar ervoor. De verbetering van de energie-efficiëntie is de resultante van een daling van de fysieke productie per m² met bijna 1%, en een afname van het primair brandstofverbruik per m² van bijna 2%. Met de geraamde energie-efficiëntie van 56% in 2000 is de sector 6 procentpunten verwijderd van de doelstelling die in de MJA-E is afgesproken. De doelstelling voor 2000 is dus niet gehaald.

3.3 CO₂-emissie en areaal

CO₂-emissie

De CO₂-emissie van de glastuinbouw in 1999 bedraagt 7,9 miljoen ton, wat 4% hoger is dan in het referentiejaar 1990. Dit wordt veroorzaakt door een toename van het areaal met 8%, en een afname van het primair brandstofverbruik per m² met 4%, beide over de periode vanaf 1990. In 2000 is het areaal productieglastuinbouw vrijwel gelijkgebleven ten opzichte van 1999 en is het primair brandstofverbruik per m² kas met circa 2% afgenomen. De CO₂-emissie in 2000 is daarom lager dan in 1999 en wordt geraamd op 7,7 miljoen ton, wat 2% hoger is dan in 1990.

In hoofdstuk 2 is aangegeven dat 1990 is gekozen als het referentiejaar voor de CO₂-emissie. Deze keuze sluit aan bij het basisjaar van de landelijke doelstelling voor de CO₂-uitstoot ('Kyoto'-doelstelling).

Tabel 3.1 *CO₂-emissie van de productieglastuinbouw van Nederland totaal gecorrigeerd voor temperatuur in de periode 1990-2000 (miljoen ton)*

CO ₂ -emissie	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000 ^r
<i>Productieglastuinbouw</i>											
Absoluut (miljoen ton)	7,6	8,0	8,1	8,3	8,2	8,0	8,2	7,7	7,9	7,9	7,7
Index Kyoto (% 1990)	100	106	108	110	109	105	109	101	104	104	102
<i>Nederland totaal a)</i>											
Absoluut (miljoen ton)	167	-	-	-	-	179	179	184	185	179	-
Index Kyoto (% 1990)	100	-	-	-	-	107	107	110	111	107	-

a) Bron: Milieucompendium RIVM, temperatuurgecorrigeerde cijfers.

r = raming.

Areaal

Het areaal productieglastuinbouw is in 2000 licht gedaald ten opzichte van 1999 en komt uit op 10.159 ha (tabel B2.1 in bijlage 2). De forse areaalstijging in de twee voorgaande jaren (van 9.736 ha in 1997 naar 10.196 ha in 1999) is hiermee ten einde. In 2000 is het glasgroenteareaal met circa 100 ha gedaald ten opzichte van 1999 en is het areaal snijbloemen vrijwel gelijkgebleven. Net als in de voorgaande jaren is het areaal pot- en perkplanten in 2000 uitgebreid.

3.4 Primair brandstof

3.4.1 Primair brandstof

De werkelijke gebruiken per energiedrager (tabel B2.3 in bijlage 2) zijn weergegeven in eenheden waarin de betreffende energiedragers worden uitgedrukt; aardgas in m^3 , elektriciteit in kWh, restwarmte in GJ, enzovoort. Na correctie voor de verschillen in buitentemperatuur is het energiegebruik omgerekend naar primair brandstofverbruik en uitgedrukt in m^3 a.e. (tabel B2.6 in bijlage 2). Het primair brandstofverbruik is de brandstof die nodig is voor de productie van de afzonderlijke energiedragers (bijlage 1) en bepaalt de emissie en daarmee de milieubelasting.

Het totale primair brandstofverbruik in de productieglastuinbouw komt in 2000 uit op ongeveer 4,3 miljard m^3 a.e. In 1999 was dit nog 4,4 miljard m^3 a.e. Het primair brandstofverbruik per m^2 glas is in 2000 42,1 m^3 a.e., een daling van bijna 1 m^3 per m^2 ten opzichte van 1999.

3.4.2 Energieverbruik vóór omrekening naar primair brandstof

Het brandstofverbruik (aardgas, olie, restwarmte en w/k-warmte) per m^2 kas is in 2000 42,1 m^3 a.e. Na 1999 is dit het tweede jaar dat het brandstofverbruik per m^2 afneemt, nadat het in de periode 1991-1998 (met uitzondering van het extreme jaar 1996) vrij stabiel was met 44 à 45 m^3 a.e./ m^2 . Het elektriciteitsverbruik af net bedroeg in 2000 ongeveer 13,5 kWh/ m^2 en neemt elk jaar iets toe. De energie-intensiteit (brandstof- plus elektriciteitsverbruik) komt in 2000 uit op 43,6 m^3 a.e. per m^2 . Evenals het brandstofverbruik per m^2 is ook de energie-intensiteit zowel in 2000 als in 1999 gedaald ten opzichte van het stabiele niveau van 45 à 46 m^3/m^2 in de periode 1991-1998. Het is nog onbekend of het dit het begin van een trendmatige daling is.

3.4.3 Aandelen energiedragers

Het energiegebruik in de glastuinbouw bestaat voor circa 85% uit aardgas (tabel 3.2). Dit aardgas is inclusief het gas dat in w/k-installaties van tuinders verstookt wordt. Het aandeel aardgas in het totaal neemt in de loop der jaren af, en de aandelen elektriciteit en warmte van derden nemen toe. Warmte van derden bestaat uit restwarmte (afkomstig van elektriciteitscentrales of STEG-eenheden), en warmte uit w/k-installaties van energiebedrijven. De geleverde warmte van derden is in 2000 voor circa 1/3 deel afkomstig uit restwarmtebronnen en voor 2/3 deel uit w/k-installaties van energiebedrijven. Het aandeel warmte van derden in het totale energiegebruik is sinds 1998 stabiel, en ook de vooruitzichten voor warmte van derden zijn niet zo rooskleurig. Dit hangt samen met de liberalisering van gas- en elektriciteitsmarkt, waaraan in hoofdstuk 5 extra aandacht besteed zal worden. Duurzame energie maakt volgens een inventarisatie over 1996 0,14% van het totale energiegebruik in de glastuinbouw uit (Haastert et al., 2000). Er is geen aanleiding om te veronderstellen dat dit percentage in de afgelopen jaren sterk veranderd is.

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

Energiedrager	1980	1985	1990	1995	1996	1997	1998	1999	2000r
Aardgas	94,9	97,1	95,7	91,4	89,7	86,3	85,2	85,0	84,3
Olie	3,9	0,9	0,8	0,2	0,3	0,2	0,1	0,2	0,2
Warmte van derden	0	0,2	1,5	6,0	7,6	10,6	11,5	11,3	11,6
Elektriciteit	1,2	1,8	2,0	2,4	2,4	3,0	3,2	3,5	3,8
Totaal	100	100	100	100	100	100	100	100	100

r = raming.

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

Warmte van derden is de belangrijkste optie om het primair brandstofverbruik te verminderen. De extra benodigde fossiele brandstof die nodig is om naast elektriciteit ook hoogwaardige warmte op te wekken in elektriciteitscentrales of w/k-installaties is beperkt. Per eenheid warmtelevering bedraagt het primair brandstofverbruik circa 30% ten opzichte van de productie van warmte met de ketel op het tuinbouwbedrijf (bijlage 1). In 2000 bedraagt het aandeel warmte van derden 11,6%. Indien in 2000 geen warmte van derden zou zijn gebruikt en deze warmte zou zijn geproduceerd door de glastuinbouwbedrijven met de eigen ketel dan zou het primair brandstofverbruik per m² kas gemiddeld 3,5 m³ a.e. hoger zijn geweest. Met de toepassing van warmte van derden is daarmee 350 miljoen m³ a.e., ofwel 8% primair brandstof bespaard. Zonder het gebruik van warmte van derden zou de energie-efficiëntie in 2000 zijn uitgekomen op 61%. De invloed op de energie-efficiëntie bedraagt daarmee dus circa 5%-punt (61–56). Naast warmte van derden zijn er w/k-installaties in eigendom van tuinders in gebruik. De elektriciteit uit deze installaties wordt meestal gebruikt voor assimilatiebelichting, en de geproduceerde warmte wordt grotendeels voor de verwarming van de kassen aangewend. Van het totale vermogen van w/k-installaties van tuinders is een schatting gemaakt (zie hoofdstuk 5). Uitgaande van dit vermogen is berekend dat met eigen w/k-installaties circa 2,5% primair brandstof bespaard wordt. Het effect op de energie-efficiëntie bedraagt ongeveer 2 procentpunten.

De gezamenlijke besparing aan primair brandstof door warmte van derden en eigen w/k-installaties bedraagt circa 11% van het totale primair brandstofverbruik in de sector. Het totale effect van de gecombineerde productie van warmte en elektriciteit op de energie-efficiëntie komt daarmee op 7 procentpunten. Zonder het gebruik van warmte van derden en eigen w/k's zou de energie-efficiëntie in 2000 op 63 (in plaats van 56) zijn uitgekomen. De CO₂-emissie zou in dat geval 10 procentpunten hoger zijn geweest.

3.4.5 Stomen en gietwaterontsmetting

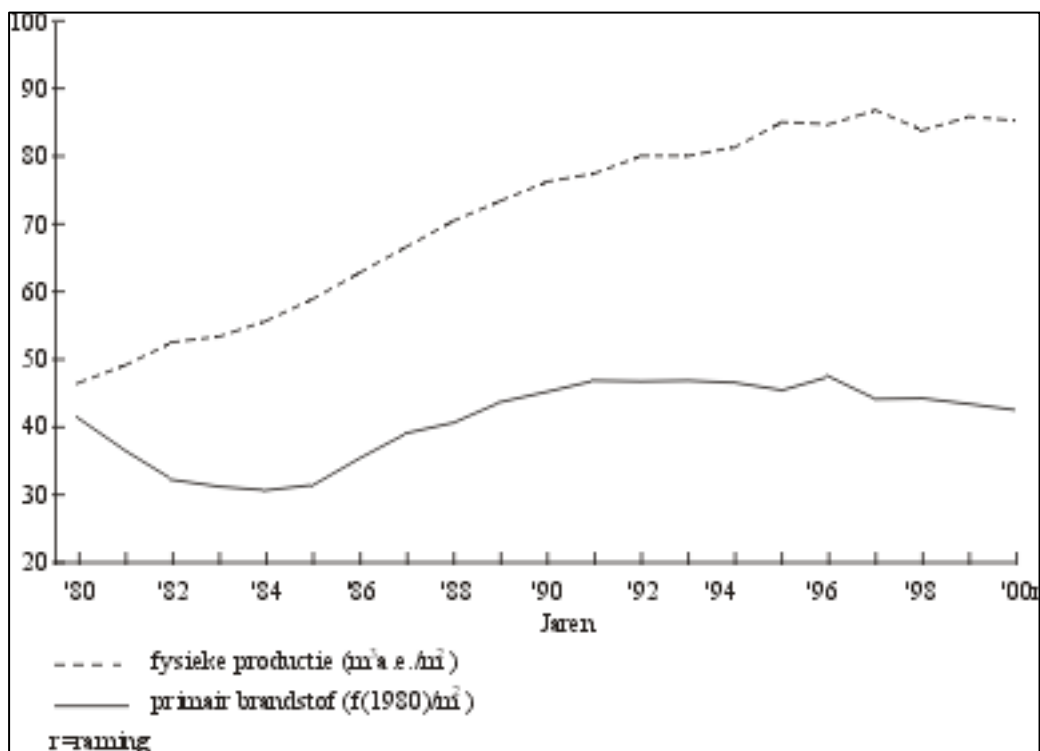
Het energiegebruik in de glastuinbouw wordt voor een beperkt deel aangewend voor stomen en gietwaterontsmetting. Bijlage 3 geeft hiervan een overzicht. Gemiddeld ligt het primair brandstofverbruik voor stomen in de periode 1991 tot en met 1999 op ruim 75 miljoen m³ a.e. per jaar. Dit is iets minder dan 2% van het totale primair brandstofverbruik van de sector. De

omvang van het primair brandstofverbruik voor stomen fluctueert door de tijd, maar lijkt de laatste jaren iets toe te nemen.

Het primair brandstofverbruik voor gietwaterontsmetting komt in 1999 uit op circa 6,5 miljoen m³ a.e., ofwel 0,15% van het totaal primair brandstofverbruik in de sector. Na 1995 neemt het primair brandstofverbruik voor gietwaterontsmetting elk jaar iets toe.

3.5 Fysieke productie

Figuur 3.2 geeft het verloop van de fysieke productie in de periode 1980-2000 weer. In 2000 is de fysieke productie per m² met bijna 1% gedaald ten opzichte van 1999. Dit hangt samen met het feit dat 2000 wat donkerder was (bijna 3,5% minder licht) dan het langjarig gemiddelde. Ten opzichte van het lichtrijke jaar 1999 was de totale lichtsom in 2000 zelfs 7% lager. Verschillen in fysieke productie over de jaren kunnen dan ook deels verklaard worden door te kijken naar de totale stralingssom in de verschillende jaren. Vanaf 1995 is de fysieke productie per m², met wat schommelingen door verschillen in stralingssom, stabiel.



