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

Mededeling 621

INTENSIVERING IN DE GLASTUINBOUW

November 1998



Landbouw-Economisch Instituut (LEI-DLO)
Afdeling Tuinbouw

REFERAAT

INTENSIVERING IN DE GLASTUINBOUW
Bakker, R., A.P. Verhaegh en N.J.A. van der Velden
Den Haag, Landbouw-Economisch Instituut (LEI-DLO), 1998
Mededeling 621
ISBN 90-5242-458-6.
68 p., tab., bijl.

De Nederlandse glastuinbouw wordt gekenmerkt door een continu proces van intensivering. Dit houdt in het steeds intensiever worden van de teelten onder glas, wat onder andere tot uiting komt in een areaalverschuiving naar gewassen met een hoger energieverbruik per m^2. Daarnaast worden teelt- en klimaatmaatregelen zoals belichting en CO_2-dosering intensiever, dat wil zeggen op meer bedrijven en/of op een hoger niveau, toegepast. In dit onderzoek is het effect van de intensiveringsontwikkelingen en de gestegen penetratiegraden van energiebesparende opties op de brandstofintensiteit in de sector geanalyseerd. De glastuinbouwsector is hierbij opgebouwd uit de drie subsectoren glasgroenteteelt, snijbloementeelt en potplantenteelt. De brandstofintensiteit wordt gedefinieerd als het totaal verbruik aan aardgas, olie, restwarmte en W/K-warmte per m^2 kas. Er kwam naar voren dat in de periode 1990-1995 de gemiddelde brandstofintensiteit in de sector met 3,7% is gestegen, opgebouwd uit het effect van areaalverschuivingen tussen subsectoren (1%) en het effect van de toegenomen brandstofintensiteit in de subsectoren (2,8%). In dezelfde periode is door een toename van de penetratiegraden van energiebesparende opties de energiebesparing in de sector opgelopen tot 2% (circa 80 miljoen m^3 aardgasequivalenten) per jaar. De toegenomen brandstofintensiteit in de subsectoren wordt onder andere veroorzaakt door veranderingen in toegepaste teelt- en klimaatmaatregelen. Hiervan worden vooral CO_2 -dosering in perioden zonder warmtevraag en assimilatiebelichting in de afgelopen jaren op meer bedrijven en op gemiddeld hogere niveaus toegepast.

Intensivering/Energie/Glastuinbouw/Energiebesparing/Teelt- en Klimaatmaatregelen/ CO_2-dosering

Overname van de inhoud toegestaan, mits met duidelijke bronvermelding.

INHOUD

		Blz.
REFERAAT		2
WOORD VOORAF		5
SAMENVATTING		7
1.	INLEIDING	11
	1.1 Probleemstelling	11
	1.2 Doelstelling en afbakening	11
	1.3 Opbouw rapport	12
2.	MATERIAAL EN METHODE	13
	2.1 Materiaal	13
	2.2 Methode	14
3.	ONTWIKKELING GLASTUINBOUWBEDRIJVEN	16
	3.1 Areaalontwikkeling productieglastuinbouw	16
	3.2 Overschakeling tussen en binnen bedrijfstypen	17
	3.3 Ontwikkeling areaal verwarmd en koud staand glas	18
	3.4 Ontwikkeling areaal substraat	19
	3.5 Ontwikkeling gemiddelde bedrijfsgrootte	19
4.	ONTWIKKELING BRANDSTOFINTENSITEIT EN ELEKTRICITEITSVERBRUIK	21
	4.1 Ontwikkeling brandstofintensiteit totale productieglastuinbouw en subsectoren	21
	4.2 Ontwikkeling elektriciteitsverbruik	23
5.	ONTWIKKELING FYSIEKE PRODUCTIE	25
	5.1 Ontwikkeling fysieke productie totale productieglastuinbouw en subsectoren	25
	5.2 Relatie tussen fysieke productie en gasverbruik	27

Blz.

6. ENERGIEVERBRUIK TEELT- EN KLIMAATMAATREGELEN 29
6.1 Inleiding 29
6.2 Teeltduur 29
6.2.1 Plantdatum en teeltduur 30
6.2.2 Lengte van de teeltwisselingsperiode 30
6.2.3 Ontwikkelingen in aantal teelten/teeltplan 31
6.3 Teelttemperatuur 32
6.3.1 Relatie tussen temperatuur en gasverbruik 32
6.3.2 Temperatuurintegratie 33
6.4 Gebruik minimumbuis 34
6.5 Schermgebruik 35
6.5.1 Relatie schermgebruik en gasverbruik 36
6.6 CO_2-dosering 37
6.6.1 Effect CO_2 op productie 38
6.6.2 Warmteopslag 38
6.6.3 Overige ontwikkelingen 39
6.7 Assimilatiebelichting 40

7. EFFECT INTENSIVERING OP ENERGIEGEBRUIK 44
7.1 Inleiding 44
7.2 Relatie tussen brandstofintensiteit en intensivering 44
7.3 Kwantitatieve analyse intensivering 46
7.3.1 Toename brandstofintensiteit 46
7.3.2 Effect van toegenomen penetratiegraden energiebesparende opties 47
7.3.3 Veranderingen in toegepaste teelt- en klimaatmaatregelen 48
7.4 Toekomstige ontwikkelingen 51

8. CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN 52
8.1 Conclusies 52
8.2 Aanbevelingen 53

LITERATUUR 55

BIJLAGEN 61
1. Nadere verklaring van enkele begrippen 62
2. Tabellen bij hoofdstuk 3,4 en 5 64

WOORD VOORAF

De Nederlandse glastuinbouwsector, vertegenwoordigd door het Landbouwschap, en de Nederlandse overheid hebben begin 1993 een MeerJaren-Afspraak-Energie ondertekend met als doelstelling een verbetering van de energie-efficiëntie met 50% in de periode 1980-2000. Uit een nadere analyse van de behaalde energie-efficiëntie in 1996 kwam naar voren dat intensivering van ontwikkelingen op het gebied van productie, kwaliteit en teeltwijze in de glastuinbouw een belangrijke invloed hebben op de gemiddelde brandstofintensiteit van de sector.

LEI-DLO heeft daarom van de Nederlandse onderneming voor energie en milieu (Novem) en het Productschap voor de Tuinbouw opdracht gekregen om de intensivering op sectorniveau in de glastuinbouw te onderzoeken. In dit project zijn de verschillende factoren die van invloed zijn op de intensivering in de sector kwalitatief en zo mogelijk ook kwantitatief geanalyseerd.

Het onderzoek is uitgevoerd door R. Bakker, A.P. Verhaegh en N.J.A. van der Velden. De projectleiding was in handen van de heer Verhaegh. Het onderzoek is begeleid door P.W. Broekharst (Productschap Tuinbouw) en C.H.M.G. Custers (Novem).

De directeur,



Den Haag, november 1998

L.C. Zachariasse

SAMENVATTING

Inleiding

De Nederlandse glastuinbouwsector heeft samen met de overheid een MeerJarenAfspraak-Energie (MJA-E) gemaakt voor verbetering van de energie-efficiëntie met 50% in het jaar 2000 ten opzichte van het basisjaar 1980. De energie-efficiëntie wordt hierbij gedefinieerd als de hoeveelheid primair brandstofverbruik per eenheid product. De tussendoelstelling voor het jaar 1995 (verbetering van de energie-efficiëntie met 40% ten opzichte van 1980) is gehaald; in 1996 verslechterde de index van de energie-efficiëntie echter en kwam uit op 63%. Uit een analyse van deze verslechtering kwam naar voren dat er in de jaren 1991-1996 een autonome toename van de brandstofintensiteit (aardgas, olie, restwarmte en W/K-warmte) is waar te nemen van gemiddeld 0,2 m^3 aardgasequivalenten per m^2 per jaar. Deze autonome toename wordt door een tweetal ontwikkelingen bepaald. In de eerste plaats zijn dat ontwikkelingen in penetratiegraad van energiebesparende opties, en in de tweede plaats is dat het continue intensiveringsproces dat kenmerkend is voor de Nederlandse glastuinbouw. Dit proces is al in de jaren vijftig begonnen met de overstap van plat glas naar koud staand glas, gevolgd door de ontwikkeling naar lichtverwarmde teelten, naar zware stookteelten, enzovoort. Intensivering gaat ook nu nog door, wat zich uit in het steeds intensiever worden van de teelten onder glas. Kenmerkend hiervoor zijn de verlenging van de teeltduur, de verschuiving naar energie-intensievere gewassen en een intensievere toepassing van teelt- en klimaatmaatregelen zoals CO_2-dosering en assimilatiebelichting. De aggregatie van deze intensiveringsontwikkelingen op bedrijfsniveau vormen samen de intensivering op sectorniveau.

Onderzoek

Het doel van dit onderzoek is het verkrijgen van kwantitatief inzicht in de oorzaken van de intensivering op sectorniveau. Bij de uitvoering van het onderzoek is gekeken naar ontwikkelingen in areaal, brandstofintensiteit, fysieke productie en teelt- en klimaatmaatregelen op sectorniveau, subsectorniveau en gewasgroepniveau. De glastuinbouwsector is opgebouwd uit de drie subsectoren glasgroenteteelt, snijbloementeelt en potplantenteelt. De beschreven teelt- en klimaatmaatregelen zijn achtereenvolgens teeltduur, teelttemperatuur, minimumbuis, schermgebruik, CO_2-dosering en assimilatiebelichting. Bij het beschrijven van deze ontwikkelingen is de periode 1980-1996 in beschouwing genomen waarbij het accent ligt op de eerste helft van de jaren negentig.

Daarna is op basis van de gevonden ontwikkelingen een kwantitatieve analyse gemaakt van de intensivering op sectorniveau. Hierbij is de stijging van de brandstofintensiteit uitgesplitst naar twee effecten. In de eerste plaats is dit het effect van verschuiving in areaal tussen de drie subsectoren, en in de tweede plaats is dit het effect van intensivering van de brandstofintensiteit in de drie subsectoren. De brandstofintensiteit is het totaal verbruik aan aardgas, olie, restwarmte en w/k-warmte per m^2 kas. Vervolgens is een kwantitatieve analyse uitgevoerd van de relatie tussen enerzijds de intensivering van de brandstofintensiteit en anderzijds de ontwikkelingen in penetratiegraden van energiebesparende opties en teelt- en klimaatmaatregelen.

De kwantitatieve analyse van de brandstofintensiteit richt zich op de jaren 1990-1995, omdat vanaf 1990 gegevens bekend zijn over penetratiegraden van energiebesparende opties in de glastuinbouw.

In dit onderzoek is gebruikgemaakt van bestaande gegevens en onderzoeksresultaten op sectorniveau en gewasgroepniveau.

Resultaten

Uit het onderzoek is naar voren gekomen dat in de periode 1980-1995 de gemiddelde brandstofintensiteit in de sector met 12% is gestegen. Van deze stijging komt 5,3 procentpunt voor rekening van een verschuiving in areaal tussen de 3 subsectoren, en is 6,8 procentpunt het gevolg van de toegenomen brandstofintensiteit in de 3 subsectoren. Deze toegenomen brandstofintensiteit in de 3 subsecoren wordt veroorzaakt door areaalverschuivingen tussen gewassen binnen subsectoren, en veranderingen in toegepaste teelt- en klimaatmaatregelen.

In de periode 1990 tot en met 1995 is de gemiddelde brandstofintensiteit in de sector met 3,7% gestegen, opgebouwd uit het effect van areaalverschuivingen tussen subsectoren (1,0%), en het effect van de toegenomen brandstofintensiteit in de 3 subsectoren (2,8%).

Naast deze toename van de brandstofintensiteit nemen de penetratiegraden van de energiebesparende opties in de sector ook toe. In de periode 1990-1995 is als gevolg van het toenemend gebruik van energiebesparende opties ongeveer 2% energie bespaard. Dit betekent dat er vanaf 1995 (ten opzichte van 1990) elk jaar ongeveer 80 miljoen m^3 aardgasequivalenten wordt bespaard. Zonder deze 2% energiebesparing zou de gemiddelde brandstofintensiteit in de sector dan ook veel sterker zijn gestegen dan met de hierboven gevonden 2,8%.

De stijging van 2,8% voor de gehele sector is opgebouwd uit het effect van verschuivingen tussen gewassen binnen de 3 subsectoren, en veranderingen in de toegepaste teelt- en klimaatmaatregelen. Van de onderzochte teelt- en klimaatmaatregelen worden assimilatiebelichting en CO_2-dosering in de afgelopen 10 jaar steeds intensiever toegepast. Naast de glasgroenteelt waarin CO_2-dosering al veelvuldig wordt toegepast, krijgt men ook in de snijbloemen- en potplantenteelt steeds meer aandacht voor CO_2-dosering. Daarnaast is het percentage telers dat CO_2 doseert in perioden zonder warmtevraag in de perio-

de 1990-1995 toegenomen, wat tot uiting komt in een toenemend gasverbruik door de sector in de zomermaanden. Op praktijkbedrijven is een grote spreiding waarneembaar in de hoeveelheden CO_2 die worden gedoseerd; naar verwachting zullen telers met relatief lage CO_2-giften steeds meer CO_2 gaan geven, omdat ze inzien dat CO_2-dosering een rendabele teeltmaatregel is.

Naast CO_2-dosering wordt ook assimilatiebelichting in de afgelopen jaren steeds intensiever toegepast. Dit uit zich op 2 manieren:

- het areaal met assimilatiebelichting stijgt de laatste jaren;
- de belichtingsintensiteit (geïnstalleerd vermogen per m^2) neemt toe.

Intensivering van de belichting met gebruik van een eigen warmte/krachtinstallatie en CO_2-dosering met de ketel leidt in sterkere mate tot het optreden van warmteoverschotten en hierdoor een hoger brandstofverbruik.

Het is onvoldoende bekend of, en in welke mate, andere teelt- en klimaatmaatregelen (zoals teeltduur, teelttemperatuur, aantal belichtingsuren) zijn veranderd en zo ja, welk kwantitatief effect ze hebben op de brandstofintensiteit.

Na de sterke toename van de gemiddelde brandstofintensiteit in de periode 1984-1991, en de wat geringere stijging in de eerste helft van de jaren negentig, neemt de gemiddelde brandstofintensiteit in de periode 1994-1997 af (Van der Velden et al., in voorbereiding b). Het lijkt er dus op dat het extra energieverbruik door intensivering in deze periode meer dan gecompenseerd wordt door de energiebesparing op de bedrijven. In de periode 1990-1995, waarop het accent ligt in onderliggend rapport, is de situatie omgekeerd. In deze periode is het extra energieverbruik door intensivering namelijk hoger dan de energiebesparing op de bedrijven.

Aanbevelingen

In dit onderzoek is gekeken naar de intensivering op sectorniveau, die op zijn beurt wordt bepaald door intensiveringsontwikkelingen die op bedrijfsniveau hebben plaatsgevonden. Voorbeelden hiervan zijn areaalverschuivingen tussen gewassen binnen de 3 subsectoren en veranderde teelt- en klimaatmaatregelen die op gewasgroepniveau op de bedrijven zijn doorgevoerd. Omdat het effect hiervan op de brandstofintensiteit van de sector nog onvoldoende bekend is, wordt aanbevolen om nader onderzoek te verrichten naar de intensivering op bedrijfsniveau.

Verder is meer inzicht gewenst in het denken en handelen van telers op het gebied van energie. Er wordt daarom aanbevolen om onderzoek te verrichten naar de combinatie van teelt- en klimaatmaatregelen (met bijbehorend energieverbruik) die in de diverse teelten vanuit bedrijfseconomisch oogpunt optimaal is. Daarnaast zouden de verschillen in risicobeleving tussen tuinders onderzocht moeten worden, en de wijze waarop telers (bijvoorbeeld door de inzet van extra energie) risico's proberen te beperken.

1. INLEIDING

1.1 Probleemstelling

De Nederlandse glastuinbouwsector heeft samen met de overheid een MeerJarenAfspraak-Energie (MJA-E) gemaakt voor verbetering van de energie-efficiëntie met 50% in het jaar 2000 ten opzichte van het basisjaar 1980. De energie-efficiëntie wordt hierbij gedefinieerd als de hoeveelheid primair brandstofverbruik per eenheid product. De tussendoelstelling voor het jaar 1995 (verbetering van de energie-efficiëntie met 40% ten opzichte van 1980) is gehaald; in 1996 verslechterde de index van de energie-efficiëntie echter en kwam uit op 63%. Uit een analyse van de oorzaken achter deze verslechtering (Van der Velden et al., in voorbereiding a) kwam naar voren dat er in de jaren 1991-1996 een autonome toename van de gemiddelde brandstofintensiteit (aardgas, olie, restwarmte en W/K-warmte) is waar te nemen van 0,2 m^3/m^2 aardgas-equivalenten per jaar. Deze autonome toename van de energie-intensiteit wordt bepaald door een tweetal ontwikkelingen. In de eerste plaats zijn de penetratiegraden van energiebesparende opties in de glastuinbouw, zoals bijvoorbeeld energieschermen en condensors, in de afgelopen jaren voortdurend gestegen. Deze ontwikkeling moet hebben geleid tot een vermindering van het energieverbruik. In de tweede plaats wordt de Nederlandse glastuinbouw gekenmerkt door een continu proces van intensivering. Dit proces, dat al in de jaren vijftig is begonnen met de overstap van plat glas naar staand glas, gaat ook nu nog door. Intensivering betekent het steeds intensiever worden van de teelten onder glas, wat zich uit in veranderingen van teeltduur, verschuiving naar energie-intensievere gewassen en een intensievere toepassing van teelt- en klimaatmaatregelen. Het nettoresultaat van enerzijds de toepassing van energiebesparende opties en anderzijds intensivering is de geconstateerde toename van de brandstofintensiteit van 0,2 m^3/m^2 in de periode 1991-1996. Er is echter te weinig bekend over de invloed van de afzonderlijke factoren (areaalverschuivingen, teelt- en klimaatmaatregelen, enzovoort) op de brandstofintensiteit in de sector.