Figuur 3.2 Ontwikkeling van de fysieke productie per m² en van het primair brandstofverbruik per m² in de productieglastuinbouw in de periode 1980-2000

3.6 Nadere analyse energie-intensiteit, primair brandstofverbruik en fysieke productie in de periode 1980-2000

Inleiding

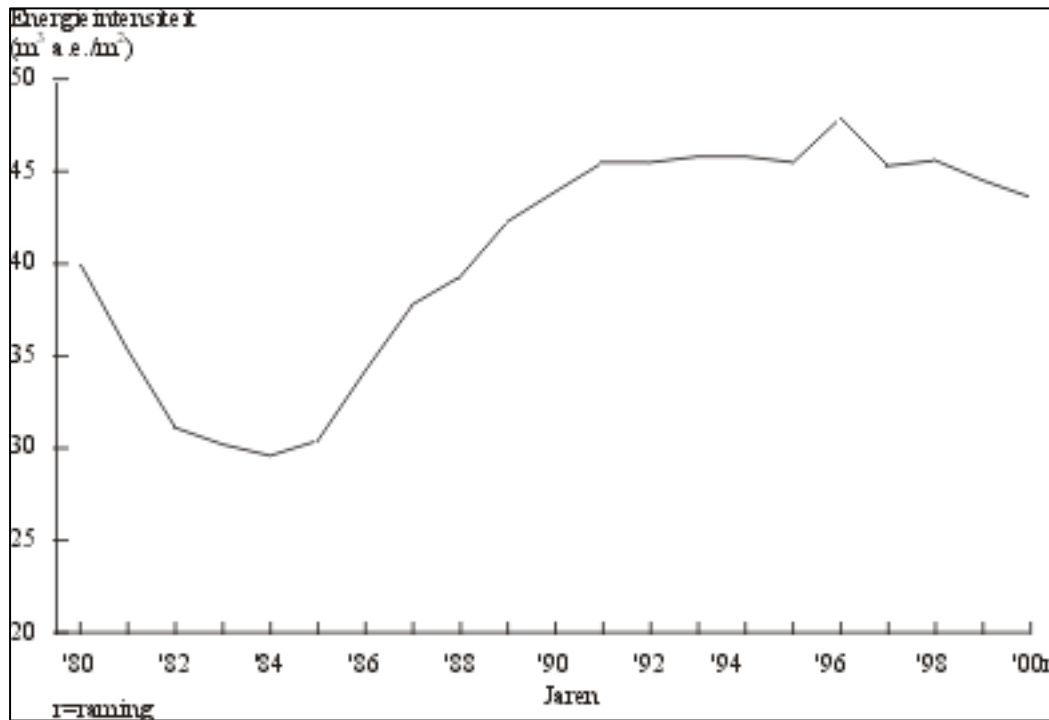
In deze paragraaf wordt ingegaan op de ontwikkeling van de energie-intensiteit, het primair brandstofverbruik en de fysieke productie in de periode 1980-2000. De trendmatige ontwikkelingen van deze 3 grootheden tijdens de MJA-E-periode worden geanalyseerd.

Energie-intensiteit

In figuur 3.3 wordt de ontwikkeling van de energie-intensiteit (verbruik van aardgas, olie, restwarmte, w/k-warmte en elektriciteit per m²), gecorrigeerd voor graaddagen, weergegeven. Dit is het energiegebruik vóór omrekening naar primair brandstof. In het tijdvak 1980-2000 zijn 3 perioden te onderscheiden. De eerste periode loopt van 1980 tot 1984 en laat een forse daling van de energie-intensiteit zien. In deze jaren liep de gasprijs snel op tot circa 44 ct/m³ in 1984 (Bijlage B2.2). Om te kunnen overleven werd door de tuinders fors op aardgas bezuinigd, wat echter in veel gevallen ten koste van de productie ging. De tweede periode loopt van 1984 tot 1991. Na 1984 daalde de gasprijs snel weer tot het niveau van voor 1980 (Bijlage B2.2). In deze periode intensiverde de sector in een hoog tempo, waarbij de overstap naar de substraatteelt een grote rol speelde. Deze intensivering ging samen met een stijging van de energie-intensiteit tot voorbij het oorspronkelijke niveau van 1980. De derde periode loopt van 1991 tot 2000. In dit decennium stabiliseert de energie-intensiteit rond een niveau van 45 m³ per m². Hoewel de intensivering in deze periode doorgaat neemt ook de toepassing van diverse energiebesparende opties fors toe (hoofdstuk 4). Het extra energiegebruik als gevolg van de intensivering wordt blijkbaar gecompenseerd door de extra energiebesparing door de toename in penetratiegraad van de energiebesparende opties. In 1999 en 2000 daalt de energie-intensiteit. Het is echter nog te vroeg om aan te kunnen geven of het hier om een trendmatige ontwikkeling (daling) gaat.

Primair brandstofverbruik

Ook bij het verloop van het primair brandstofverbruik tussen 1980 en 2010 zijn 3 periodes te onderscheiden (figuur 3.2). Tot 1991 volgt de lijn van het primair brandstofverbruik die van de energie-intensiteit: van 1980 tot 1984 een forse daling als gevolg van de hoge gasprijzen, en van 1984 tot 1991 een sterke stijging door de intensivering van de sector. Na 1991 daalt het primair brandstofverbruik per m², terwijl de energie-intensiteit gelijk blijft. De daling van het primair brandstofverbruik komt geheel voor rekening van het toegenomen gebruik van warmte van derden. In 1991 was het aandeel warmte van derden in het totale energieverbruik nog 1,8%; 9 jaar later was dit aandeel gegroeid tot 11,6% in 2000. Door de forse besparing van primair brandstof die met warmte van derden gerealiseerd wordt kon het primair brandstofverbruik per m² in de afgelopen 10 jaar dalen. Aan de andere kant neemt het elektriciteitsverbruik in de glastuinbouwsector elk jaar iets toe, wat een stijging van het primair brandstofverbruik tot gevolg heeft. Dit effect is echter beperkt (elektriciteit maakt minder dan 4% van het totale energieverbruik uit) en wordt meer dan gecompenseerd door de toename van warmte van derden.



Figuur 3.3 Ontwikkeling van de energie-intensiteit in de productieglastuinbouw in de periode 1980-2000

Fysieke productie

Figuur 3.2 geeft het verloop van de ontwikkeling van de fysieke productie weer. Berekend is dat in de periode 1980-2000 de fysieke productie per m² met gemiddeld 3% per jaar is toegenomen. Het belangrijkste deel van deze stijging in fysieke productie is in de jaren tachtig gerealiseerd, toen de jaarlijkse groei gemiddeld 4,9% bedroeg. Deze forse groei kan worden verklaard door te kijken naar de verbeterde productieomstandigheden. De overstap op substraat, de introductie van productievriendelijke rassen, het doseren van (meer) CO₂ en het bouwen van nieuwe kassen met een hogere lichtdoorlatendheid zijn hier voorbeelden van. De gemiddelde toename van de fysieke productie in de jaren negentig ligt met 1,1% een stuk lager dan in de jaren tachtig. Bovendien is de toename van de fysieke productie in de jaren negentig vrijwel geheel in de jaren 1990 t/m 1995 gerealiseerd; in de periode vanaf 1995 is de fysieke productie per m² vrijwel gelijk gebleven. Als redenen voor deze lagere groei in de eerste helft van de jaren negentig, en de stabilisatie erna kunnen worden genoemd de verschuiving van een aanbod- naar een vraagmarkt, waardoor de kwaliteit van de producten steeds belangrijker wordt. Mede als gevolg hiervan zijn veel telers overgeschakeld op nieuwe rassen/gewassen, waarbij de kwaliteit in veel gevallen belangrijker is dan een zo hoog mogelijke productie per m². Daarnaast is ook de fysieke productie per m² in de potplantenteelt gedaald. De vraag is wat hier de oorzaak van is.

4. Energiebesparende opties en energievragende activiteiten op de bedrijven

4.1 Inleiding

In dit hoofdstuk worden in paragraaf 4.2 allereerst de belangrijkste ontwikkelingen op het gebied van energiebesparende opties energievragende activiteiten kort beschreven. Vervolgens worden in paragraaf 4.3 de penetratiegraden van de belangrijkste energiebesparende opties uitgebreider beschreven en grafisch weergegeven. Daarna komt in paragraaf 4.4 de energiebesparing die gerealiseerd is met deze opties aan bod. Vervolgens worden in paragraaf 4.5 enkele belangrijke energievragende activiteiten en het hiermee samenhangende intensiveringsproces beschreven. Tot slot wordt in paragraaf 4.6 een vergelijking gemaakt tussen energie-extensieve en -intensieve bedrijven met betrekking tot de toepassing van energiebesparende opties en energievragende activiteiten.

4.2 Belangrijkste ontwikkelingen

Per eind 2000 is de penetratiegraad van de meeste opties toegenomen ten opzichte van het jaar ervoor. Zelfs opties met een hoge (condensor, beweegbaar schermen) tot zeer hoge penetratiegraad (klimaatcomputer) realiseren een gemiddelde jaarlijkse toename van 1 tot 2%. In de periode eind 1990-eind 2000 is de penetratiegraad van de klimaatcomputer en de warmteopslag met respectievelijk 20 en 22 procentpunten toegenomen. Op glasgroentebedrijven steeg de toepassing van de warmtebuffer in dezelfde periode zelfs met 34 procentpunten. Beweegbare schermen zijn tussen eind 1990 en eind 2000 13 procentpunten toegenomen, en vaste schermen namen met 7 procentpunten af. De penetratiegraad van gevelisolatie nam met 6 procentpunten toe, en die van de condensor met 15 procentpunten.

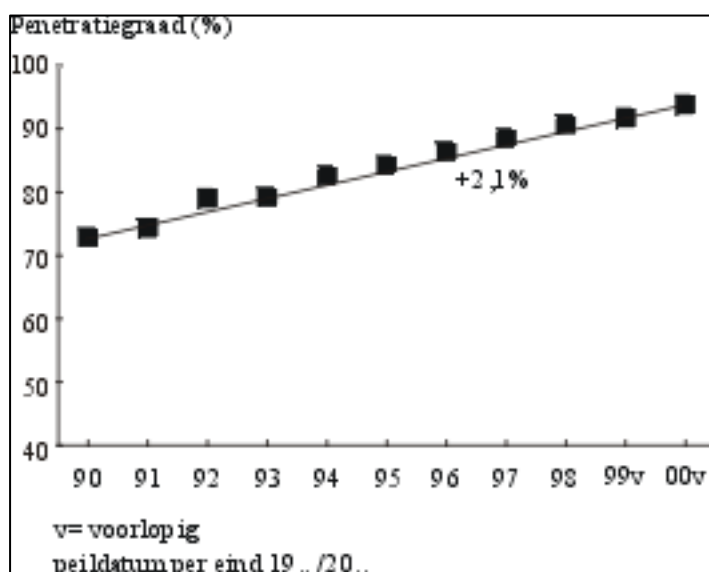
In de periode 1991-2000 is de jaarlijkse energiebesparing (vóór omrekening naar primair brandstof) opgelopen tot ongeveer 3,7%. Dit betekent dat door de sector in 2000 (ten opzichte van 1991) met de hierboven genoemde opties circa 3,7% energie is bespaard, wat gelijk staat aan 145 miljoen m³ a.e.

4.3 Penetratiegraden energiebesparende opties

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

Klimaatcomputer, temperatuurintegratie en internet

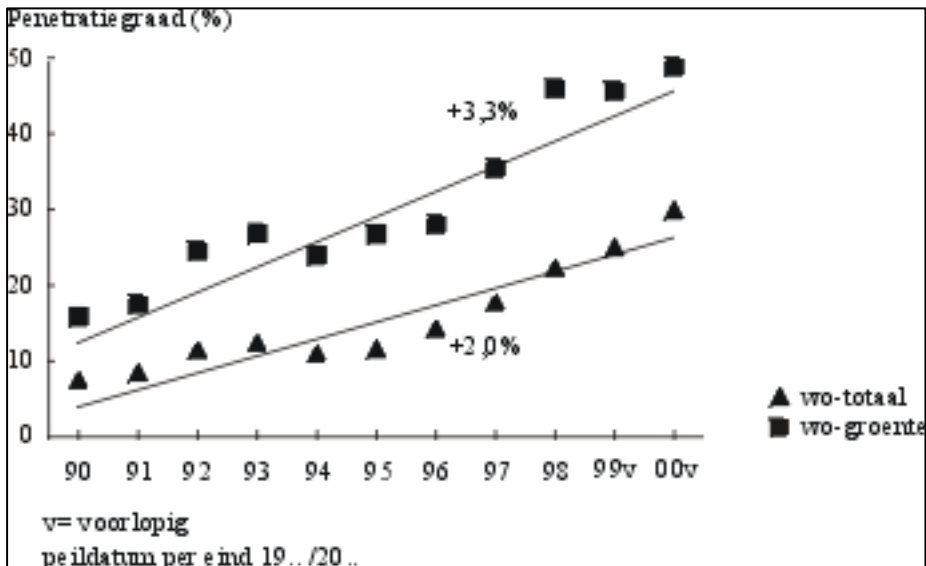
Per eind 2000 wordt op 94% van de bedrijven een klimaatcomputer gebruikt. Per jaar neemt de penetratiegraad met gemiddeld 2,1% toe. De 6% bedrijven zonder klimaatcomputer bevindt zich hoofdzakelijk in de groep met een glasoppervlak kleiner dan 5.000 m². Niet alleen de penetratiegraad, maar ook de gebruiksmogelijkheden van de klimaatcomputer zijn in de periode 1990-2000 sterk toegenomen. Door ontwikkelingen op softwaregebied zijn de mogelijkheden voor het kasklimaat uitgebreid en verfijnd, en kan er een koppeling met een bedrijfsregistratiesysteem gemaakt worden. Hierdoor is bedrijfsvergelijking op het gebied van buitenklimaat en kasklimaat mogelijk, zowel binnen het bedrijf, als tussen verschillende bedrijven. Een ander voorbeeld van de toegenomen gebruiksmogelijkheden is de toepassing van temperatuurintegratie. Temperatuurintegratie met een specifiek softwarepakket wordt per eind 1999 op ruim 5% van de bedrijven toegepast. Circa 40% van de bedrijven heeft per eind 1999 een Internetaansluiting.



Figuur 4.1 Aandeel bedrijven met klimaatcomputer in de periode eind 1990-eind 2000 (gemiddelde mutatie in procentpunten per jaar)

Warmteopslag

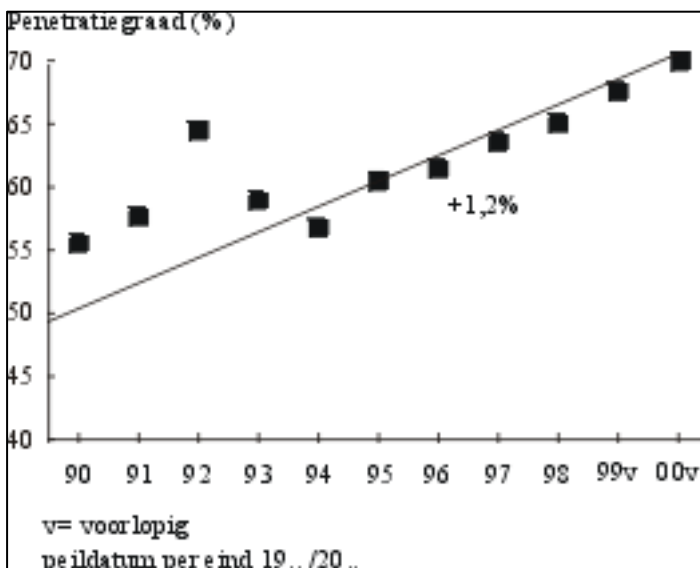
Per eind 2000 is op 30% van de bedrijven een warmtebuffer in gebruik. De penetratiegraad neemt jaarlijks met 2,0 procentpunt toe. Op glasgroentebedrijven bedraagt de jaarlijkse stijging van penetratiegraad zelfs 3,3 procentpunt. Per eind 2000 heeft 49% van de glasgroentebedrijven een warmteopslag. Ook de inhoud van de warmtebuffers is de afgelopen jaren fors toegenomen. Paragraaf 4.6.1 (CO₂-dosering) zal hier verder op ingaan.