1.2 Doelstelling en afbakening

De doelstelling van dit onderzoek is het verkrijgen van kwantitatief inzicht in de oorzaken van intensivering op sectorniveau in de glastuinbouw. Deze intensivering op sectorniveau kan gezien worden als aggregatie van de ontwikkelingen met betrekking tot intensivering op individueel bedrijfsniveau. Bij de analyse zal in eerste instantie gekeken worden naar ontwikkelingen in areaal, brandstofintensiteit, fysieke productie en teelt- en klimaatmaatregelen op

sectorniveau, subsectorniveau en gewasgroepniveau. Vervolgens zal geprobeerd worden om op basis van de gevonden ontwikkelingen een kwantitatieve analyse te maken van de intensivering op sectorniveau. Bij het beschrijven van de ontwikkelingen zal de periode 1980-1996 in beschouwing worden genomen, waarbij het accent ligt op de jaren negentig (in de tweede helft van de jaren tachtig heeft de dalende gasprijs grote invloed gehad op de brandstofintensiteit; in de jaren negentig is het naijleffect van de lage gasprijzen op de brandstofintensiteit verdwenen). De kwantitatieve analyse van de brandstofintensiteit richt zich op de jaren 1990-1995, omdat vanaf 1990 gegevens bekend zijn over penetratiegraden van energiebesparende opties in de glastuinbouw.

In dit onderzoek zal gebruik worden gemaakt van bestaande gegevens en onderzoeksresultaten. Het gaat hierbij om sectorgegevens en gegevens op subsector- en gewasgroepniveau.

1.3 Opbouw rapport

In hoofdstuk 2 wordt beschreven welke basisgegevens en informatiebronnen ten behoeve van dit onderzoek zijn gebruikt. Daarna komen in hoofdstuk 3 de ontwikkelingen van de bedrijven met betrekking tot arealen en bedrijfsgrootte aan bod, gevolgd door het verloop van de brandstofintensiteit en het elektriciteitsverbruik in hoofdstuk 4. Hoofdstuk 5 bestaat uit een beschrijving van de ontwikkeling van de fysieke productie, waarna in hoofdstuk 6 het energieverbruik van de diverse teelt- en klimaatmaatregelen aan de orde zal komen. Tot slot wordt in hoofdstuk 7 een kwantitatieve analyse gegeven van alle deelaspecten uit de hoofdstukken 3 tot en met 6, gevolgd door conclusies en aanbevelingen in hoofdstuk 8.

2. MATERIAAL EN METHODE

2.1 Materiaal

Bij het uitvoeren van het onderzoek is gebruikgemaakt van gegevens en informatie uit een groot aantal bronnen. De gegevens over de areaalontwikkelingen komen uit de Meitelling van het CBS. De cijfers met betrekking tot de werkelijke brandstofintensiteit van de 3 subsectoren en de totale productieglastuinbouw zijn afkomstig uit het project "Energiemonitoring" van het LEI-DLO (Van der Velden et al., 1997). De gemiddelde gasverbruiken voor de belangrijkste gewassen in de jaren 1988-1996 komen uit het Bedrijven-Informatienet. De gasverbruikcijfers over 1980-1991 in bijlage 2 zijn door de NTS verzameld. Deze cijfers kunnen niet zonder meer naast de Informatienet-cijfers worden gezet er treedt dan een trendbreuk in de cijferreeks op. Dit komt doordat de Informatienet-cijfers en de NTS-cijfers op basis van verschillende (steekproef)groepen tot stand zijn gekomen. Bovendien gaat het Informatienet uit van kalenderjaren, terwijl de NTS is uitgegaan van teeltjaren (deze lopen over het kalenderjaar heen).

Vanwege de relatief lange periode (1980-1996) die in beschouwing wordt genomen is het echter onontkoombaar dat er basismateriaal uit verschillende bronnen gebruikt wordt. Directe vergelijking van de NTS-cijfers en de cijfers uit het Informatienet is moeilijk, maar aanwezige trends zijn uit de beide cijferreeksen wel af te leiden. Hetzelfde geldt ook voor de cijfers van de fysieke productie. Deze cijfers zijn deels afkomstig van de NTS en uit het Informatienet (groentebedrijven); voor snijbloemen- en potplantenbedrijven zijn de cijfers afkomstig van de VBN en is er gebruikgemaakt van CBS- en LEI-materiaal. Van de potplantenteelt zijn er (zeker op gewasniveau) erg weinig gegevens bekend.

Het gebruik van cijfers op gewasgroepniveau kan gevaarlijk zijn indien het aantal bedrijven per gewas te klein is of er enkele wat afwijkende bedrijven tussen zitten. De gepresenteerde cijfers op gewasgroepniveau uit het Informatienet moeten daarom met de nodige voorzichtigheid worden geïnterpreteerd.

Voor de beschrijving van de ontwikkelingen in teelt- en klimaatmaatregelen is gebruikgemaakt van onderzoeksrapporten van Proefstation voor Bloemisterij en Glasgroente, IMAG-DLO, LEI-DLO en diverse andere instanties. In bijlage 1 staat beschreven welke bedrijven er tot de glastuinbouw worden gerekend, hoe de fysieke productie en het brandstofverbruik van de gehele sector worden berekend, en hoe het Bedrijveninformatienet is opgezet.

Voor de kwantitatieve analyse van de intensivering is gebruikgemaakt van de ontwikkelingen in penetratiegraden van energiebesparende opties. Deze penetratiegraden zijn bekend voor de jaren 1990-1995 uit het project "Energiemonitoring" (Van der Velden et al., 1997).

2.2 Methode

Bij de uitvoering van het onderzoek zijn voor de 3 subsectoren en voor enkele belangrijke gewassen per subsector de factoren die betrokken zijn bij het intensiveringsproces geïnventariseerd en zoveel mogelijk gekwantificeerd. Er is daarbij in de eerste plaats gekeken naar ontwikkelingen in areaal, brandstofintensiteit en fysieke productie (ontwikkelingen op sectorniveau). Daarnaast is het effect van verschillende teelt- en klimaatmaatregelen op de brandstofintensiteit geanalyseerd; hiervan zijn hoofdzakelijk gegevens op bedrijfsniveau (meestal van een kleine groep bedrijven) beschikbaar. De teelt- en klimaatmaatregelen die worden behandeld zijn teeltduur, teeltemperatuur, minimumbuis, schermgebruik, CO_2-dosering en assimilatiebelichting. Er is gekozen voor de brandstofintensiteit (aardgas, olie, restwarmte en W/K-warmte, per m^2) omdat dit begrip het beste weergeeft wat er daadwerkelijk op de bedrijven aan brandstof verbruikt wordt.

Vervolgens is een analyse uitgevoerd waarbij in de eerste plaats de stijging van de brandstofintensiteit in de sector met behulp van twee veelgebruikte indexcijfers is uitgesplitst naar twee effecten (Compaijen et al., 1983). Dit is het effect van verschuivingen in areaal tussen de drie subsectoren, en het effect van intensivering van de brandstofintensiteit in de drie subsectoren. Dit laatstgenoemde effect kan weer worden uitgesplitst in een effect van areaalverschuivingen tussen gewassen binnen subsectoren, en een effect van veranderingen in teelt- en klimaatmaatregelen. Het effect van areaalverschuivingen binnen subsectoren is niet gekwantificeerd, omdat hiervoor niet voldoende betrouwbare basisgegevens beschikbaar zijn.

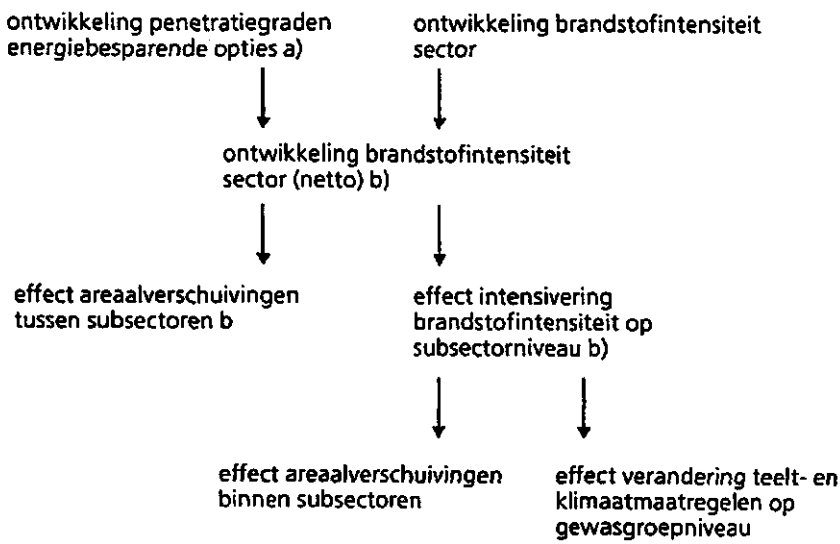
De volgende formule is toegepast om de twee intensiveringseffecten te kwantificeren. De stijging van de brandstofintensiteit in de sector (aan de linkerkant van het "=" teken) wordt berekend als het product van de areaalindex (Laspeyres) en de brandstofintensiteitsindex (Paasche):

$$\frac{\sum_{s=1}^{3} A_s^1 * Br_s^1}{\sum_{s=1}^{3} A_s^0 * Br_s^0} = \frac{\sum_{s=1}^{3} A_s^1 * Br_s^0}{\sum_{s=1}^{3} A_s^0 * Br_s^0} * \frac{\sum_{s=1}^{3} A_s^1 * Br_s^1}{\sum_{s=1}^{3} A_s^1 * Br_s^0}$$

s = subsector 1,2 of 3 (groenten, snijbloemen of potplanten)
superscript 0 = basisjaar (1980 of 1988); superscript 1 = doeljaar (1992, 1993, 1994 of 1995)
A = areaal; Br =Brandstofintensiteit

Daarna is een kwantitatieve analyse uitgevoerd van de relatie tussen enerzijds de intensivering van de brandstofintensiteit en anderzijds de ontwikkelingen in penetratiegraden van energiebesparende opties en teelt- en klimaatmaatregelen.