Figuur 4.2 Aandeel bedrijven met warmteopslag in de periode eind 1990-eind 2000 (gemiddelde mutatie in procentpunten per jaar)

Condensor

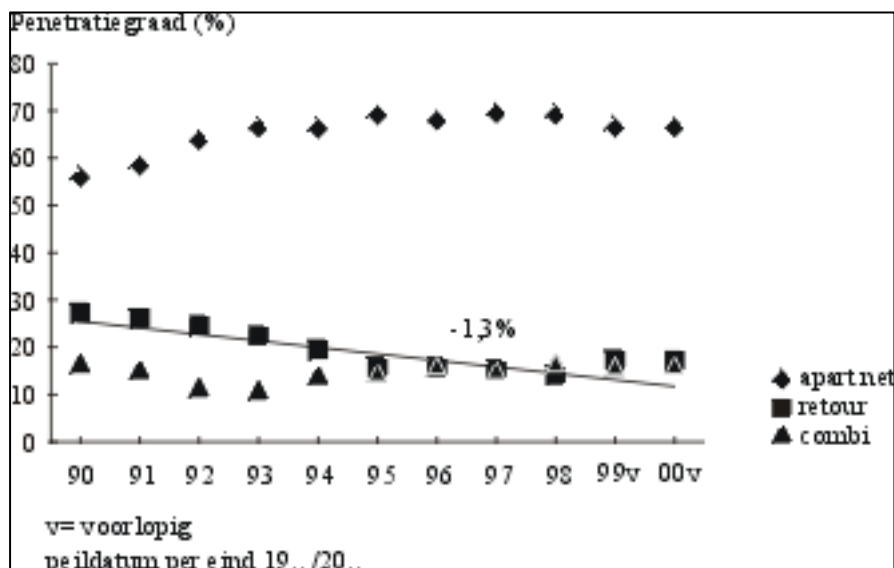
Door middel van een condensor kan een verwarmingsketel een hoger rendement behalen en wordt er energie bespaard. Per eind 2000 wordt op iets meer dan 70% van de ketels een condensor toegepast. De penetratiegraad neemt jaarlijks met gemiddeld 1,2 procentpunt toe. Op ongeveer 19% van de bedrijven met één of meer ketels wordt geen condensor toegepast.



Figuur 4.3 Aandeel ketels met een condensor in de periode eind 1990-eind 2000 (gemiddelde mutatie in procentpunten per jaar)

Onderverdeling condensortypen

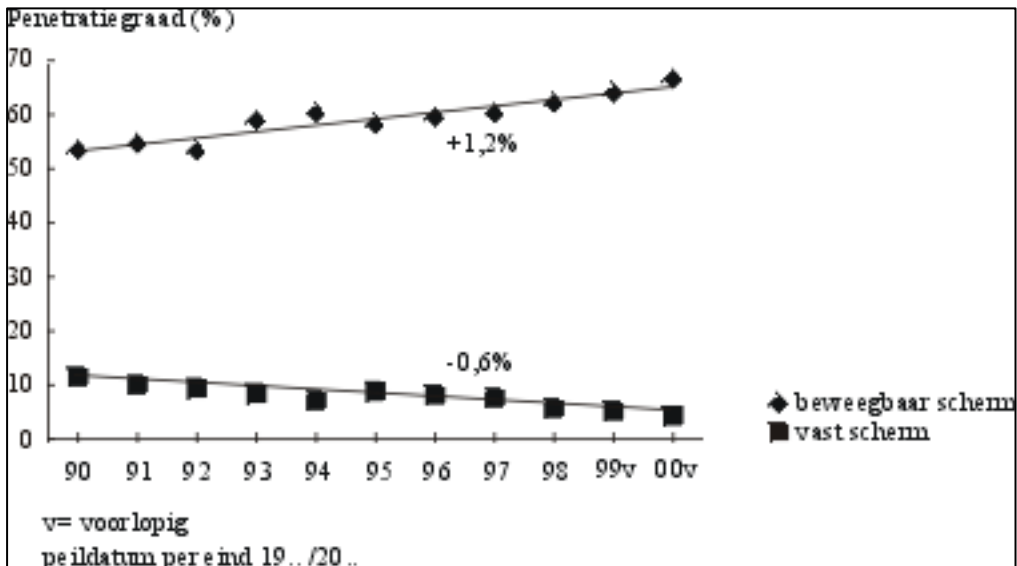
Van rookgascondensors (figuur 4.3) worden drie verschillende typen in de glastuinbouw toegepast: condensors op de retour, condensors op een apart net en combicondensors. Per eind 2000 zijn de penetratiegraden respectievelijk 17%, 67% en 16%. Het aandeel condensors op de retour neemt in de periode eind 1990-eind 2000 jaarlijks met gemiddeld 1,3 procentpunt af. De laatste twee jaren lijken de aandelen van de drie condensortypen echter redelijk stabiel.



Figuur 4.4 Onderverdeling van de condensortypen in de periode eind 1990-eind 2000 (gemiddelde mutatie in procentpunten per jaar)

Schermen

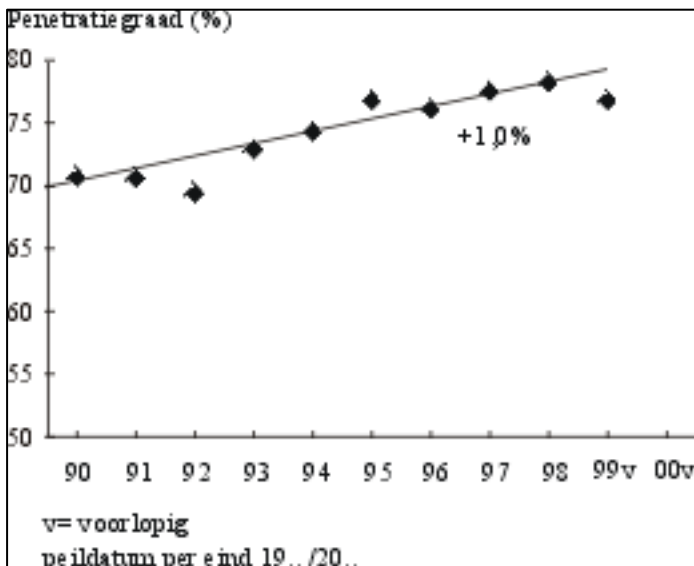
Per eind 2000 wordt op bijna 67% van het areaal een beweegbaar scherm toegepast. De jaarlijkse stijging bedraagt 1,2 procentpunt. Het aandeel areaal met een vast scherm neemt daarentegen met circa 0,6 procentpunt per jaar af. Eind 2000 werd op ruim 4% van het areaal een vast scherm toegepast. De ontwikkeling van vaste naar beweegbare schermen is positief, omdat met een beweegbaar scherm in het algemeen meer energie wordt bespaard.



Figuur 4.5 Aandeel areaal met scherm in de periode eind 1990-eind 2000 (gemiddelde mutatie in procentpunten per jaar)

Gevelisolatie

Het aandeel kasgeveloppervlak dat geïsoleerd is neemt jaarlijks met gemiddeld 1,0 procentpunt toe. Per eind 1999 is bijna 77% van het kasgeveloppervlak geïsoleerd. Als mogelijke soorten gevelisolatie worden onderscheiden: dubbel glas, folie, coating, kunststof of een beweegbaar scherm. Folie komt het meest voor (33%), gevolgd door een beweegbaar scherm (30%) en dubbel glas (29%). Coating (3%) en kunststof (3%) komen slechts sporadisch voor.



Figuur 4.6 Aandeel geveloppervlak met gevelisolatie in de periode eind 1990-eind 1999 (gemiddelde mutatie in procentpunten per jaar)

4.4 Absolute energiebesparing

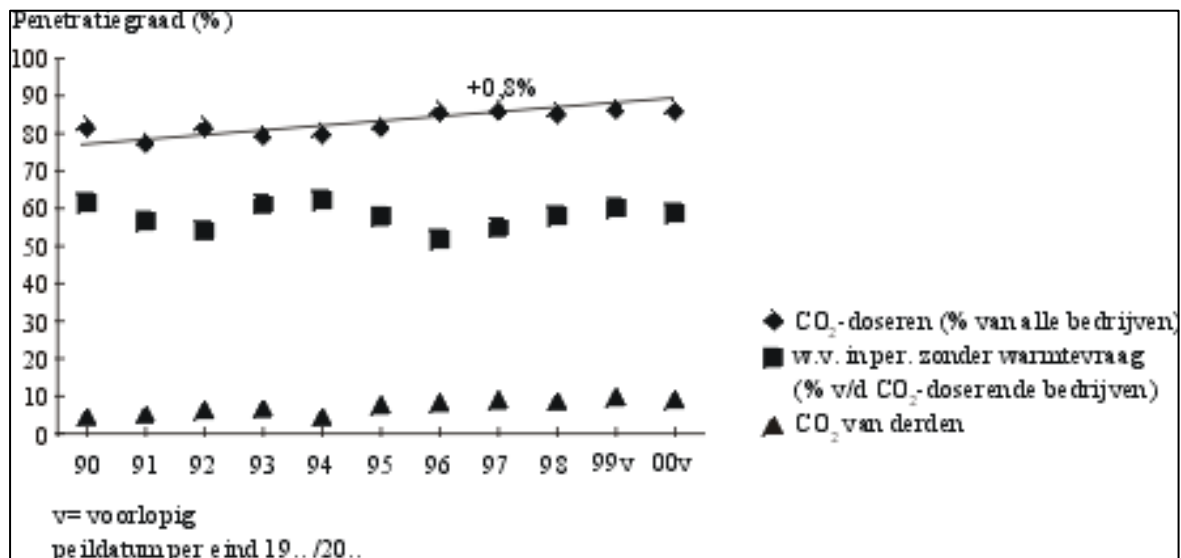
In paragraaf 4.3 is naar voren gekomen dat trendmatige ontwikkeling in penetratiegraden van klimaatcomputer, condensor, beweegbare schermen, gevelisolatie en warmteopslag positief is, dat wil zeggen dat ze jaarlijks toenemen. Als gevolg van de positieve trendmatige ontwikkeling bij deze opties wordt er jaarlijks absoluut gezien meer energie bespaard.

Door Bakker et al. (1998) wordt een methode beschreven om de absolute energiebesparing in de sector te berekenen die het gevolg is van de toegenomen penetratiegraden van bovengenoemde energiebesparende opties. Omdat elk jaar de penetratiegraden iets toenemen, zal ook elk jaar de gerealiseerde energiebesparing groter worden. Berekend is dat door de sector in 2000 (ten opzichte van 1991, en vóór omrekening naar primair brandstof) circa 3,7% energie is bespaard, ofwel 145 miljoen m³ aardgasequivalenten. Door de continue toename van de penetratiegraden wordt per jaar gemiddeld 0,4 procentpunt (3,7/9) extra energie bespaard bovenop de energiebesparing die in het jaar ervoor is gerealiseerd.

4.5 Energievragende activiteiten

4.5.1 CO₂-dosereren

CO₂-dosering is een zeer belangrijke teeltmaatregel, die op het merendeel van de bedrijven wordt toegepast. Per eind 2000 wordt door 86% van de bedrijven CO₂ gedoseerd (figuur 4.7). Per jaar neemt dit aandeel met circa 0,8 procentpunt toe. Circa 57% van de CO₂-doserende bedrijven geeft ook CO₂ in perioden zonder warmtevraag. In de meeste gevallen wordt de CO₂ met de eigen ketel geproduceerd. Op ongeveer 9% van de bedrijven wordt daarnaast CO₂ van derden toegepast. Onder deze 9% CO₂ van derden vallen zuiver CO₂ en rookgas-CO₂ uit elektriciteitscentrales. Een andere vorm van CO₂ van derden, namelijk CO₂ uit w/k-installaties van energiebedrijven met rookgasreiniging, is hierin niet opgenomen. Deze vorm van CO₂ van derden komt in de praktijk echter beperkt voor.



Figuur 4.7 Aandeel bedrijven met CO₂-dosering (gemiddelde mutatie in procentpunten per jaar)

Indien bedrijven ook in perioden zonder warmtevraag CO₂ doseren dan kan de geproduceerde warmte afgevoerd worden via een minimumbuis (paragraaf 4.5.2), of opgeslagen worden in een warmtebuffer voor gebruik later (zie ook paragraaf 4.3).

De gemiddelde bufferinhoud is in de afgelopen 10 jaar fors toegenomen en bedraagt per eind 1999 ruim 90 m³/ha. (tabel 4.1). Deze toenemende buffercapaciteit hangt samen met de wens van veel telers om steeds meer CO₂ te geven. Het verschil in buffergrootte tussen glasgroente- en sierteeltbedrijven is bijna verdwenen. Aan het begin van de jaren negentig was vooral bij de glasgroentegewassen bekend dat er een positief effect is van hoge CO₂-concentraties op de fysieke productie, waardoor er in de groenteteelt relatief grote buffertanks werden geïnstalleerd. De laatste jaren is duidelijk geworden dat CO₂ doseren ook bij sierteeltgewassen een (zeer) rendabele teeltmaatregel is, waardoor siertelers meer CO₂ gaan geven en een grotere buffercapaciteit gewenst is.

Tabel 4.1 Ontwikkeling gemiddelde bufferinhoud (m³/ha) in de periode eind 1990-eind 1999

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999v
Alle bedrijven	56	56	60	63	66	77	75	82	85	93
Glasgroentebedrijven	60	60	65	69	72	81	77	82	87	94
Sierteeltbedrijven	35	30	31	32	32	40	66	81	78	91

Bron: Bedrijven-Informatienet; v=voorlopig

4.5.2 Minimumbuis

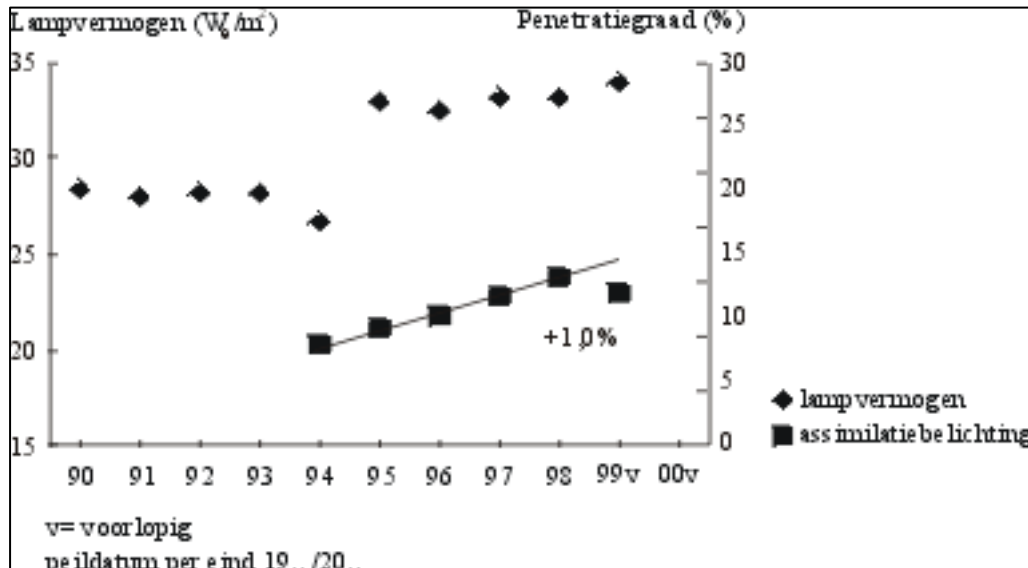
Een minimumbuis is een vast ingestelde minimale buistemperatuur, die onafhankelijk van de warmtevraag in de kas wordt aangehouden. In de periode eind 1990-eind 1999 wordt een minimumbuis op gemiddeld 79% van het areaal met buisverwarming toegepast. Dit percentage is over de jaren heen vrij stabiel. De belangrijkste redenen om een minimumbuis toe te passen zijn het verbeteren van het kasklimaat, het doseren van CO₂, of een combinatie van beiden. In ongeveer 60% van de gevallen wordt een minimumbuis alleen ingezet ter verbetering van het kasklimaat, en in de overige 40% van de gevallen is de combinatie van kasklimaat en CO₂-dosering de reden.

4.5.3 Assimilatiebelichting

Per eind 1999 wordt op circa 12% van het areaal assimilatiebelichting toegepast (figuur 4.8). De jaarlijkse toename bedraagt gemiddeld 1 procentpunt. Het elektrisch vermogen van de lampen is al jaren redelijk stabiel en komt in 1999 uit op 34 W_e/m². Deze informatie spoort niet helemaal met geluiden uit de praktijk die spreken van een intensivering van de belichting middels het uitbreiden van het lampvermogen per ha. Een mogelijke verklaring is dat de bedrijven die beginnen met assimilatiebelichting een relatief laag elektrisch vermogen per m² hebben, waardoor het gemiddelde van alle belichtende bedrijven naar beneden wordt getrokken. Het gemiddelde aantal belichtingsuren is al jaren behoorlijk constant en

schommelt rond de 3.000 uur. Op ongeveer 70% van het belichte areaal wordt een eigen w/k-installatie gebruikt voor de productie van de benodigde elektriciteit. De overige 30% van het belichte areaal bevindt zich op bedrijven die de elektriciteit voor de belichting van het openbare net afnemen.

Tot voor kort werd assimilatiebelichting alleen op snijbloemen- en potplantenbedrijven toegepast, en dan met name op rozenbedrijven. De laatste tijd is er echter vanuit de glasgroentesector een groeiende belangstelling voor het gebruik van assimilatielampen. Door het gebruik van assimilatiebelichting zou 's winters doorgeteeld kunnen worden waardoor een hogere productie per m², een jaarrondlevering van het product en een betere productieplanning gerealiseerd kunnen worden. Hiervoor is echter een zeer hoog lampvermogen per m² nodig. In de praktijk worden op een aantal glasgroentebedrijven proeven uitgevoerd waarbij het belicht vermogen van iets beneden tot ver boven de 100 W_e/m² ligt (in de sierteelt is dit gemiddeld 34 W_e/m²). Onduidelijk is of de extra opbrengsten door assimilatiebelichting opwegen tegen de (forse) meerkosten. De praktijkproeven zullen hierover duidelijkheid moeten geven. Daarnaast is de vraag interessant of belichting in glasgroenten een positief effect op de energie-efficiëntie van de sector heeft, zoals bij het gewas roos het geval is (Verhaegh, 1996).



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

4.6 Vergelijking brandstofextensieve en -intensieve bedrijven met betrekking tot de toepassing van energiebesparende opties en energievragende activiteiten

Inleiding

In de glastuinbouw kan het onderscheid gemaakt worden tussen brandstofintensieve bedrijven en brandstofextensieve bedrijven. De extensieve bedrijven onderscheiden zich van intensieve

door een lager brandstofverbruik per m², wat het gevolg is van de teelt van gewassen met een lagere warmtebehoefte of de toepassing van een andere teeltwijze. Zo laten sommige extensieve bedrijven de kassen 's winters leeg liggen, waardoor er niet verwarmd hoeft te worden. Andere bedrijven houden hun kassen 's winters alleen vorstvrij. Intensieve bedrijven daarentegen telen jaarrond en hebben daarom 's winters veel energie nodig om de kassen op temperatuur te houden. Deze bedrijven passen naar verwachting wel meer energiebesparende opties toe, omdat deze opties op intensieve bedrijven eerder rendabel zullen zijn dan op extensieve bedrijven. Het onderscheid tussen intensieve en extensieve bedrijven is van belang bij de komende liberalisering van de gasmarkt. Onder het CDS-systeem zullen alle glastuinbouwbedrijven met een kostenstijging voor hun aardgas geconfronteerd worden. De extra kosten per m² (zonder anticipatie) liggen voor een extensief bedrijf tussen de 3 en de 5 gulden per m², terwijl dit op intensieve bedrijven tussen de 3 en 6 gulden is (Van der Velden et al., 1999). Vanwege het lagere kosten- en opbrengstenniveau op extensieve bedrijven weegt deze kostenstijging echter veel zwaarder door op extensieve bedrijven dan op intensieve bedrijven. Voor extensieve telers is het daarom van groot belang om te anticiperen op de gevolgen van CDS-systeem. Om inzicht te krijgen in de structuur van extensieve bedrijven wordt in deze paragraaf een vergelijking gemaakt tussen intensieve en extensieve bedrijven. Er zal aandacht besteed worden aan de bedrijfsstructuur, en de toepassing van energiebesparende opties en energievragende activiteiten op beide bedrijfstypen. Een bedrijf wordt als extensief gekenmerkt als het een brandstofintensiteit heeft van lager dan 30 m³ a.e./m² per jaar. Bedrijven met een hoger brandstofverbruik behoren tot de groep 'intensieve bedrijven'. De gevonden resultaten zijn verder uitgewerkt in het onderzoek 'Bedrijfsstructurele kenmerken extensieve glastuinbouwbedrijven in relatie tot liberalisering aardgasmarkt' van Nienhuis et al. (2001). Voor meer informatie wordt naar deze publicatie verwezen.

Bedrijfsstructuur

Tabel 4.2 geeft een overzicht van enkele belangrijke bedrijfskenmerken op extensieve en intensieve bedrijven.

Tabel 4.2 Enkele belangrijke bedrijfskenmerken van intensieve en extensieve gespecialiseerde glastuinbouwbedrijven, in 1999

Bedrijfskenmerk	Extensieve bedrijven	Intensieve bedrijven
Aantal bedrijven	2.700	5.000
Totaal areaal (ha)	2.300	7.000
Gemiddeld glasoppervlak (m ²)	8.400	14.000
Gemiddelde b.i. (m ³ /m ²) a)	18,5	50,2
Gemiddeld bouwjaar kassen	1982	1985
Areaal met alleen buisverwarming (%)	32	91
Areaal met alleen heteluchtverw. (%)	23	0
Areaal met gemengd buis - en heteluchtverwarming (%)	37	9
Areaal zonder verwarming (%)	8	0

a) b.i.=brandstofintensiteit (aardgas, olie, restwarmte en w/k-warmte).

Bron: Bedrijven-Informatienet.

Uit de tabel blijkt dat circa 1/3 deel van alle gespecialiseerde bedrijven tot de extensieve groep behoort, maar dat het totale areaal op extensieve bedrijven circa een kwart van het totale areaal uitmaakt. Het glasoppervlak op extensieve bedrijven is dan ook gemiddeld ongeveer 5.600 m² kleiner dan op intensieve bedrijven. Extensieve bedrijven gebruiken gemiddeld bijna 20 m³ brandstof per m², terwijl intensieve bedrijven circa 50 m³ per m² verbruiken. Door de lage brandstofintensiteit en het relatief geringe oppervlak per bedrijf komt slechts 11% van de totale jaarlijkse brandstofverbruik in de glastuinbouwsector voor rekening van de extensieve bedrijven.

Verder komt uit de tabel naar voren dat de glasopstanden op extensieve bedrijven gemiddeld slechts 3 jaar ouder zijn dan op intensieve bedrijven. Hierbij moet worden vermeld dat voor glasgroentebedrijven dit verschil ruim 7 jaar is. Hieruit blijkt duidelijk dat intensieve glasgroentetelers veel belang hechten aan een moderne, lichte en hoge kas. Hierin kan een goed kasklimaat gerealiseerd worden en is een hoge fysieke productie mogelijk. Op extensieve groentebedrijven is de helft van alle kassen vóór 1980 gebouwd.

Wat betreft verwarming laat de groep intensieve bedrijven een éénduidig beeld zien: 91% van het areaal heeft alleen buisverwarming, en rest heeft een combinatie van buis- en heteluchtverwarming. De groep extensieve bedrijven is diverser: zowel areaal met alleen buis-, met alleen hetelucht-, als combinatie buis en heteluchtverwarming komen redelijk gelijk verdeeld voor. Daarnaast is circa 8% van het areaal onverwarmd.

Toepassing energiebesparende opties

In tabel 4.3 wordt een vergelijking gemaakt tussen de toepassing van energiebesparende opties op extensieve en op intensieve bedrijven.

Tabel 4.3 Toepassing van energiebesparende opties op extensieve en intensieve bedrijven, in 1999 (% van de bedrijven, tenzij anders aangegeven)

Energiebesparende optie	Extensieve bedrijven	Intensieve bedrijven
Warmte van derden	2	20
Klimaatcomputer	79	97
Warmtebuffer	0	34
Condensor (% van alle ketels)	45	73
Vast scherm (% van het kasoppervlak)	6	6
Beweegbaar scherm (% van het kasoppervlak)	36	71
Gevelisolatie (% van het geveloppervlak geïsoleerd)	58	86

Bron: Bedrijven-Informatienet.

Uit de tabel komt naar voren dat energiebesparende opties (uitgezonderd vast scherm) op intensieve bedrijven (veel) vaker voorkomen dan op extensieve bedrijven. Bij de opties warmte van derden, beweegbaar scherm en warmtebuffer zijn de verschillen het grootst. Op het eerste gezicht zijn er daarom voor extensieve bedrijven voldoende mogelijkheden voor

uitbreiding van deze opties. In de praktijk ligt dit waarschijnlijk een stuk moeilijker, omdat het in sommige gevallen het technisch niet mogelijk is om bepaalde opties toe te passen (zo kan bijvoorbeeld voor de toepassing van een beweegbaar scherm de kas te laag zijn, of heeft een bedrijf heteluchtverwarming waardoor er geen warmtebuffer gebruikt kan worden). Daarnaast hebben extensieve bedrijven een laag energieverbruik, waardoor met een optie relatief weinig energie wordt bespaard. De investeringen in energiebesparende opties zijn echter wel vergelijkbaar met die op intensieve bedrijven. Door deze combinatie van factoren zullen diverse energiebesparende opties op extensieve bedrijven niet rendabel zijn.

Naast deze analyse naar energiebesparingsmogelijkheden op extensieve bedrijven is door Nienhuis et al. (2001) ook aandacht besteed aan de bedrijfsstructuur op extensieve bedrijven in relatie tot de anticipatiemogelijkheden voor de liberalisering van de aardgasmarkt. Uit deze studie komt naar voren dat door investeringen in bedrijfsstructurele opties als klimaatcomputer, buisverwarming of nieuwe kassen meer anticipatiemogelijkheden technisch mogelijk worden. Door deze bedrijfsstructurele opties wordt naast meer anticipatiemogelijkheden ook meer energiebesparing mogelijk.

Energievragende activiteiten

Naast energiebesparende opties worden op glastuinbouwbedrijven energievragende activiteiten toegepast. Enkele belangrijke energievragende activiteiten zijn CO₂-dosering, assimilatiebelichting en minimumbuis. Tabel 4.4 geeft een overzicht van deze activiteiten op extensieve en intensieve bedrijven.

Tabel 4.4 Toepassing van energievragende activiteiten op extensieve en intensieve bedrijven, in 1999

Energiebesparende optie	Extensieve bedrijven	Intensieve bedrijven
CO ₂ -dosering (% van de bedrijven)	76	90
Assimilatiebelichting (% van het kasoppervlak)	2	17
Minimumbuis (% van het kasoppervlak met buisverwarming)	49	98

Bron: Bedrijven-Informatienet.

Assimilatiebelichting blijkt op extensieve bedrijven vrijwel niet voor te komen. Het toepassen van assimilatiebelichting is een goed voorbeeld van de intensiveringsontwikkeling in de Nederlandse glastuinbouw. Zo zullen fresiabadrijven bijvoorbeeld in het algemeen tot de extensieve bedrijven behoren; indien fresiatelers met een eigen w/k-installatie gaan belichten, wat in de praktijk voorkomt, dan zal het gasverbruik en de productie stijgen en zullen de bedrijven tot de groep 'intensieve bedrijven' gaan behoren.