In schemavorm zien de verschillende niveaus en begrippen uit de analyse er als volgt uit:



Figuur 2.1 Schematische weergave van de analyse met betrekking tot de ontwikkeling van de brandstofintensiteit in de sector

a) Wordt berekend met behulp van cijfers uit Energiemonitoring (Van der Velden et al., 1997);
b) Wordt berekend met behulp van indexcijfers.

3. ONTWIKKELING GLASTUINBOUWBEDRIJVEN

3.1 Areaalontwikkeling productieglastuinbouw

Uit tabel 3.1 blijkt dat vanaf 1980 tot en met 1993 het totale areaal eerst toeneemt (tot 9.917 ha in 1993), om daarna te dalen tot 9.703 ha (in 1996). In 1997 blijft het areaal vrijwel constant.

In de tabellen B2.1 tot en met B2.6 (zie bijlage 2) staan de areaalontwikkelingen van de 3 subsectoren met per subsector ook de ontwikkelingen van de belangrijkste gewassen.

In de glasgroenteteelt stijgt het areaal van 1990 tot en met 1993 met ongeveer 100 ha per jaar. In de jaren 1994 tot en met 1996 daalt als gevolg van de slechte financiële resultaten het areaal met ruim 200 ha; in 1997 daalt het areaal eveneens, maar iets minder fors dan in de jaren ervoor.

Tabel 3.1 Areaal productieglastuinbouw en opkweek in Nederland per jaar in de periode 1980-1997 (in ha) a)

Subsector	1980	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997
Groente b)	4.574	4.235	4.201	4.225	4.308	4.396	4.540	4.352	4.261	4.116	4.071
Bloemen c)	3.187	3.510	3.684	3.798	3.835	3.818	3.843	3.922	3.900	3.876	3.815
Potplanten d)	766	1.222	1.281	1.345	1.451	1.536	1.534	1.626	1.651	1.711	1.849
Prod.glastuinb.	8.527	8.967	9.166	9.368	9.594	9.750	9.917	9.900	9.812	9.703	9.735
Opkweek	228	362	384	400	390	390	399	331	342	340	336

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

Het areaal tomaten is sinds 1983 voortdurend kleiner geworden, tot 1.058 ha in 1996. In 1997 stijgt het areaal tomaat echter met 100 ha. Het areaal paprika laat in vergelijking met tomaat een tegengesteld beeld zien: het areaal stijgt van 1980 tot en met 1993, om zich in de jaren daarna te stabiliseren op een niveau van ongeveer 1.000 ha. Het areaal komkommer is over de periode 1980 tot en met 1996 behoorlijk constant gebleken. Na een lichte stijging in de jaren 1991 tot en met 1995 is het areaal gedaald naar 749 ha in 1997.

Het areaal snijbloemen, dat in de periode 1985 tot en met 1990 met 16% is toegenomen (van 3.286 naar 3.798 ha), heeft sinds het begin van de jaren negentig een vrij constant niveau van 3.800-3.900 ha. De rozenteelt wordt

gekenmerkt door een stabiel areaal (sinds 1991) dat iets schommelt rond de 900 ha. Het areaal chrysant is het grootste deel van de periode 1980-1996 in omvang toegenomen. In 1994 en 1995 was het areaal ongeveer 770 ha om vervolgens te dalen tot 747 ha in 1997. De anjerteelt laat in de beschouwde periode een vrijwel voortdurende afname in areaal zien. Was het areaal anjers in 1980 nog 466 ha, in 1997 is dit teruggelopen tot 139 ha. Het areaal fresia, dat aan het begin van de jaren negentig nog 322 ha groot was, is vanaf 1992 tot en met 1997 afgenomen met 57 ha (19%). Het gerbera-areaal is in de jaren negentig behoorlijk stabiel; het schommelt rond de 200 ha.

Het potplantenareaal wordt in de periode 1980-1996 gekenmerkt door een (vrijwel) permanente stijging. In de periode 1986 tot en met 1992 neemt het areaal jaarlijks met ongeveer 80 ha toe. In 1993 blijft het areaal gelijk (1.534 ha), om vervolgens weer toe te nemen tot 1.849 ha in 1997.

Het totale areaal potplanten kan worden ingedeeld in bloeiende planten, bladplanten en overig (perkplanten en boomkwekerijproducten). Het areaal bloeiende planten neemt elk jaar toe in de beschouwde periode, van 451 ha in 1991 tot 597 ha in 1997. Ook het areaal bladplanten groeit tot en met 1992 elk jaar, daarna daalt het areaal met wat schommelingen tot 546 ha in 1997. Het areaal perkplanten en boomkwekerijproducten vertoont een stijgende lijn van 212 ha (1980) tot 577 ha (1996); in 1997 stijgt het areaal fors met 22% tot 706 ha.

3.2 Overschakeling tussen en binnen bedrijfstypen

Tabel 3.2 is een soort overgangsmatrix waarbinnen ontwikkelingen tussen de 3 bedrijfstypen in de periode 1990-1994 zijn af te lezen. Deze tabel geeft geen informatie over de overschakeling tussen teelten binnen subsectoren.

In tabel 3.2 is op de kruising "Van groente naar groente" te lezen dat in de periode 1990-1994 89,4% van de groentetelers groente blijft telen. Deze tuinders kunnen in de periode 1990-1994 elk jaar hetzelfde gewas hebben geteeld, of zijn overgestapt naar een ander groentegewas. Dit laatste is niet uit

Tabel 3.2 Overschakeling tussen bedrijfstypen in de glastuinbouw a) (1990-1994) in % van het totaal aantal bedrijven b)

		Van groente	Van bloemen
Naar:	groente	89,4	1,1
	bloemen	4,7	94
	overig (inclusief potplanten)	3,4	4,2

a) Een bedrijf behoort bijvoorbeeld tot de groentebedrijven indien minstens twee derde van het aantal NGE uit de groente wordt gehaald; b) De percentages tellen niet op tot 100 omdat overgangen naar andere tuinbouwsectoren niet zijn opgenomen.
Bron: Van der Zouw (in voorbereiding).

de tabel af te leiden. Er is wel af te leiden dat gedurende de periode 1990-1994 jaarlijks 2,5% van alle groentetelers overschakelt naar een gewas uit een andere subsector, of zelfs naar een andere tuinbouwsector. Het percentage bloementelers dat bloemen blijft telen is hoger (94%). Dit wordt waarschijnlijk veroorzaakt door de slechte rentabiliteit van de meeste groentegewassen in 1992 en 1993. Groentetelers zullen dan eerder gedwongen worden om over te stappen naar bloemen of potplanten, wat respectievelijk 4,7 en 3,4%, dus totaal 8,1% van de groentebedrijven heeft gedaan (tabel 3.2).

Binnen de glasgroenteteelt is vooral de overschakeling van tomatenteelt naar paprikateelt van belang. Dit speelt vooral in de jaren 1992-1994, na de zeer slechte tomatenprijzen in 1993. Naast de jaarlijkse overschakeling van tomaten naar paprika is er ook nog sprake van flinke verschuivingen binnen het tomatenareaal, dat wil zeggen overschakeling van de teelt van ronde tomaten of vleestomaten naar trostomaten. Zo was in 1996 het areaal ronde tomaten met 58% afgenomen ten opzichte van 1994, terwijl het areaal vleestomaten met 68% daalde. In dezelfde periode vertienvoudigde het areaal trostomaten (Silvis et al., 1997).

Uit tabel 3.2 blijkt verder dat van de bloementelers die stoppen met bloemen en naar een ander gewas overschakelen 4,2% in de groep overig (inclusief potplanten) terechtkomt, terwijl slechts 1,1% groente gaat telen. Uit Van der Zouw (in voorbereiding) komt naar voren dat binnen de snijbloementeelt het aantal chrysantenbedrijven toeneemt, wat hoofdzakelijk voor rekening komt van groentetelers die overstappen. Het dalende aantal anjerbedrijven wordt veroorzaakt doordat enkele telers overstappen naar roos of chrysant; de meerderheid van de overschakelende anjertelers gaat echter een andere bloemsoort dan roos of chrysant telen.

3.3 Ontwikkeling areaal verwarmd en koud staand glas

Het areaal koud staand glas (bedrijven die minder dan 2 weken per jaar onafgebroken verwarming toepassen) neemt sinds 1980 af, waarbij de daling in de periode 1985-1991 groter is dan in de periode vanaf 1992 (tabel 3.3). In 1996 is er verrassend genoeg weer een stijging met 47 ha van het areaal koude glas waar te nemen. Een verklaring hiervoor is moeilijk te geven.

Tabel 3.3 Ontwikkeling van het areaal verwarmd en koud staand glas (groenten, snijbloemen, potplanten en boomkwekerijproducten) in de periode 1980-1997 (in ha)

Bedrijfstype	1980	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997
Verw. glas	7.767	8.291	8.463	8.726	9.021	9.289	9.455	9.646	9.560	9.497	9.333	9.403
Koud glas	894	850	802	771	699	659	650	639	642	636	683	670

Koud staand glas = bedrijven die minder dan 2 weken per jaar onafgebroken verwarming toepassen.
Bron: CBS-Meitelling.