Het doseren van CO₂ komt zowel op extensieve als intensieve bedrijven voor en het verschil in penetratiegraad bedraagt 14 procentpunten. Het aantal gedoseerde kilo's CO₂ zal op intensieve bedrijven wel veel hoger zijn dan op extensieve bedrijven, wat samenhangt met de hogere brandstofintensiteit per m² op intensieve bedrijven. Het gebruik van een minimum-

buis op bedrijven met buisverwarming komt op intensieve bedrijven op circa 90% van het areaal voor. Op extensieve bedrijven is dit op minder dan de helft van het areaal het geval.

Intensivering wordt voor extensieve bedrijven als een belangrijke anticipatiemogelijkheid gezien (Nienhuis et al., 2001). Deze intensivering kan tot uiting komen in de overstap van het lucht naar buisverwarming, de intensivering van teelt- en klimaatmaatregelen (CO₂-dosering, minimumbuis, assimilatiebelichting), of zelfs de keuze van een ander teeltplan met een langere teeltduur en/of een hogere teelttemperatuur. Het is echter de vraag of veel extensieve telers de (financiële) mogelijkheden hebben om hun bedrijf te intensiveren.

5. Warmte van derden

5.1 Inleiding

Het gebruik van warmte van derden is in de glastuinbouwsector de belangrijkste optie om primair brandstof te besparen. Er zijn twee vormen van warmte van derden te onderscheiden. De ene vorm is restwarmte afkomstig van elektriciteitscentrales of STEG-eenheden. De andere vorm is warmte van w/k-installaties van energiebedrijven, die geplaatst zijn op glastuinbouwbedrijven. Zowel bij restwarmte als bij w/k-warmte is er sprake van een gecombineerde productie van warmte en elektriciteit. Bij de gecombineerde productie van warmte en elektriciteit is het totaal rendement van de w/k-installatie of de elektriciteitscentrale/STEG groter dan bij gescheiden productie. Hierdoor wordt primair brandstof bespaard.

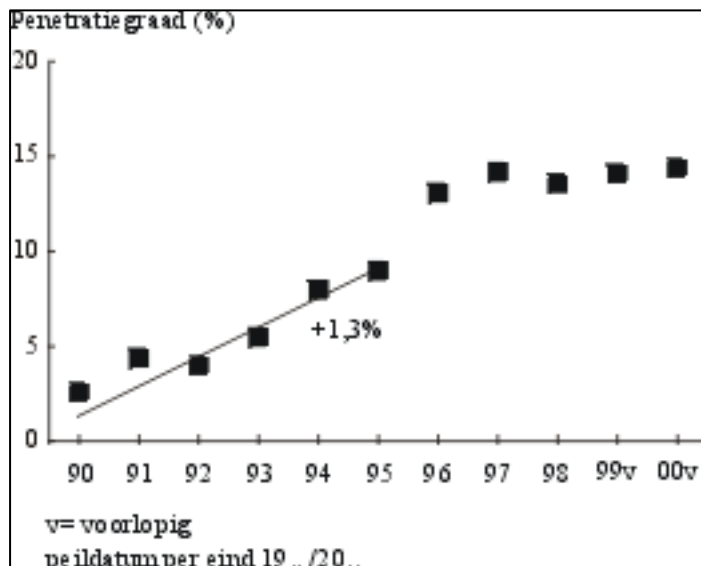
In dit hoofdstuk wordt extra aandacht besteed aan beide vormen van warmte van derden. In paragraaf 5.2 worden in het kort de belangrijkste ontwikkelingen beschreven. Vervolgens staat restwarmte in paragraaf 5.3 centraal en komt warmte van w/k-installaties van het energiebedrijf in paragraaf 5.4 aan bod. Verder wordt in dit hoofdstuk (paragraaf 5.5) aandacht besteed aan de gecombineerde productie van warmte en elektriciteit met w/k-installaties van tuinders. Tot slot wordt in paragraaf 5.6 ingegaan op het toekomstperspectief van warmte van derden in een geliberaliseerde energiemarkt.

5.2 De belangrijkste ontwikkelingen

In 2000 is door de sector door gebruik te maken van warmte van derden 8% bespaard op het totaal primair brandstofverbruik. Hierdoor is de energie-efficiëntie bijna 5%-punten beter dan in de situatie zonder gebruik van warmte van derden. Het aandeel warmte van derden in het totale energiegebruik door de sector bedraagt in 2000 11,6%. Dit percentage is sinds 1998 stabiel.

Het aantal bedrijven dat gebruikmaakt van warmte van derden is tot en met 1995 jaarlijks toegenomen met gemiddeld 1,3 procentpunt (figuur 5.1). De forse sprong in de grafiek per eind 1996 is het gevolg van het gereedkomen van de restwarmteprojecten in de B-driehoek, Erica en Klazienaveen. Na 1996 vindt er nauwelijks nog uitbreiding plaats. In 2000 gebruikten circa 345 bedrijven restwarmte en naar schatting ruim 850 bedrijven warmte van w/k-installaties van het energiebedrijf. Het aandeel bedrijven dat gebruikmaakt van warmte van derden komt overeen met ruim 14% van het totaal aantal bedrijven (figuur 5.1).

In 2000 is circa 565 ha glas aangesloten op een restwarmtebron. Het areaal met w/k-installaties van energiebedrijven bedraagt per 1 januari 2000 naar schatting circa 1.760 ha. Hiermee komt het totale areaal warmte van derden in 2000 naar schatting op circa 2.325. Het areaal met een w/k-installatie in eigen beheer wordt geschat op 1.175 ha.



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

Door de liberalisering van de gas- en elektriciteitsmarkt komen zowel het gebruik van restwarmte en warmtekracht als de exploitatie van deze projecten in de knel. Indien er geen passende oplossingen gevonden worden, zal het gebruik van warmte van derden veelal niet meer rendabel zijn. Gezien het gunstige effect van warmte van derden op de energie-efficiëntie is dit een zorgwekkende situatie.

5.3 Restwarmte

Restwarmte is een vorm van hoogwaardige warmte die beschikbaar komt door in een vroeg stadium van het 'productieproces' van elektriciteit in centrales of STEG-eenheden warmte te onttrekken. Het restwarmtewater met een aanvoertemperatuur van 90 tot 120 °C (per restwarmteproject verschillend) wordt door middel van een wijdvertakt transportsysteem getransporteerd naar de bedrijven. Via warmtewisselaars op de bedrijven wordt de warmte van het restwarmtewater overgedragen aan het koude water uit de verwarmingssystemen op de bedrijven. Nadeel van het onttrekken van restwarmte aan het productieproces is dat het elektrisch rendement van de centrale of STEG daalt. Het totaal rendement (elektrisch en thermisch) daarentegen stijgt per saldo, waardoor primair brandstof wordt bespaard (Van der Sluis et al., 1992).

Het aantal bedrijven met een restwarmteaansluiting is in 2000 met 10 bedrijven toegenomen (tabel 5.1). Het totaal aantal bedrijven dat gebruikmaakt van restwarmte komt hiermee op 345 bedrijven. Deze bedrijven hebben een totale oppervlakte van circa 565 ha.

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

	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
Restwarmte (bedrijven)	±88	88	90	93	94	93	330	338	335	345

Bron: restwarmteleveranciers.

De volgende zes restwarmteprojecten worden onderscheiden: Plukmadese polder, Asten e.o., overig West-Brabant, Erica, Klazienaveen en B-driehoek. Tussen deze zes projecten bestaan grote verschillen in omvang, warmteleverend vermogen per vierkante meter en gemiddelde dekkingsgraad (tabel 5.2). Eén van de dingen uit tabel 5.2 die direct in het oog springt is de relatief hoge dekkingsgraad in de B-driehoek in vergelijking met de andere restwarmteprojecten. Dit verschil kan onder andere verklaard worden door het verschil in warmteleverend vermogen per vierkante meter. Bovendien hebben tuinders in B-driehoek de beschikking over relatief goedkope CO₂ uit de rookgassen van de STEG.

Tabel 5.2 Aantal bedrijven, areaal, gemiddeld warmteleverend vermogen en gemiddelde dekking bij de zes restwarmteprojecten in de glastuinbouw in 2000

Restwarmte project	Aantal bedrijven	Areaal glas (ha)	Warmteleverend vermogen (W/m ²)	Gemiddelde dekking (%)
Plukmadese polder	41 b)	80 d)	e)	75 d)
Overig West-Brabant	32 b)	35 d)	e)	40 d)
Asten e.o.	28 b)	30 d)	e)	40 d)
Erica	57 b)	95 b)	70 c)	41 b)
Klazienaveen	44 b)	60 b)	70 c)	48 b)
B-driehoek	143 b)	267 b)	100 c)	84 b)
Totaal	345	±567	e)	e)

Bron: a) Van der Sluis et al. (1992); b) restwarmteleveranciers; c) Van der Velden et al. (1996); d) schatting; e) onbekend.

Bij alle projecten met uitzondering van het project in overig West-Brabant hebben de tuinders naast warmte van derden ook de mogelijkheid om CO₂ van derden af te nemen. Tussen de projecten bestaan echter verschillen qua type CO₂ (soort), de prijs van CO₂ en de beschikbare hoeveelheid per uur per hectare. In de B-driehoek wordt via een ondergronds leidingsysteem CO₂ geleverd uit de rookgassen van de STEG. De tuinders hebben de beschikking over 100 kilogram CO₂ per uur per hectare tegen een prijs van 1,5 à 2 ct per kilogram. In Asten, de Plukmadese polder, Erica en Klazienaveen wordt de tuinders zuiver CO₂ aangeboden. De prijs voor zuiver CO₂ varieert van 16 tot 19 ct/kg. In de periode van 1 april t/m 30 september wordt zuiver CO₂ bij de projecten in Erica en Klazienaveen tegen een gere-

duceerd tarief aangeboden. De korting is afhankelijk van de dekkingsgraad en kan oplopen tot 9,5 ct/kg CO₂ bij een dekkingsgraad van 60% of hoger.

De plannen voor levering van CO₂ afkomstig uit de industrie in de Botlek aan de glastuinbouw in het Westland zijn voorlopig afgeblazen doordat één van de initiatoren, de OKEP, besloten heeft zich terug te trekken uit dit project. De OKEP verwacht dat een rendabele exploitatie van de CO₂-pijplijn niet haalbaar is. Met het project zou de CO₂-uitstoot jaarlijks met circa 300.000 ton verminderd kunnen worden. Het Ministerie van Economische Zaken wil dit project echter nieuw leven inblazen door een openbare inschrijving te starten in de tweede helft van 2001.

5.4 Warmte van w/k-installaties van energiebedrijven

Warmte van w/k-installaties van energiebedrijven is eveneens een vorm van warmte van derden. W/k-installaties van energiebedrijven komen bijna uitsluitend voor op niet-belichtende bedrijven. De w/k-installatie wordt op deze bedrijven ingezet om in de basislast van de warmtebehoefte te voorzien. De ketel vangt in zulke situaties de pieken op. De tuinder koopt dus de geproduceerde warmte van het energiebedrijf. De geproduceerde elektriciteit daarentegen wordt door het energiebedrijf via het openbare elektriciteitsnet afgezet.

Het totaal opgesteld elektrisch vermogen van w/k-installaties van energiebedrijven is na een daling in 1999 in 2000 toegenomen met 25 MW tot 540 MW per 1 januari 2001 (tabel 5.3).

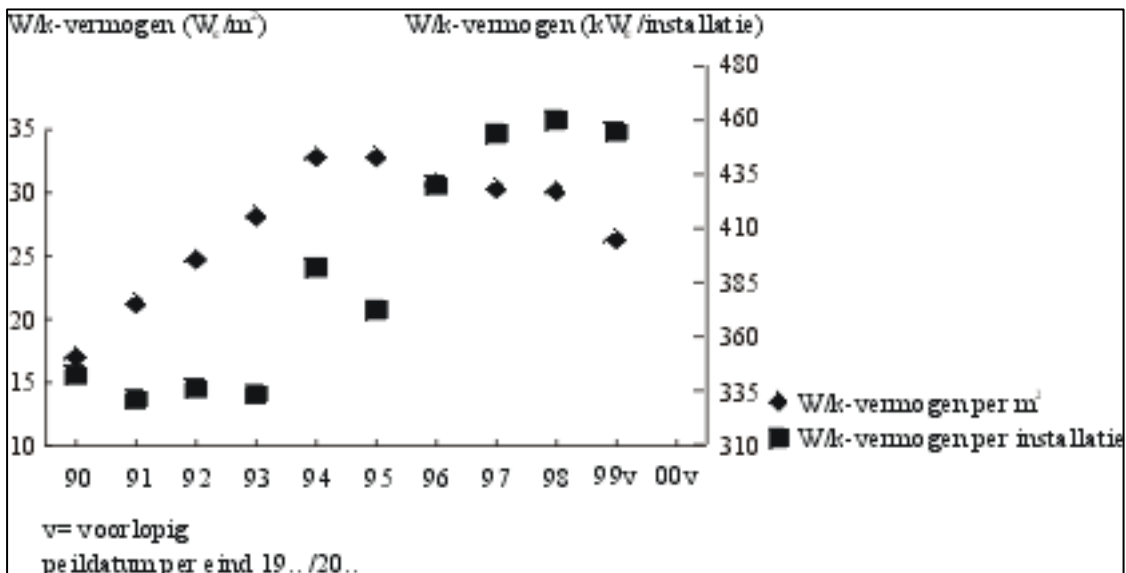
Tabel 5.3 Ontwikkeling van het vermogen van w/k-installaties van energiebedrijven op glastuinbouwbedrijven per begin 1991-2001

	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
W/k-vermogen (MW _e)	41	74	136	208	301	374	433	492	526	515	540

Bron: LEI-DLO (1991,1992) en Cogen Projects, voorheen PW/K (1993 tot en met 2001).