In 1994 was er op 10% van het areaal gespecialiseerde glastuinbouw uitsluitend heteluchtverwarming aanwezig; het gaat hierbij om bedrijven met een lage brandstofintensiteit. Het areaal hete lucht neemt al jaren af (Van der Velden et al., 1996b).

3.4 Ontwikkeling areaal substraat

Zoals uit tabel 3.4 blijkt neemt het areaal substraat (zowel in de groente- als de snijbloementeelt) tot en met 1993 toe, daarna stagneert het areaal. In 1996 neemt het snijbloemenareaal op substraat iets toe. De toename van het areaal op substraat hangt samen met de intensivering van de bedrijfsvoering.

Tabel 3.4 Ontwikkeling van het areaal substraatteelt (groente en bloemkwekerij) in de periode 1980-1996 (in % van het totale areaal)

Subsector	1980	1985	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
Groente		32	46	51	55	65	68	71	73	73	73	-
Bloemkwekerij						13	15	17	20	22	22	25
Totaal						34	37	39	41	41	40	-

"-" = geen betrouwbare gegevens van bekend.
Bron: CBS-Meiteiling.

Mede door de stijging van het areaal op substraat is het areaal sla als voorteelt voor bijvoorbeeld tomaat sterk afgenomen. Hierop zal in paragraaf 6.2.3 verder worden ingegaan.

3.5 Ontwikkeling gemiddelde bedrijfsgrootte

In tabel 3.5 staat een overzicht van de ontwikkelingen in bedrijfsgrootte van alle glastuinbouwbedrijven (dus inclusief gemengde bedrijven met glastuinbouw). Over de ontwikkelingen in bedrijfsgrootte van gespecialiseerde glastuinbouwbedrijven zijn geen gegevens beschikbaar.

Sinds 1980 neemt het aantal bedrijven met een bedrijfsomvang kleiner dan een hectare voortdurend af, ten gunste van het aantal bedrijven groter dan een hectare (tabel 3.5). Dat de tendens naar een steeds toenemende bedrijfsgrootte doorzet, blijkt uit het feit dat in 1996 voor het eerst het aantal bedrijven van 1-2 ha kleiner was dan het jaar ervoor (-1%). Van 1990 tot en met 1996 nemen de aantallen grote bedrijven (2-3, 3-4, 4-5, >5 ha) met 5 tot 7% per jaar toe. Als een gevolg van deze ontwikkelingen is de gemiddelde bedrijfsgrootte in de gehele sector toegenomen van 0,56 ha in 1980 tot 0,80 ha in 1996. In het algemeen geldt dat kleinere bedrijven een groter geveloppervlak per m^2 kasoppervlak hebben dan grotere bedrijven, wat ongunstig is voor het

energieverbruik. De grotere bedrijven zijn in het algemeen moderner en hebben een intensievere bedrijfsvoering.

Tabel 3.5 Ontwikkeling aantal bedrijven met glastuinbouw verdeeld naar oppervlakte glas per bedrijf en gemiddelde bedrijfsgrootte a)

Jaar	Bedrijfsomvang (ha glas)							Totaal	Gem. bedrijfs-grootte (ha)
	<0,5	0,5-1	1-2	2-3	3-4	4-5	>5		
1980	8.670	4.571	2.102	296	85	30	18	15.772	0,56
1990	7.056	4.005	2.637	469	129	57	60	14.413	0,68
1993	6.431	3.659	2.798	584	160	70	81	13.783	0,75
1996	5.651	3.217	2.706	638	169	79	88	12.548	0,80
1996 ten opzichte van 1980									
	-3.019	-1.354	+604	+342	+84	+49	+70	-3.224	+0,24

a) Inclusief gemengde bedrijven.
Bron: CBS-Meitelling.

4. ONTWIKKELING BRANDSTOFINTENSITEIT EN ELEKTRICITEITSVERBRUIK

4.1 Ontwikkeling brandstofintensiteit totale productieglastuinbouw en subsectoren

In tabel 4.1 is de ontwikkeling van de werkelijke brandstofintensiteit (dus niet gecorrigeerd voor buitentemperatuur) voor de productietuinbouw en de 3 subsectoren vanaf 1980 weergegeven. Er is gekozen voor analyse van de brandstofintensiteit (dus vóór de omrekening naar primair brandstofverbruik), omdat de brandstofintensiteit zo goed mogelijk het gemiddelde werkelijke brandstofverbruik op bedrijfsniveau weergeeft. Dit biedt goede aanknopingspunten voor analyse van de relatie tussen brandstofverbruik, energiebesparende opties en teelt- en klimaatmaatregelen in hoofdstuk 7. Het elektriciteitsverbruik in de productieglastuinbouw en de 3 subsectoren wordt in paragraaf 4.2 behandeld.

Tabel 4.1 *Ontwikkeling van de werkelijke gemiddelde brandstofintensiteit (m^3 a.e. per m^2) van de totale* productieglastuinbouw en de 3 subsectoren

Subsector	1980	1983	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
Groente	32,1	23,9	32,5	35,2	36,1	41,1	39,5	38,9	38,3	38,8	
Bloemen	46,3	30,1	36,1	37,2	38,1	42,9	39,8	42,4	40,6	42,7	
Potplanten	50,6	35,2	39,7	42,2	46,0	49,8	47,4	54,5	50,6	45,5	
Prod.glastuinb.	39,1	27,4	34,9	37,0	38,3	43,1	40,9	42,7	41,2	41,4	47,6

a) Brandstofintensiteit is aardgas, olie, restwarmte en W/K-warmte.
Bron: LEI-DLO.

Uit tabel 4.1 blijkt dat de brandstofintensiteit in de snijbloemensector in het algemeen hoger is dan in de groentesector, en dat de brandstofintensiteit in de potplanten weer hoger is dan in de bloemen. Vanaf 1980 daalt de brandstofintensiteit als gevolg van de hoge gasprijzen sterk, waarbij het laagste niveau wordt bereikt in 1983. Na dit jaar stijgt de brandstofintensiteit vrij fors (tot en met 1991), wat een gevolg is van de dalende gasprijzen (zie tabel B2.11 in bijlage 2). Bij een lage gasprijs zullen telers geneigd zijn om meer energie in te zetten aangezien de meeropbrengsten (extra productie, betere kwaliteit) al snel hoger zullen zijn dan de meerkosten (van het extra gas).

In de eerste helft van de jaren negentig lijkt het niveau stabiel (in de bloemen- en groenteteelt en in de totale productieglastuinbouw), of fluctueert behoorlijk sterk (potplantenteelt). In 1996 stijgt de brandstofintensiteit voor

de gehele glastuinbouw sterk; deze stijging kan voor het grootste deel verklaard worden doordat 1996 een erg koud en lichtarm jaar was.

Het gasverbruik (inclusief W/K-warmte en restwarmte) in de jaren 1980-1996 van enkele belangrijke gewassen zal hieronder kort behandeld worden, waarbij de nadruk ligt op de periode 1991-1996. Er moet wel bij vermeld worden dat de spreiding tussen individuele bedrijven groot is, en dat deze gegevens uit het Bedrijven-Informatienet daarom als een indicatie gezien moeten worden.

In tabel 4.2 staat een overzicht van het gemiddelde werkelijke gasverbruik per m^2 vanaf 1988 voor de 3 grootste groentegewassen. Voor de gemiddelde gasverbruiken van 1980 tot en met 1987 wordt verwezen naar bijlage 2, tabel B2.7.

Tabel 4.2 Ontwikkeling van het werkelijk gemiddelde gasverbruik a) (m^3 per m^2) van de 3 belangrijkste groentegewassen vanaf 1988

Gewas	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
Tomaat	59,5	63,2	63,3	66,7	57,4	61,7	63,2	59,1	69,0
Komkommer	52,3	55,6	58,8	64,1	69,0	60,4	59,7	58,9	64,1
Paprika	42,5	51,4	48,9	53,3	52,0	52,7	49,4	47,5	54,7

a) Gasverbruik is aardgas, olie, restwarmte en W/K-warmte.
Bron: Bedrijven-Informatienet.

Aan het begin van de jaren tachtig daalt het gemiddelde gasverbruik in de glasgroenteteelt eerst flink, om vervolgens weer te gaan stijgen (zie tabel 2.7 in bijlage 2). In de periode 1988-1995 lijkt het gasverbruik in tomaat vrij stabiel, terwijl het gasverbruik in paprika en komkommer licht lijkt te stijgen. Opvallend is verder dat het energieverbruik in de 3 gewassen in 1996 fors stijgt ten opzichte van het voorgaande jaar. Dit komt hoofdzakelijk doordat 1996 een extreem koud jaar was. Ook in 1991 stijgen de gasverbruiken fors, wat echter niet verklaard kan worden uit een kouder buitenklimaat. Het jaar 1991 was qua buitentemperatuur namelijk een "normaal" jaar.