De ontwikkelingen in het gemiddeld elektrisch vermogen per installatie en per vierkante meter in de jaren negentig is in figuur 5.2 grafisch weergegeven. Het gemiddeld elektrisch vermogen per installatie is de laatste drie jaar vrijwel constant. Opvallend is dat het gemiddeld elektrisch vermogen per vierkante meter eind 1999, op basis van voorlopige cijfers, een behoorlijke daling laat zien, terwijl de afgelopen jaren slechts sprake was van een lichte daling. De daling in het geïnstalleerd vermogen per vierkante meter in de periode eind 1994 - eind 1998 kan grotendeels verklaard worden door areaalsuitbreiding op bestaande bedrijven met warmtekracht waarbij het totaal opgesteld w/k-vermogen gelijk blijft. Uitbreiding van het opgesteld vermogen met een (kleine) extra w/k-installatie op bedrijven die al een w/k-installatie hebben is voor de meeste energiebedrijven niet aantrekkelijk. Enkele energiebedrijven hantieren zelfs een ondergrens van 1 MW per w/k-installatie bij nieuwe installaties. In tegenstelling tot in het verleden is niet langer het maximaliseren van het aantal draaiuren uitgangspunt voor

de energiebedrijven, maar het realiseren van draaiuren op momenten dat de elektriciteit het meest waard is cq kan concurreren met andere vormen van elektriciteitproductie. Concreet betekent dit dat de w/k-installaties van energiebedrijven tegenwoordig bijna uitsluitend overdag draaien, waarbij het uitgangspunt is om in combinatie met warmteopslag zoveel mogelijk in de totale warmtevraag van het bedrijf te voorzien.



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

Aan de hand van het gemiddeld totaal elektrisch vermogen en het gemiddeld elektrisch vermogen per vierkante meter kan het areaal met een w/k-installatie van het energiebedrijf geschat worden. Op basis van voorlopige populatie- en steekproefgegevens voor 2000 wordt het areaal met een w/k-installatie van het energiebedrijf in 2000 geschat op circa 1.760 ha¹. Dit betekent dat ten opzichte van de definitieve cijfers voor 1999² het areaal met w/k-installaties van het energiebedrijf in 2000 met 30 ha is gestegen. Naar schatting staan op ruim 850 bedrijven een w/k-installatie van het energiebedrijf opgesteld. De gemiddelde bedrijfsomvang van deze bedrijven is ruim 2 ha. Warmte van w/k-installaties van energiebedrijven wordt dus vooral toegepast op grote, warmte-intensieve bedrijven.

5.5 W/k-installaties van tuinders

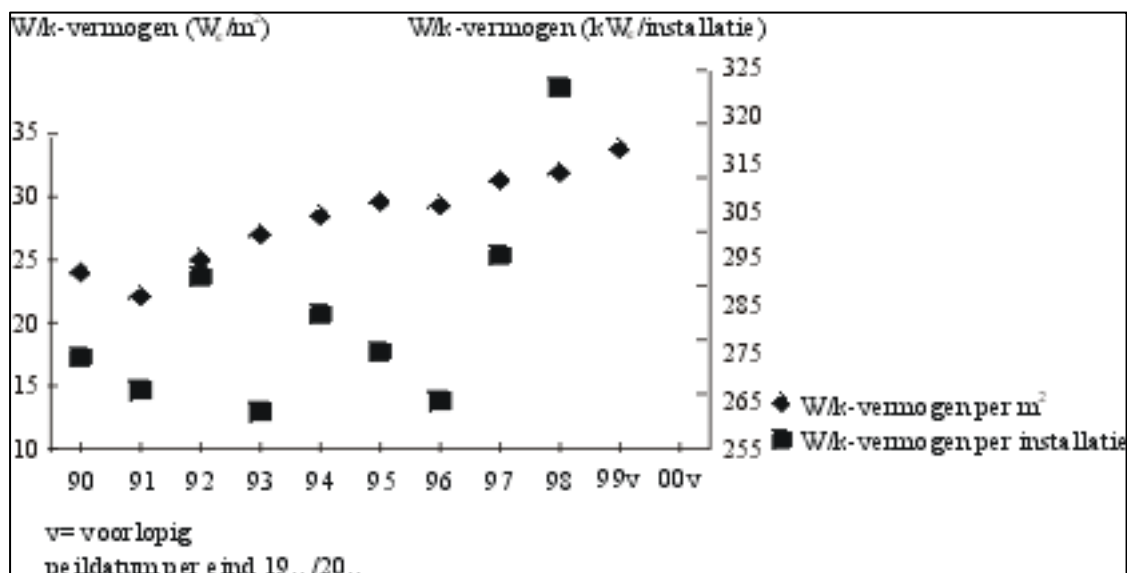
W/k-installaties van tuinders komen vrijwel alleen voor op belichtende bedrijven. In tegenstelling tot de w/k-installaties van de energiebedrijven zijn de w/k-installaties van tuinders

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

² De schattingen die vorig jaar gepubliceerd zijn, zijn gebaseerd op basis van voorlopige populatie- en steekproefgegevens (Bakker et al., 2000).

veelal gedimensioneerd op de elektriciteitsvraag en niet de warmtevraag van de bedrijven. De warmte die vrijkomt bij de productie van elektriciteit ten behoeve van assimilatiebelichting wordt zo veel mogelijk nuttig aangewend op het bedrijf, eventueel in combinatie met warmteopslag. Voor bedrijven met een hoge belichtingsintensiteit (5.000 lux/m^2 of hoger) is het veelal niet mogelijk om alle warmte nuttig aan te wenden op het bedrijf. In zo'n situatie kan het aantrekkelijk zijn om warmte te leveren aan een naastgelegen niet-belichtend bedrijf (energieclustering). Voorzover bekend waren er begin 2000 12 van dergelijke clusterprojecten (Van der Knijff et al., 2000).

Het totaal opgesteld elektrisch vermogen van w/k-installaties van tuinders wordt per 1 januari 2000 op basis van onder andere populatie- en steekproefgegevens geschat op 400 MW. Dit is een stijging van 40 MW ten opzichte van 1999. Het areaal met een w/k-installatie in eigen beheer wordt geschat op 1.175 ha (+ 75 ha ten opzichte van 1999). Ook het gemiddeld geïnstalleerd elektrisch vermogen per installatie en per vierkante meter is in 1999 gestegen (figuur 5.3). Het gemiddeld elektrisch vermogen per installatie bedraagt eind 1999 ruim 330 kWe en het geïnstalleerd vermogen per vierkante meter bijna 34 We/m^2 .



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

5.6 Areaaluitbreiding en verhoging dekkingsgraad

In dit hoofdstuk is duidelijk naar voren gekomen dat het gebruik van warmte van derden een belangrijke optie is om primair brandstof te besparen en daardoor een positieve invloed heeft op de energie-efficiëntie van de sector. Met het oog op het realiseren van de energie-efficiency-doelstellingen op de korte en lange termijn is uitbreiding van het areaal warmte van derden en/of verhoging van de gemiddelde dekkingsgraad wenselijk. Door de liberalisering van de energiemarkt en parallel daaraan de invoering van de nieuwe tariefstructuur voor elek-

triciteit en gas staat de realisatie van nieuwe projecten en de continuering van bestaande van restwarmteprojecten en w/k-installaties echter fors onder druk.

Om de exploitanten van warmtekracht enigszins tegemoet te komen is door het kabinet een stimuleringspakket voor warmtekracht opgesteld. Het stimuleringspakket voor warmtekracht bestaat samengevat uit de volgende drie onderdelen: 1) verhoging van de Energie-InvesteringsAftrek (EIA) voor investeringen in w/k-installaties naar van 40 naar 55%, 2) vrijstelling van de Regulerende EnergieBelasting (REB) voor met de w/k-installatie opgewekte elektriciteit die aangewend wordt voor eigen gebruik en 3) een afdrachtkorting op de REB van 1,25 ct/kWh voor aan het openbare net geleverde elektriciteit.

Het hierboven genoemde stimuleringspakket warmtekracht komt alleen tegemoet aan de exploitanten van w/k-installaties en niet aan afnemers van w/k-warmte en restwarmte, terwijl voor de afnemers van warmte van derden de nadelige gevolgen van het Commodity Diensten Systeem (CDS) blijven bestaan. Immers, doordat warmte van derden ingezet wordt om in de basislast van de warmtevraag te voorzien worden de 'dure' pieken onder het CDS relatief groter en krijgen de gebruikers van warmte van derden te maken met een extra prijsstijging voor het resterende piekgas. De toename van de gemiddelde gasprijs loopt op tot 22,5 ct/m³ bij een dekkingsgraad van 40% en 57 ct/m³ bij een dekkingsgraad van 70% (Van der Velden et al., 1999). Het gebruik van warmte van derden is bij dergelijke prijsstijging voor het piekgas en de huidige warmteprijs niet rendabel. Het introduceren van alternatieve tariefstructuren voor warmte van derden is een mogelijke oplossing om ervoor te zorgen dat het gebruik van warmte van derden onder het CDS bedrijfseconomisch aantrekkelijk blijft voor de glastuinbouw. Nader onderzoek naar de bedrijfseconomische aspecten van alternatieve tariefstructuren voor warmte van derden en eventuele andere oplossing is dan ook wenselijk.

Ter verbetering van de energie-efficiëntie dient naast uitbreiding van het areaal warmte van derden ook gestreefd te worden naar verhoging van de dekkingsgraad. Immers uit berekeningen blijkt dat een stijging van de gemiddelde dekkingsgraad voor zowel restwarmte als w/k-warmte met 10% leidt tot een verbetering van de energie-efficiëntie met 1%-punt (Bakker et al., 2000). Een hogere dekkingsgraad kan onder andere gerealiseerd worden door het installeren van een groter warmteleverend vermogen per vierkante meter, het toepassen van CO₂ van derden respectievelijk rookgasreiniging, een sterkere uitkoeling van het verwarmingswater (grotere delta t) en een goede afstemming van het besturingssysteem van de restwarmtebron respectievelijk de w/k-installatie en de klimaatcomputer. Helaas is bij een hogere dekking het effect van het CDS-systeem op de prijs van het piekgas eveneens groter.

6. Conclusies

Energie-efficiëntie en CO₂-emissie

- De energie-efficiëntie in 2000 komt uit op 56%, wat een verbetering is met 1 procentpunt ten opzichte van 1999. De sector heeft de MJA-E-doelstelling voor 2000 daarmee niet gehaald en blijft 6 procentpunten van dit doel verwijderd.
- De fysieke productie per m² is in 2000 met bijna 1% gedaald ten opzichte van het jaar ervoor.
- In de periode 1996-2000 is de fysieke productie per m² vrijwel gelijkgebleven.
- Het primair brandstofverbruik per m² is in 2000 met 2% afgenomen. Ook het energieverbruik per m² vóór omrekening naar primair brandstof laat een daling van 2% zien.
- Door deze daling van het primair brandstofverbruik per m², en een vrijwel gelijkblijvend areaal, is de CO₂-emissie in 2000 gedaald tot 7,7 miljoen ton. Uitgedrukt in het niveau van 1990 is dit 102%.

Energiebesparende opties en energievragende activiteiten

- De penetratiegraad van de opties klimaatcomputer, condensor, warmteopslag en beweegbare schermen is per eind 2000 toegenomen ten opzichte van het jaar ervoor.
- De gemiddelde jaarlijkse toename bedraagt 1 tot ruim 2 procentpunten. Het afgelopen decennium is de toepassing van deze opties dan ook met 10 tot meer dan 20% toegenomen.
- In de periode 1991-2000 is de jaarlijkse energiebesparing (vóór omrekening naar primair brandstof) opgelopen tot ongeveer 3,7%.
- Per eind 2000 wordt door 86% van de bedrijven CO₂ gedoseerd. De gemiddelde bufferinhoud op zowel glasgroente- als sierteeltbedrijven is in de afgelopen 10 jaar fors toegenomen.
- Op gemiddeld 79% van het areaal buisverwarming wordt een minimumbuis toegepast.
- Assimilatiebelichting komt op circa 12% van het areaal voor. Het elektrisch vermogen van de lampen komt in 1999 uit op 34 W_e/m². Op glasgroentebedrijven groeit de belangstelling voor het toepassen van assimilatiebelichting.

Vergelijking extensieve met intensieve bedrijven

- Van alle gespecialiseerde glasbedrijven heeft eenderde deel een gasverbruik onder de 30 m³/m². Op deze extensieve bedrijven bevindt zich eenvierde deel van het totale areaal en eentiende deel van het totale brandstofverbruik in de sector.
- Extensieve bedrijven hebben oudere glasopstanden dan intensieve bedrijven, en ook vaker heteluchtverwarming of de combinatie buis/heteluchtverwarming.
- De energiebesparende opties warmte van derden, klimaatcomputer, condensor, warmteopslag, gevelisolatie en beweegbaar scherm komen op extensieve bedrijven veel minder voor dan op intensieve bedrijven.

- Ook CO₂-dosering en minimumbuis worden op intensieve bedrijven meer toegepast dan op extensieve bedrijven. Assimilatiebelichting komt op extensieve bedrijven niet voor.
- Door investeringen in bedrijfsstructurele opties als klimaatcomputer, buisverwarming of nieuwe kassen worden meer anticipatiemogelijkheden technisch mogelijk en kan er door extensieve bedrijven meer energie bespaard worden.

Warmte van derden

- Het aandeel warmte van derden in het totale energiegebruik door de sector bedraagt in 2000 11,6%. Dit percentage is sinds 1998 niet meer toegenomen.
- In 2000 is met warmte van derden 8% bespaard op het primair brandstofverbruik door de sector.
- Door het gebruik van warmte van derden is de energie-efficiëntie in 2000 bijna 5%-punten beter dan in de situatie zonder gebruik van warmte van derden.
- De CO₂-emissie in 2000 is door het gebruik van warmte van derden 9 procentpunten beter dan in de situatie zonder gebruik van warmte van derden.
- Het totale areaal warmte van derden in 2000 wordt geschat op 2.325 ha. In 2000 is ruim 565 ha glas aangesloten op een restwarmtebron en het areaal glas met w/k-installaties van energiebedrijven bedraagt naar schatting circa 1.760 ha. Het areaal met een w/k-installatie in eigen beheer wordt geschat op 1.175 ha glas.
- Het aantal bedrijven met een restwarmteaansluiting respectievelijk een w/k-installatie van het energiebedrijf wordt geschat op circa 345 en circa 850 in 2000.

Literatuur

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

Bakker, R., A. van der Knijff, N.J.A. van der Velden en A.P. Verhaegh, *Energie in de glastuinbouw van Nederland; Ontwikkelingen in de sector en op de bedrijven t/m 1999*. Rapport 3.00.07. LEI, Den Haag, 1999.

Bruchem, C. van, *Landbouw-Economisch Bericht (1981 t/m 1999)*. PR-1. LEI-DLO, Den Haag, 1981 t/m 1999.