Het beeld bij de snijbloemen lijkt op dat bij de glasgroenteteelt: In het begin van de jaren tachtig een daling van het gasverbruik per m^2 als gevolg van de hoge gasprijzen destijds (zie tabel B2.8 in bijlage 2). Daarna stijgt het gasverbruik weer om zich vervolgens te stabiliseren aan het begin van de jaren negentig. In de periode 1991-1995 is er geen trend in de gasverbruiken waar te nemen; alleen in de belichte rozenteelt stijgt het gasverbuik (tabel 4.3). Dit wordt waarschijnlijk veroorzaakt door een stijgende belichtingsintensiteit (hoger geïnstalleerd vermogen per m^2 en meer belichtingsuren) in combinatie met een toename van het gebruik van eigen W/K-installaties. In 1996 valt de forse stijging van het gasverbruik in kleinbloemige roos en (in mindere mate) in chrysant op. Het is mogelijk dat dit deels samenhangt met het koude en relatief donkere klimaat in 1996, en deels door het toegenomen areaal met belichting

Tabel 4.3 Ontwikkeling van het gemiddelde werkelijke gasverbruik a) (m^3 per m^2) van roos en chrysant vanaf 1988 b)

Gewas	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
Roos grootbloemig c)	45,0	44,3	42,1	60,5	53,6	58,5	47,4	60,5	60,3
Roos kleinbloemig c)	45,9	48,3	61,0	63,9	53,5	62,1	61,7	63,6	84,9
Roos onbelicht d)	-	-	-	-	-	47,8	42,4	47,2	53,6
Roos belicht d)	-	-	-	-	-	71,4	74,1	75,0	76,7
Chrysant	36,2	38,6	36,7	40,8	38,5	40,6	40,3	39,8	42,3

a) Gasverbruik is aardgas, restwarmte en W/K-warmte; "-" betekent niet bekend; b) Het aantal bedrijven per gewas in de steekproef is soms klein; c) Bij Roos grootbloemig en kleinbloemig zitten belicht en onbelicht in dezelfde groep; d) Bij Roos onbelicht en belicht zitten groot- en kleinbloemig in dezelfde groep.
Bron: Bedrijven-Informatienet.

en eigen W/K-installatie. De precieze oorzaak van deze stijging is moeilijk aan te geven; dit zou daarom nader onderzocht moeten worden. Ook Duys (1997) vond op basis van LTB-cijfers in de periode 1992-1996 een stijging van het gemiddelde gasverbruik in de belichte rozenteelt die bijna 20 m^3/m^2 bedroeg. In tabel 4.4 staan voor de periode 1995-1997 enkele belangrijke kengetallen die met assimilatiebelichting samenhangen. Van de periode voor 1995 zijn er voor het areaal en het aantal lampen per ha geen betrouwbare gegevens beschikbaar. Uit tabel 4.4 kan voorzichtig geconcludeerd worden dat het elektrisch vermogen per m^2 aan het begin jaren negentig stabiel is en in de laatste paar jaar is gaan toenemen.

Van de potplantenteelt zijn vanwege het grote aantal geteelde gewassen en de relatief kleine arealen geen gegevens verzameld over het energieverbruik op gewasniveau.

Tabel 4.4 Ontwikkeling areaal met assimilatiebelichting, aantal lampen per ha en elektrisch vermogen per m^2 van 1995 tot en met 1997(v)

	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997(v)
Areaal met assimilatiebelichting (%)	-	-	-	-	8,0	9,2	9,4
Aantal lampen per ha	-	-	-	-	626	793	827
Elektrisch vermogen per m^2 a)	28,4	28,0	28,2	28,2	26,7	33,0	34,9

a) Alleen van de lampen; (v) = voorlopig.
Bron: Bedrijven-Informatienet.

4.2 Ontwikkeling elektriciteitsverbruik

Uit tabel 4.5 blijkt dat het gemiddelde elektriciteitsverbruik per m^2 in de glastuinbouw jaarlijks stijgt; in 1996 was het aandeel van elektriciteit in het totale energieverbruik 2,4%. Deze jaarlijkse stijging komt vooral voor rekening

van de snijbloemensector, waar het elektriciteitsverbruik sinds het einde van de jaren tachtig is verdubbeld. Ook in de potplantensector is het gemiddelde elektriciteitsverbruik gestegen, zij het iets minder snel.

Tabel 4.5 Ontwikkeling werkelijk elektriciteitsverbruik (nettoafname a) van het net, in kWh per m²) van de totale productietuinbouw en de 3 subsectoren

Subsector	1980	1983	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996(r)
Groente	3,2	3,2	4,8	5,0	5,3	5,7	5,6	5,8	5,6	5,7	
Bloemen	5,7	5,6	7,1	7,4	7,8	9,8	12,0	12,8	14,4	14,5	
Potplanten	5,6	5,4	8,9	10,1	11,4	10,7	11,5	13,7	13,0	12,8	
Prod.glastuinb.	4,3	4,3	6,3	6,7	7,2	8,1	9,0	9,8	10,3	9,1	10,3

a) Nettoafname = afname van het net minus levering aan het net; (r) = raming.
Bron: Van der Velden et al., 1997.

Het gemiddelde elektriciteitsverbruik door apparatuur exclusief belichting is vanaf 1980 tot en met 1990 sterk toegenomen, waarna dit verbruik is gestabiliseerd. De groei van het elektriciteitsverbruik in de jaren negentig wordt dan ook geheel veroorzaakt door het toegenomen areaal belichting op snijbloemen- en potplantenbedrijven (Van Nieuwkoop et al., in voorbereiding). Van het totale elektriciteitsverbruik in de glastuinbouw wordt 60% van het net betrokken en 40% zelf opgewekt.
De spreiding in elektriciteitsverbruik tussen bedrijven is zeer groot, zowel tussen subsectoren als binnen subsectoren.

5. ONTWIKKELING FYSIEKE PRODUCTIE

5.1 Ontwikkeling fysieke productie totale productieglastuinbouw en subsectoren

In tabel 5.1 is de ontwikkeling van gemiddelde fysieke productie in de productieglastuinbouw weergegeven.

Tabel 5.1 Ontwikkeling gemiddelde fysieke productie in de productietuinbouw per jaar over de periode 1980-1996 (in guldens van 1980 per m²)

Subsector	1980	1983	1985	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996(r)
Fysieke prod.	47,4	54,3	59,9	67,7	71,6	74,5	77,5	78,6	81,3	81,2	82,6	86,3	86,3

r=raming.
Bron: LEI-DLO sectorrekening.

Uit tabel 5.1 komt naar voren dat de fysieke productie (uitgedrukt in guldens van 1980 per m² kas) sinds 1980 vrijwel voortdurend is gestegen. De procentuele stijging is in de periode 1980-1991 met 4% een stuk hoger dan de 2% die in de periode 1991-1996 wordt gerealiseerd (Van der Velden et al., 1997). In 1996 en 1993 is de fysieke productie niet gestegen maar op hetzelfde niveau als in het jaar ervoor gebleven, wat grotendeels verklaard kan worden door een relatief laag lichtniveau in het betreffende jaar. Het jaar 1995 was een erg licht jaar, waardoor de fysieke productie hoger is uitgevallen dan men op basis van gemiddelde lichthoeveelheden zou verwachten. Er moet nog vermeld worden dat de spreiding in fysieke productie tussen de bedrijven erg groot is.

In de tabellen 5.2 en 5.3 staat de ontwikkeling in fysieke productie van enkele belangrijke gewassen afkomstig uit het Bedrijven-Informatienet. Omdat het aantal bedrijven per gewasgroep in het Informatienet soms relatief klein is moeten de onderstaande cijfers vooral als een indicatie worden gezien.

Tabel 5.2 Ontwikkeling van de fysieke productie (in kg/m²) van de 3 belangrijkste groentegewassen

Gewas	1980	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
Tomaat	24,1	38,2	41,6	43,4	43,7	45,2	44,9	46,2	48,3	47,5
Komkommer	44,6	55,4	55,5	62,6	62,3	61,3	63,1	63,0	66,1	66,2
Paprika	14,3	19,2	19,0	22,0	20,6	22,5	22,5	22,8	24,7	25,3

Bron: Bedrijven-Informatienet, met uitzondering van 1980: LEI-DLO-deeladministratie.

De fysieke productie per m^2 voor de 3 grote groentegewassen is in de jaren tachtig fors gestegen (zie tabel B2.9 in bijlage 2). Dit is vooral veroorzaakt door de overschakeling op de substraatteelt. Van 1991 tot en met 1996 echter is de jaarlijkse procentuele stijging van de fysieke productie veel kleiner dan in de tien jaar ervoor. Een belangrijke technische vernieuwing zoals de overschakeling op substraatteelt heeft zich in de jaren negentig niet voorgedaan, en bovendien zijn de telers in deze periode meer op kwaliteit gaan letten. Dit uit zich bijvoorbeeld in het aantal kilo's stek, kromme en afwijkende komkommers, dat in de periode 1988-1996 met gemiddeld 0,25 kg per m^2 per jaar afneemt. In de tomatenteelt zijn veel telers van ronde tomaten overgestapt op cherrytomaten en vooral ook trostomaten, die beide een lagere productie per m^2 geven dan losse tomaten. Ook bij paprika hebben bepaalde afwijkende kleuren (bijvoorbeeld oranje) een lagere productie per m^2 dan de veel geteelde rode en gele rassen.

Tabel 5.3 Ontwikkeling van de fysieke productie (in st./m^2) van 4 belangrijke snijbloemengewassen

Gewas	1980	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
Roos a)	166	209	225	234	253	239	227	232	242	226
Chrysant	117	144	148	151	155	157	167	168	168	183
Freesia	154	176	159	170	170	150	156	201	215	-
Gerbera	103	146	156	173	201	236	229	202	184	-

"-" = onbekend.
a) Zowel grootbloemig als kleinbloemig.
Bron: Bedrijven-Informatienet.

In tabel 5.3 staan de fysieke producties/m^2 van enkele belangrijke snijbloemgewassen, in de periode 1980-1996. De 4 bloemisterijgewassen laten in deze periode een flinke stijging zien in productie per m^2. Net zoals bij de groentegewassen geldt ook bij de snijbloemen dat de jaarlijkse procentuele toename van de fysieke productie het grootst is in de periode 1980-1990, en daarna een stuk kleiner wordt. Alleen de gerbera vormt hierop een uitzondering; deze bloem laat aan het begin van de jaren negentig een forse stijging in fysieke productie zien. Dit wordt grotendeels veroorzaakt door overschakeling op substraat, verbeterde vermeerderingsmethoden (weefselkweek) en de invoering van een nieuwe soort (de germini's). De afname in 1994 en 1995 zijn waarschijnlijk het gevolg van onzuiverheden in de steekproef.

In tabel B2.10 van de bijlage staat de ontwikkeling van het volume in de veilingaanvoer van potplanten. Deze tabel is nodig om de mutatie van de fysieke productie (zie tabel 5.4) te kunnen berekenen.

Uit tabel 5.4 volgt dat de op de veilingen aangevoerde hoeveelheden potplanten sinds 1981 behoorlijk gestegen zijn (over de periode 1981-1996 gezien is de toename 230%). In de periode 1981-1989 is de stijging erg fors (146%), in de jaren negentig vlakt de stijging af (34% over de periode 1990-

1996). Als men deze cijfers naast de areaalontwikkelingen zet, dan kan er voorzichtig iets gezegd worden over de ontwikkeling van de fysieke productie per m^2 hetgeen naar voren komt in tabel 5.4. Er moet wel gezegd worden dat er hier wordt gerekend met de veilingaanvoeren en dat de afzet via andere kanalen dus niet wordt meegenomen.

Tabel 5.4 Mutatie van areaal, volume en fysieke productie per m^2 bij potplanten in 3 perioden

	Mutatie%		
Periode	1981-1996	1981-1989	1990-1996
Areaalmutatie	110	58	35
Volumemutatie	230	146	34
Mutatie fys. prod./m^2	57	56	1

Bron: CBS en Landbouw-Economisch Bericht.

Uit de tabel blijkt dat de toename van de fysieke productie per m^2 van 57% in de periode 1981-1996 in zijn geheel kan worden toegerekend aan het tijdvak 1981-1989. In de periode daarna is de areaalmutatie gelijk aan de volumemutatie, en dus verandert de fysieke productie (stuks per m^2) niet. Wel is het mogelijk dat er steeds grotere planten worden aangevoerd op de veilingen.

5.2 Relatie tussen fysieke productie en gasverbruik

Toen aan het begin van de jaren tachtig de gasprijs erg hoog was daalde de brandstofintensiteit fors (zie ook hoofdstuk 4). Dit had in eerste instantie echter niet zo heel veel effect op de fysieke productie; de productie per m^2 bleef gelijkmatig stijgen, met uitzondering van de jaren 1983 en 1984 toen stagnatie optrad (Van Rijssel, 1996). In deze jaren is het terugdringen van het energieverbruik blijkbaar ten koste van de productiestijging gegaan.

In de jaren negentig is in diverse onderzoeken met betrekking tot energieverbruik op glastuinbouwbedrijven ook gekeken naar de relatie tussen de fysieke productie en het gasverbruik. Het uitgangspunt voor veel telers dat een een hoog gasverbruik samengaat met een hoge productie wordt meestal niet bevestigd. In de meeste onderzoeken komt geen of hooguit een heel zwak verband naar voren tussen productie en gasverbruik. Hierbij moet wel opgemerkt worden dat bedrijven soms erg verschillen met betrekking tot de aanwezige energiebesparende opties, waarbij sommige opties (zoals condensor en buffer) geen direct effect hoeven te hebben op het kasklimaat en fysieke productie. Het vergelijken van energieverbruik en fysieke productie is dan moeilijk omdat de bedrijfsomstandigheden verschillen.

Vernooy (1998) vindt in zijn onderzoek op tomatenbedrijven over 4 jaar slechts in 1 jaar een zwak verband tussen gasverbruik en de fysieke productie.

Bij komkommerbedrijven komt naar voren dat gemiddeld gezien bedrijven met een hoger gasverbruik een iets hogere productie per m^2 hebben, zij het dat dit verband vrij zwak is.

Uit ander onderzoek op 20 tomatenbedrijven (Rijsdijk, 1996) komt naar voren dat er geen relatie is tussen "extra" gasverbruik (dat wil zeggen het gasverbruik van de totale kasklimaatregeling minus het gas dat is verstookt voor het realiseren van de kastemperatuur) en de fysieke productie.

In onderzoek van Goossens et al., (1997) op 10 paprikabedrijven, waarvoor onder andere het gasverbruik en de fysieke productie werden geregistreerd, kwam ook geen verband tussen gasverbruik en fysieke productie naar voren. Het gasverbruik per kilo paprika varieerde van 1,80 m^3/kg tot 2,40 m^3/kg. In tegenstelling met de bovengenoemde onderzoeksresultaten denken telers vaak wel dat er een verband is tussen gasverbruik en fysieke productie. Zo geven telers in het onderzoek van Carlier et al., (1993) aan dat er volgens hen wel een duidelijk verband is tussen gasverbruik per m^2 en productie per m^2 bij tomaat. Er wordt echter geen kwantitatief inzicht gegeven in de fysieke opbrengsten en bijbehorende gasverbruiken. Dezelfde auteurs geven aan dat er bij roos een duidelijk verband is tussen het gasverbruik per m^2 en de fysieke productie per m^2. Dit verband is wel te verwachten, aangezien telers met een hoog gasverbruik meestal een eigen WKK hebben en belichten, waardoor de productie per m^2 ook hoger is.

Concluderend kan gesteld worden dat de relatie tussen fysieke productie en gasverbruik heel zwak is. Er zou daarom meer onderzoek moeten worden verricht naar deze relatie, waarbij met name uitgezocht zou moeten worden welke mix van teelt- en klimaatmaatregelen, met het bijbehorende gasverbruik, vanuit economisch oogpunt optimaal is.

6. ENERGIEVERBRUIK TEELT- EN KLIMAATMAATREGELEN

6.1 Inleiding

Het gasverbruik op glastuinbouwbedrijven wordt bepaald door enerzijds de bedrijfsopzet en anderzijds de toegepaste teelt- en klimaatmaatregelen (ofwel de manier waarop met de bedrijfsuitrusting wordt omgegaan). Het economisch denken en gedrag van een teler speelt hierbij een grote rol, dat wil zeggen dat een teler steeds zal zoeken wat een bepaalde teelt- of klimaatmaatregel aan extra gas kost, en wat het qua productie opbrengt. Als de meerkosten van het extra gas dan lager zijn dan de meeropbrengsten van de productie zal een teler de teelt-/klimaatmaatregel doorvoeren. Zo kan uit onderzoek in tomaat van Van der Sluis et al., (1995) worden afgeleid dat CO_2-dosering 's zomers altijd bedrijfseconomisch rendabel is. Telers zullen dan geneigd zijn om relatief hoge CO_2-niveaus aan te houden, ook in perioden zonder warmtevraag. Verder geldt dat naarmate de kosten van een extra eenheid energie lager zijn (dus bij een lage gasprijs) een teler hier meer mee zal gaan experimenteren.

Daarnaast wordt in de jaren negentig de kwaliteit van de producten steeds belangrijker. Telers zullen daarom continu proberen om het kasklimaat te verbeteren en te optimaliseren. In de praktijk blijkt dan dat voor een betere productkwaliteit vaak meer gas verstookt wordt (Van Vliet, 1996; Van den Berg, 1995). In dit hoofdstuk zullen de volgende teelt- en klimaatmaatregelen met hun effect op het energieverbruik worden besproken: teeltduur, teelttemperatuur, minimumbuis, scherm, CO_2-dosering en belichting.

6.2 Teeltduur

In de glastuinbouw kan er wat betreft teeltduur onderscheid gemaakt worden naar groenteteelt en bloementeelt. In de gespecialiseerde bloementeelt gaat het hoofdzakelijk om jaarrondteelten (verschillende opeenvolgende teelten per jaar, zoals bij chrysant, fresia), of meerjarige teelten (zoals bij anjer en roos). In de gespecialiseerde groenteelt is er meestal sprake van 1 teelt per jaar (tomaat, paprika), of meerdere opeenvolgende teelten (komkommer). De verandering van de teeltwisselingsperiode heeft vooral in de groenteteelt effect op het energieverbruik (Vermeulen et al., 1994a).

Indien er naar de teeltduur in de glasgroenteteelt gekeken wordt, dan zijn er 3 factoren van belang vanwege hun invloed op het energieverbruik:

- plantdatum en teeltduur;
- lengte van de teeltwisselingsperiode;
- aantal teelten/teeltplan.

Hierna zal kort worden ingegaan op ontwikkelingen in de bovenstaande factoren in de jaren 1980-1996 en de invloed die ze hebben op het energieverbruik.