Haastert, M.J.C., J.P.G. Huijs en W.H.M. Baltussen, 'Sustainable energy and policies in Dutch greenhouse cultivation'. In: Van Ierland, E., A. Oude Lansink en E. Schieman, *Sustainable energy: new challenges for agriculture and implications for land use*. Conference held in Wageningen, May 18-20, 2000.

Hietbrink, O, P. Ravensbergen, H.F. de Zwart, E. Annevelink, J.K. Nienhuis en M.N.A. Ruijs, *Minder CO₂: een weg van lange adem; Onderzoek naar CO₂-emissiebeperkende projecten in de glastuinbouw*. Rapport 3.01.01. LEI, Den Haag, 2001.

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

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

Meerjarenafpraak, *Meerjarenafpraak tussen de Nederlandse glastuinbouwsector en de Staat vertegenwoordigd door de Ministers van Economische Zaken en Landbouw, Natuurbeheer en Visserij over verbetering van de energie-efficiëntie*. LNV, EZ en Landbouwschap, Aalsmeer, 1992.

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

Nienhuis, J, R. Bakker en N. van der Velden, *Bedrijfsstructurele kenmerken extensieve glastuinbouwbedrijven in relatie tot liberalisering aardgasmarkt*. Notitie. LEI, Den Haag, 2001

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

Ruijs, M.N.A., R. Bakker en R.W. van der Meer, *Productieontwikkeling en energiedoelstelling glastuinbouw*. Rapport. LEI, Den Haag, in voorbereiding.

Schans, R.J. van der, *Voortgangsrapportage plan van aanpak w/k in de glastuinbouw*. Periode: eerste kwartaal 2001. Driebergen, Cogen projects, 12 april, 2001.

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

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

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

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

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

Verhaegh, A.P., *Efficiëntie van energie en gewasbeschermingsmiddelen tomaten en rozen in kassen. Nederland, Israël, Spanje en Marokko*. Publicatie 4.142. LEI-DLO, Den Haag, 1996.

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

Verhoog, A.D., 'Het gebruik van lineaire programmering voor verbijzondering van kosten en opbrengsten naar landbouwproductierichtingen'. In: *De (on)mogelijkheden van mathematische programmering in het landbouw-economisch onderzoek*. Mededeling 506, pp 85-94, LEI-DLO, 1994.

Bijlage 1 Nadere uitwerking van de methode

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

Glastuinbouw

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

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

Energiegebruik

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

Het totale energiegebruik (vóór omrekening naar primair brandstof) wordt berekend door de afzonderlijke energiedragers bij elkaar op te tellen. De m³ aardgas, liters of kilogram olie, GJ warmte en kWh elektriciteit worden daarbij omgerekend naar Joules of m³ aardgasequivalenten (a.e.). Voor de brandstoffen wordt uitgegaan van de onderste verbrandingswaarde. Bij het elektriciteitsverbruik wordt uitgegaan van de 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 gebruikgemaakt van de verkoopstatistiek van de NV Nederlandse Gasunie. Voor restwarmte wordt gebruikgemaakt 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, 2001) en onderzoeksresultaten van de technische prestaties van w/k-installaties (Verhoeven et al., 1995). Voor het verbruik van de overige energiedragers (olie en elektriciteit) wordt gebruikgemaakt van de sectorrekening-glastuinbouw van LEI. Deze is gebaseerd op het Bedrijven-Informatienet van het LEI.

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

Temperatuurcorrectie

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

Primair brandstof

De energie-efficiëntie en de CO₂-emissie wordt niet bepaald op basis van het energiegebruik maar op basis van het primair brandstofverbruik. De afzonderlijke energiedragers (aardgas, olie, restwarmte, w/k-warmte en elektriciteit) worden hiervoor omgerekend naar de benodigde hoeveelheid (primair) brandstof die nodig is voor de productie van de energiedragers en wordt uitgedrukt in aardgasequivalenten (a.e.). Aardgas en olie zijn reeds uitgedrukt in primair brandstof. W/k-warmte en restwarmte worden omgerekend naar de extra hoeveelheid brandstof die nodig is voor de productie hiervan in respectievelijk w/k-installaties van nutsbedrijven en elektriciteitscentrales of STEG-eenheden. Het 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 warmte-transportstelsel. Onder rendementen wordt verstaan de nettojaargebruiksrendementen; hierbij is rekening gehouden met het eigen verbruik van elektriciteit door w/k-installaties of elektriciteitscentrales. De rendementen kunnen van jaar tot jaar verschillen en staan vermeld in tabel B1.1. De hieruit resulterende omrekeningsfactoren per energiedrager per jaar zijn vermeld in tabel B1.2. Het primair brandstofverbruik wordt evenals het energiegebruik uitgedrukt in a.e. (aardgasequivalenten, 1 a.e.= 31,65 MJ of 8,79 kWh) waardoor vergelijking en

sommering van het primair brandstofverbruik van de afzonderlijke energiedragers mogelijk is.

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 b)	SEP	Novem	Novem	Novem	Novem	c)	
1980	38,2	4,4	-	-	-	-	-	-
1981	38,1	4,4	-	-	-	-	-	-
1982	38,0	4,4	-	-	-	-	-	-
1983	38,5	4,4	-	-	-	-	33,0	53,0
1984	38,7	4,4	-	-	-	-	33,0	53,0
1985	38,8	4,4	41,7	38,4	25,6	5,0	33,0	53,0
1986	38,6	4,4	41,7	38,4	25,5	5,0	33,0	53,0
1987	38,9	4,4	41,7	38,3	25,4	5,0	33,0	53,0
1988	39,3	4,4	41,7	38,3	25,4	5,0	33,0	53,0
1989	39,8	4,4	41,7	38,4	25,5	5,0	33,0	53,0
1990	39,8	4,4	41,7	38,4	25,5	5,0	33,0	53,0
1991	40,1	4,4	41,7	38,4	25,5	5,0	33,0	53,0
1992	40,3	4,4	41,6	38,3	25,0	5,0	33,0	53,0
1993	40,0	4,4	41,6	38,3	24,8	5,0	33,0	53,0
1994	40,6	4,4	41,6	38,3	24,8	5,0	33,5	53,0
1995	40,4	4,4	41,5	38,3	24,7	5,0	34,5	53,0
1996	41,6	4,4	47,0	42,5	32,7	5,0	35,0	53,0
1997	41,3	4,4	48,2	43,4	34,4	5,0	35,3	53,0
1998	42,6	4,4	48,3	43,5	34,6	5,0	35,5	53,0
1999	43,1	4,4	48,1	43,4	34,3	5,0	35,5	53,0
2000r	43,5	4,4	48,3	43,5	34,5	5,0	35,5	53,0

- = niet van toepassing

ne = jaargebruiksrendement elektrisch (% o.w.)

nw = jaargebruiksrendement warmte (% o.w.)

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

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

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

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

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

r = raming

a) Hier is het gewogen gemiddelde van alle eenheden met restwarmtelevering aan de glastuinbouw vermeld; b) T/m 1999: bron SEP. Vanaf 2000 bestaat de SEP niet meer; voor 2000 is daarom een raming gemaakt op basis van de trend in voorgaande jaren; c) Verhoeven et al. (1995) en mondelinge informatie energiebedrijven; vanaf 1994 is het elektrisch rendement aangepast ten opzichte van voorgaande rapportages .

Voorbeeldberekeningen van de omrekeningsfactoren per energiedrager zijn opgenomen in een voorgaande rapportage (Van der Velden et al., 1995).

De omrekeningsfactor van w/k-warmte bedraagt in 2000 8,72 en voor restwarmte ligt dit op 9,54 m³ a.e. per GJ warmte (tabel B1.2). Voor de productie van 1 GJ warmte met de ketel in de glastuinbouw is, afhankelijk van het condensortype op de ketel, 29 tot 34 m³ aardgas nodig (Nawrocki et al., 1991). Het primair brandstofverbruik van w/k-warmte bedraagt daarmee 26-30% en bij restwarmte 28-33% van de benodigde brandstof in de ketel. Met het gebruik van w/k-warmte wordt in 2000 per geleverde eenheid warmte 70-74 en bij restwarmte 67-72% primair brandstof bespaard.

De omrekeningsfactor voor elektriciteit bedraagt in 2000 0,274 m³ a.e. per kWh. In 1 m³ aardgas zit 8,79 kWh aan energie (onderste verbrandingswaarde) en in 0,274 m³ dus 2,41 kWh. Voor een eenheid elektriciteit is in 2000 dus circa 241% aan primair brandstof nodig.

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

Jaar	Energiedrager		
	elektriciteit (m ³ a.e./kWh)	restwarmte a) (m ³ a.e./GJ)	w/k-warmte b) (m ³ a.e./GJ)
1980	0,312	-	-
1981	0,312	-	-
1982	0,313	-	-
1983	0,309	-	6,16
1984	0,307	-	6,44
1985	0,307	10,67	6,58
1986	0,308	10,67	6,30
1987	0,306	10,67	6,71
1988	0,303	10,67	7,25
1989	0,299	10,67	7,91
1990	0,299	10,67	7,91
1991	0,297	10,67	8,30
1992	0,295	10,71	8,54
1993	0,298	10,74	7,39
1994	0,293	10,74	7,39
1995	0,295	10,75	6,36
1996	0,286	9,69	7,15
1997	0,275	9,52	8,85
1998	0,279	9,50	7,65
1999	0,276	9,54	8,25
2000r	0,274	9,54	8,72

r = raming.

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

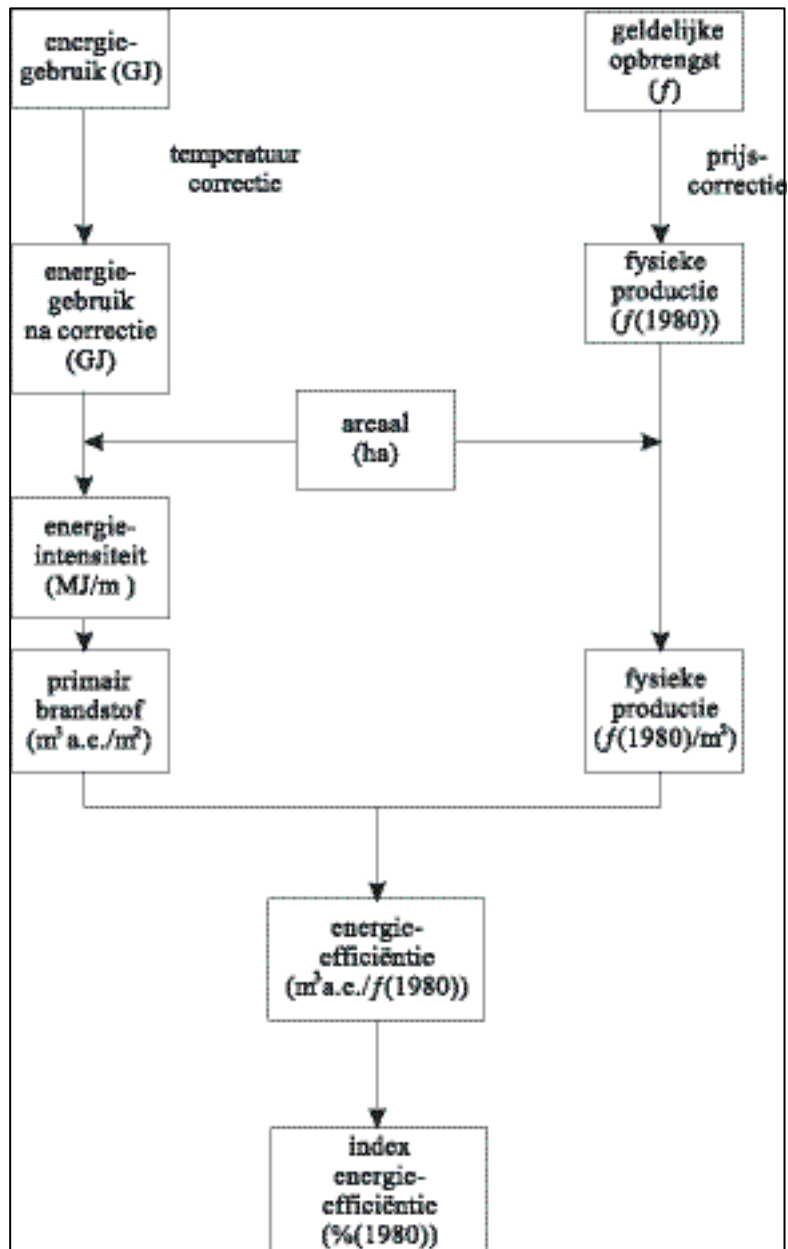
De omrekeningsfactor voor elektriciteit wordt bijna jaarlijks wat kleiner en van w/k-warmte wat hoger (tabel B1.2). Dit wordt veroorzaakt doordat het gemiddelde gebruiksrendement van elektriciteitscentrales in Nederland (t/m 1999 verenigd in de SEP) gemiddeld beter wordt (tabel B1.1). Met ingang van 2000 is er door het opheffen van de SEP geen informatie meer verkregen waarmee het gemiddelde elektrische rendement van Nederlandse elektriciteitscentrales bepaald kan worden. Deze informatie zal in de toekomst waarschijnlijk wel via het CBS beschikbaar komen. Omdat de gegevens met betrekking tot 2000 nog niet beschikbaar zijn, is voor dit jaar een raming gemaakt van het gemiddelde elektrische rendement op basis van de trend in voorgaande jaren.

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

Fysieke productie

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

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



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

Energie-efficiëntie

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

CO₂-emissie

De CO₂-emissie wordt berekend op basis van het totaal aan primair brandstofverbruik in de productieglastuinbouw. Naast de CO₂-emissie wordt er door de glastuinbouw ook CO₂ vastgelegd in het gewas. Deze vastlegging is echter van tijdelijke aard en wordt daarom buiten beschouwing gelaten. Bovendien is het aandeel beperkt. Bij de berekening van de CO₂-emissie wordt ervan uitgegaan dat het gebruikte pakket aan primair brandstofverbruik volledig bestaat uit aardgas. In werkelijkheid is dit voor meer dan 95% het geval. Per m³ aardgas bedraagt de emissie 1,8 kg CO₂.

Bedrijven-Informatienet van het LEI

Het LEI heeft als taak jaarlijks verslag uit te brengen van het niveau en de ontwikkeling van het bedrijfsresultaat (rentabiliteit), het inkomen en de financiële positie van de agrarische bedrijven. Hiervoor is het Informatienet opgezet. Het Informatienet voor de glastuinbouw bestaat in 1999 uit een groep van circa 230 glastuinbouwbedrijven waarvan jaarlijks per bedrijf een uitgebreide bedrijfseconomische boekhouding wordt opgesteld. De bedrijfseconomische boekhouding wordt samengesteld op basis van werkelijke financiële en technische gegevens die worden verzameld vanaf onder andere facturen en waarnemingen op de bedrijven. Op basis van de bedrijfseconomische boekhoudingen wordt verslag uitgebracht van bovengenoemde aspecten.

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

Het Informatienet omvat de gespecialiseerde productiebedrijven. Ieder bedrijf in de steekproef vertegenwoordigt een aantal bedrijven in de populatie. Dit is de wegingsfactor van het bedrijf en wordt gebruikt voor het bepalen van de resultaten voor de gehele populatie. De steekproef voor de glastuinbouw bestaat uit gespecialiseerde glasgroente-, snijbloemen- en potplantenbedrijven. De steekproef omvat niet de hele kleine bedrijven (kleiner dan 16 Nederlandse grootte-eenheden (nge)) en niet de hele grote bedrijven (groter dan 800 nge). De steekproef is in 1999 representatief voor circa 66% van de circa 11.500 bedrijven met glastuinbouw en circa 91% van het areaal productieglastuinbouw (10.196 ha) in Nederland. Voor de gespecialiseerde bedrijven is het Informatienet in 1999 representatief voor circa 94% van de 8200 gespecialiseerde glasbedrijven en circa 98% van het totale areaal gespecialiseerde productieglastuinbouw in Nederland (9500 ha).

Voor meer informatie wordt verwezen naar de publicatie *Het LEI-boekhoudnet van A tot Z* (Poppe, 1993).

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

Sectorrekening

Op basis van de gegevens van de glastuinbouwbedrijven in het Informatienet wordt een sectorrekening voor de afzonderlijke sectoren opgesteld. Hiervoor worden de individuele

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

Bijlage 2 Tabellen bij hoofdstuk 3

Tabel B2.1 Areal productieglastuinbouw en opkweek in Nederland per jaar over de periode 1980-2000 (hectare) a)

Subsector	1980	1985	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
Groente b)	4.574	4.371	4.235	4.201	4.225	4.308	4.396	4.540	4.352	4.261	4.116	4.071	4.166	4.165	4.059
Snijbloemen c)	3.187	3.286	3.510	3.684	3.798	3.835	3.818	3.843	3.922	3.900	3.876	3.816	3.874	3.976	3.973
Potplanten d)	766	951	1.222	1.281	1.345	1.451	1.536	1.534	1.626	1.651	1.711	1.849	1.961	2.055	2.127
Prod. glastuinbouw	8.527	8.608	8.967	9.166	9.368	9.594	9.750	9.917	9.900	9.812	9.703	9.736	10.001	10.196	10.159
Opkweek	228	360	362	384	400	390	390	399	331	342	340	336	343	366	367

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 1980-2000 (cent per eenheid)

	1980	1984	1985	1987	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000r
Nominaal															
aardgas (m ³)	19,5	43,7	42,3	19,5	22,1	22,4	21,8	21,8	21,7	23,0	23,7	26,2	25,9	24,9	33,0
aardgas w/k (m ³) b)									20,7	22,2	22,2	23,8	22,5	20,8	30,1
elektriciteit (kWh) c)	19,7	24,0	24,2	16,4	16,1	15,6	14,7	14,6	14,1	14,9	14,5	15,1	14,7	15,3	
Koepkrachtindex (%) a)	100	87,0	85,5	85,8	82,7	80,2	77,9	76,4	74,7	73,6	72,5	71,0	69,9	68,4	66,6
Reëel															
aardgas (m ³)	19,5	38,1	36,1	16,7	18,3	18,0	17,0	16,7	16,2	16,9	17,2	18,6	18,1	17,1	22,0
aardgas w/k (m ³) b)									15,5	16,3	16,1	16,9	15,7	14,2	20,0
elektriciteit (kWh)	19,7	20,9	20,7	14,1	13,3	12,5	11,5	11,2	10,5	11,0	10,5	10,7			

r = raming.

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

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

Tabel B2.3 Werkelijk energiegebruik per energiedrager in de productieglastuinbouw per jaar over de periode 1980-2000

Energiedrager	1980	1985	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000r
Aardgas (10 ⁶ m ³)	3.265	2.700	3.347	3.179	3.437	3.623	4.136	3.981	4.190	3.960	3.910	4.346	3.655	3.673	3.556	3.430
Olie a) (10 ⁶ m ³ a.e.)	135	25	16	29	28	29	39	8	4	16	9	14	7	4	10	10
Restwarmte b) (10 ⁶ GJ)	0	0,1	0,6	0,7	0,9	1,1	1,2	1,3	1,3	1,3	1,3	3,6	5,0	5,6	5,5	5,4
W/k-warmte c) (10 ⁶ GJ)	0	0,1	0,1	0,2	0,4	0,7	1,3	2,3	3,8	5,2	6,9	8,1	9,2	10,1	9,5	9,6
Elektriciteit d) (10 ⁶ kWh)	370	442	520	561	614	677	776	879	967	1.021	896	1.036	1.108	1.221	1.286	1.350
Totaal (PJ) e)	108,9	88,0	109,0	104,4	113,1	119,8	137,5	133,0	141,3	136,0	135,4	153,4	134,4	136,4	132,5	128,7

r = raming

a) Zware olie, lichte olie en petroleum; b) Afkomstig van elektriciteitscentrales of STEG-eenheden; c) afkomstig van w/k-installaties van nutsbedrijven; d) Afname van het openbare net minus levering aan het net; e) 1 m³ a.e. = 31,65 MJ; 1 kWh elektriciteit = 3,6 MJ.

Bron: gas: Gasunie, gecorrigeerd voor gasverbruik champignons, w/k-nutsbedrijven en opkweek; olie: LEI-sectorrekening; restwarmte: distributiebedrijven, gecorrigeerd voor opkweek; w/k-warmte: berekend op basis van opgesteld vermogen: (bron: LEI/Cogen), gecorrigeerd voor opkweek; elektriciteit: LEI-sectorrekening.

Tabel B2.4 Gemiddelde werkelijke energie-intensiteit in de productieglastuinbouw per jaar over de periode 1980-2000 (eenheden per m²) a)

	1980	1985	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000 ^r
Brandstof (m ³ a.e.)	39,9	31,7	36,1	38,2	39,6	44,4	42,1	43,9	42,2	42,6	48,7	42,2	41,7	39,6	38,5
Elektriciteit (kWh)	4,3	5,1	6,3	6,7	7,2	8,1	9,0	9,8	10,3	9,1	10,7	11,4	12,2	12,6	13,3
Totaal (MJ)	1.278	1.022	1.165	1.234	1.279	1.433	1.364	1.425	1.374	1.379	1.581	1.377	1.364	1.299	1.267

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 1980-2000 (eenheden per m²)

	1980	1985	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000r
Brandstof a) (m ³ a.e.)	39,6	29,8	38,6	41,6	43,0	44,6	44,5	44,7	44,6	44,0	46,7	44,0	44,2	43,1	42,1
Elektriciteit (kWh)	4,3	5,0	6,4	6,9	7,5	8,1	9,2	9,8	10,5	9,3	10,5	11,5	12,4	12,8	13,5
Totaal (MJ)	1.267	961	1.243	1.340	1.388	1.440	1.441	1.450	1.450	1.439	1.516	1.434	1.443	1.409	1.380
Totaal (m ³ a.e.)	40,0	30,4	39,3	42,3	43,9	45,5	45,5	45,8	45,8	45,5	47,9	45,3	45,6	44,5	43,6

r = raming.

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

Tabel B2.6 Primair brandstofverbruik gecorrigeerd voor temperatuur in de productieglastuinbouw per jaar over de periode 1980-2000

	1980	1985	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000r
Primaire brandstof (10 ⁶ m ³ a.e.)	3.488	2.695	3.611	3.968	4.195	4.451	4.518	4.602	4.560	4.417	4.561	4.258	4.379	4.379	4.281
(m ³ a.e./m ²)	40,9	31,3	40,3	43,3	44,8	46,4	46,3	46,4	46,1	45,0	47,0	43,7	43,8	43,0	42,1

r = raming.

Tabel B2.7 Aantal graaddagen per jaar in de periode 1980-2000 a)

	1980	1985	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
Graaddagen	3.246	3.487	2.825	2.697	2.680	3.165	2.831	3.078	2.836	2.917	3.504	2.929	2.821	2.676	2.659
Lichtsom b)	330	333	324	376	366	346	359	331	339	366	342	353	310	363	338

r = raming.

a) Stookgrens = 18 °C; aantal graaddagen normaal jaar = 3.198; b) 10^3 J/cm^2 ; lichtsom normaal jaar = $350 \cdot 10^3 \text{ J/cm}^2$.

Bron: KNMI.

Tabel B2.8 Gemiddelde fysieke productie in de productieglastuinbouw per jaar over de periode 1980-2000 ($f(1980)/\text{m}^2$)

	1980	1985	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000r
Fysieke productie	46,1	58,3	69,6	72,5	75,3	76,5	79,0	79,0	80,3	83,9	83,6	85,6	82,7	84,7	84,1

r = raming.

Bron: LEI-sectorrekening.

Tabel B2.9 Index energie-efficiëntie gecorrigeerd voor temperatuur in de productieglastuinbouw per jaar over de periode 1980-2000

Index energie-efficiëntie	1980	1985	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000r
% 1980	100	61	65	67	67	68	66	66	65	60	63	58	60	57	56
% 1989			100	100	100	102	98	98	96	90	94	86	89	85	84

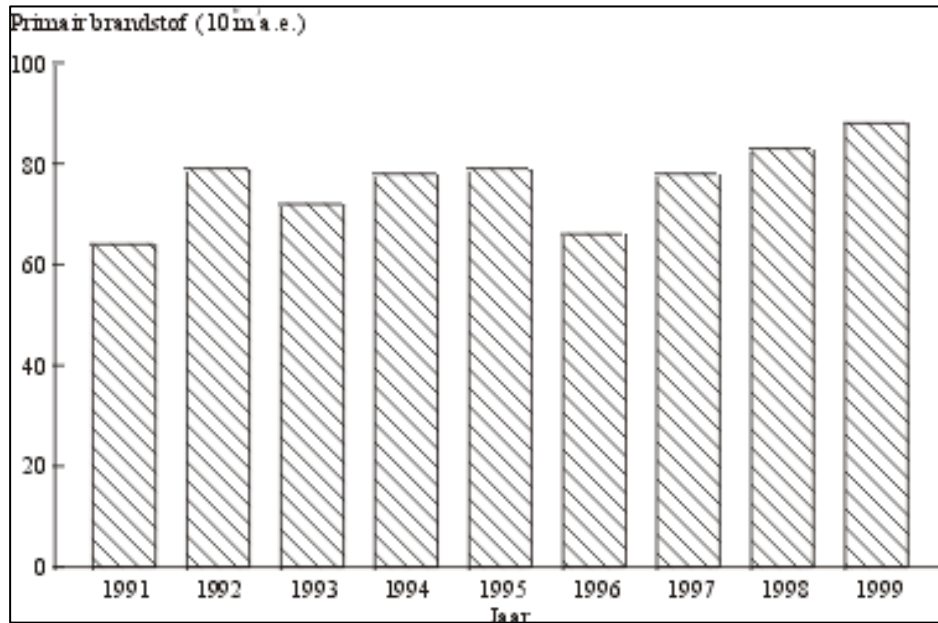
r = raming.

Tabel B2.10 CO₂-emissie gecorrigeerd voor temperatuur in de productieglastuinbouw per jaar over de periode 1980-2000 (miljoen ton)

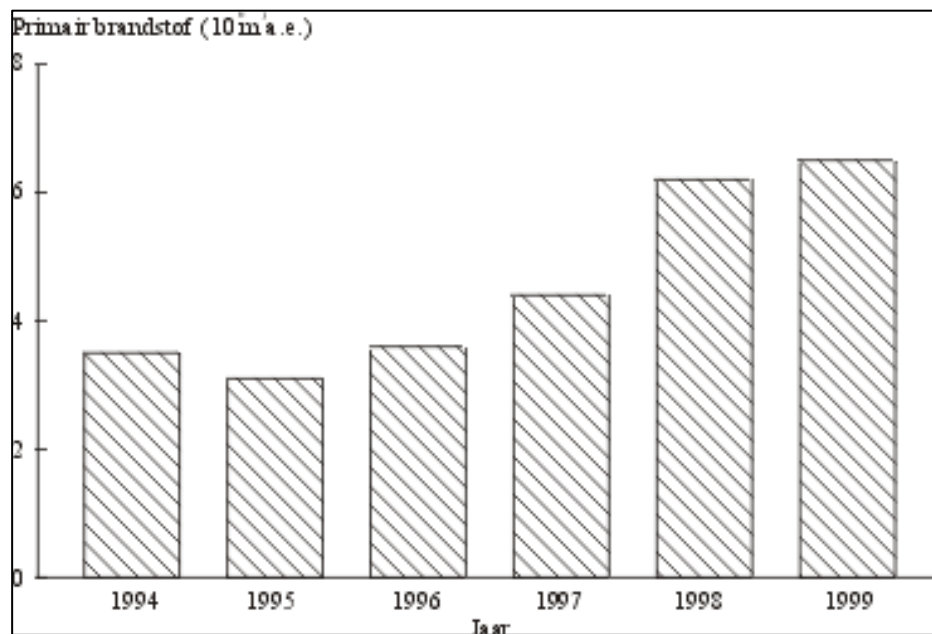
	1980	1985	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000r
CO ₂ -emissie	6,3	4,9	6,5	7,1	7,6	8,0	8,1	8,3	8,2	8,0	8,2	7,7	7,9	7,9	7,7

r = raming.

Bijlage 3 Ontwikkeling energiegebruik stomen en gietwaterontsmetting



Figuur B3.1 Schatting van het primair brandstofverbruik voor stomen over de jaren 1991 t/m 1999 (miljoen m³ a.e.)



Figuur B3.2 Schatting van het primair brandstofverbruik voor gietwaterontsmetting over de jaren 1994 t/m 1999 (miljoen m³ a.e.)