6.2.1 Plantdatum en teeltduur

Met betrekking tot plantdatum komt naar voren dat er tot en met seizoen 1989/1990 bij tomaat en komkommer sprake is van een vervroeging van het planttijdstip (Vermeulen et al., 1994a). Er wordt dus eerder geplant. Bij paprika is hier nauwelijks sprake van. Vervroeging betekent in de praktijk dat er jongere planten op het bedrijf worden gehaald, die op het eigen bedrijf worden afgekweekt. Hiervoor is meer gas nodig dan in het geval waarbij er een grotere, oudere plant geleverd wordt.

In de jaren negentig is er een tegengestelde ontwikkeling in gang gezet, namelijk het later planten (af te leiden uit het later op gang komen van de aanvoer op de veilingen). De leeftijd van de planten die op het bedrijf komen blijft gelijk, maar men plant later en gaat langer door met de teelt. Dit wordt veroorzaakt door een grotere concurrentie met Zuid-Europese landen, die bij het begin van de Nederlandse aanvoer ook nog op de markt aanwezig zijn. Als gevolg van het later planten komen de jonge planten op het bedrijf in een periode waarin de buitentemperatuur lager is. Hierdoor zal aan het begin van de teelt meer gas verbruikt worden om de juiste (relatief hoge) kastemperatuur te kunnen halen. Het effect hiervan op het jaarlijkse energieverbruik hangt mede af van de mogelijkheden voor schermgebruik aan het begin van de teelt en van de invloed van het later planten op het gasverbruikspatroon later in de teelt.

In het verlengde hiervan wordt er door enkele trostomatentelers geprobeerd om het teeltseizoen zo ver mogelijk te rekken, waardoor er tot eind december of zelfs nog later tomaten geleverd worden (Boonekamp, 1995). De reden hierachter is dat de telers van telersverenigingen zich zoveel mogelijk willen onderscheiden van de massa: door verlating van de teelt wordt de periode tussen de laatste oogst van de oude teelt en de eerste oogst van de nieuwe teelt zo kort mogelijk en komt men in de buurt van jaarrond-levering. Ook in de paprikateelt zijn er tuinders die hun teelt verlengen tot eind januari, om op deze manier zo lang mogelijk aan Japan te kunnen blijven leveren. Het energieverbruik (en vooral ook het energieverbruik per eenheid product) zal door deze teeltverlenging behoorlijk stijgen, omdat de vruchten onder de lichtarme omstandigheden veel trager groeien en afrijpen. In het algemeen zal in de jaren negentig door een groeiende aandacht voor kwaliteit en een stijgende concurrentie het gasverbruik eerder zijn toegenomen dan gedaald.

6.2.2 Lengte van de teeltwisselingsperiode

In de groenteteelt is in de jaren tachtig de teeltwisselingsperiode 2 à 3 weken ingekort (Vermeulen et al., 1994a). De teelt op steenwol maakte het mogelijk om jongere planten op het bedrijf te laten komen en die vervolgens zelf af te kweken. De eerste vruchtzetting is dan beter stuurbaar, en bovendien

zijn de planten goedkoper. Het gasverbruik gaat echter wel omhoog omdat de jonge planten een relatief hoge temperatuur nodig hebben en de stookperiode langer wordt.

Sinds deze teeltmaatregel is ingevoerd duurt de teeltwisselingsperiode 3 (bij paprika, tomaat) tot maximaal 6 weken (bij komkommer); sommige komkommertelers met 3 plantingen gaan wat langer door met de laatste teelt waardoor de teeltwisselingsperiode korter wordt en het totale gasverbruik stijgt. (Vernooy, 1998).

6.2.3 Ontwikkelingen in aantal teelten/teeltplan

Als gevolg van een toename van het areaal substraatteelt is de energie-extensieve slateelt (ingeplant van oktober tot en met april, als voorteelt voor een vruchtgroente- of bloemengewas) in areaal gehalveerd (Vermeulen et al., 1994a). Uitgaande van de veilingaanvoeren in 1991-1996 in dezelfde maanden (PGF, 1997) is het areaal sla in deze jaren eveneens gehalveerd. Dit zal enerzijds zijn veroorzaakt door de slechte rentabiliteit in de slateelt, en anderzijds door het gestegen areaal groente op substraat. Mede door de toename van de substraatteelt, die zich niet laat combineren met een grondtteelt zoals sla, is de glasgroenteteelt dus energie-intensiever geworden.

In de komkommerteelt zijn er in de jaren negentig steeds meer telers die 3 teelten uitvoeren in plaats van 2. De fysieke productie is bij 3 teelten niet of nauwelijks hoger dan bij 2 teelten, maar door een betere kwaliteit (en prijs) van de vruchten is het bedrijfseconomisch saldo toch iets hoger. Het gasverbruik ligt door de extra teeltwisseling (en het soms langer doorgaan; zie paragraaf 6.2.1 en 6.2.2) ongeveer 6% hoger, omdat een jong gewas aan het begin van de teelt een relatief hoge temperatuur vraagt.

De snijbloementeelt is onder andere door toepassing van belichting minder seizoensafhankelijk dan de groenteteelt onder glas. Doordat teelten elkaar snel opvolgen (zoals bij chrysant), of doordat teelten meerjarig zijn (zoals bij anjer en roos), is het effect van de teeltwisselingsperiode op het gasverbruik niet zo groot. In het gewas roos is door verandering van teeltmethode (dat wil zeggen het toepassen van assimilatiebelichting) het veel gemakkelijker geworden om 's winters door te telen. Het aantal bedrijven dat 's winters niet doorstookt en de teelt "koud zet" is daardoor gedaald (Vermeulen et al., 1994a). Door deze maatregel, en vooral ook door het toegenomen belichte areaal en een stijgende belichtingsintensiteit (zie tabel 4.4 in hoofdstuk 4), is het gemiddelde gasverbruik in de afgelopen 5 jaar bij het gewas roos sterk gestegen (Duys, 1997).

Ofschoon de hiervoor beschreven ontwikkelingen van invloed zullen zijn op het energieverbruik in de sector is kwantificering van hun effect moeilijk. Er zou daarom nader onderzoek verricht moeten worden naar de ontwikkelingen die de intensivering op bedrijfsniveau bepalen.

6.3 Teelttemperatuur

De temperatuur die een gewas nodig heeft is van grote invloed op het totale gasverbruik tijdens het teeltseizoen. In tabel 6.2 op pagina 43 staat een overzicht van de temperatuurniveaus die in de verschillende gewassen worden aangehouden. De benodigde temperatuur wordt bepaald door:

- *Gewas*
  Tussen en binnen de verschillende groente- en bloemengewassen komen grote verschillen in warmtebehoefte voor, wat zich uit in zeer uiteenlopende gasverbruiken (zie ook paragraaf 4.1);
- *Ras*
  Verschillende rassen van hetzelfde gewas hebben soms een verschillende warmtebehoefte waardoor de gasverbruiken variëren. Verder vragen verschillende rassen soms een verschillende teeltwijze (bijvoorbeeld in paprika: een vegetatieve of een meer generatieve teeltwijze), waardoor er meer of minder gas verbruikt zal worden. Uit onderzoek van Carlier et al., (1993) komt naar voren dat veel tomatentelers de ontwikkeling van koude-tolerante gewassen als een belangrijke mogelijkheid voor energiebesparing zien. Ook Vijverberg (1997) is van mening dat er door middel van veredeling gewassen te verkrijgen zijn die beter groeien bij een lagere temperatuur en/of een andere gewasopbouw hebben (voor een betere lichtonderschepping). Carlier et al., (1993) denken echter dat veredeling op korte termijn nog weinig of geen energiebesparing zal opleveren;
- *Seizoen en stadium waarin het gewas zich bevindt*
  De temperatuurinstellingen worden vaak bepaald door het seizoen (buitenklimaat) en het stadium waarin het gewas zich bevindt. Zo wordt in de vruchtgroentegewassen naarmate het teeltseizoen vordert en het gewas ouder wordt de teelttemperatuur verlaagd. In roos wordt er 's winters een stuk lagere temperatuur aangehouden dan 's zomers, om zo het gewas niet uit te putten tijdens de lichtarme wintermaanden. De aangehouden temperatuur heeft soms een belangrijke rol bij het sturen van de gewasontwikkeling of het voorkomen van afwijkingen. Voorbeelden hiervan zijn het bevorderen van de knopvorming, het bevorderen van de vruchtzetting, het voorkomen van afwijkende bloemknoppen. Bij sommige gewassen (zoals roos) komen meerdere stadia tegelijkertijd in de kas voor; de ingestelde temperatuur is dan altijd een compromis, en het temperatuurregime zal dan door het jaar heen redelijk constant zijn.

6.3.1 Relatie temperatuur en gasverbruik

Uit onderzoek is gebleken dat in het algemeen een 1°C lagere etmaaltemperatuur op jaarbasis ongeveer 8% energiebesparing geeft (Breuer, 1983). Rijsdijk (1996) vindt dit verband niet terug bij onderzoek onder 20 tomatentelers; er bleek dat telers met een lagere kastemperatuur niet minder gas verstookten dan telers met een hogere kastemperatuur. Er kwam naar voren dat niet alleen het temperatuurniveau van belang is voor het gasverbruik, maar ook de manier waarop die temperatuur wordt bereikt. De telers met een

lagere temperatuur verbruikten ten behoeve van de gewasverdamping en de kasklimaatregeling extra gas, waarbij het te veel aan warmte werd afgelucht. Bij onderzoek in roos is evenmin een verband gevonden tussen een hoge etmaaltemperatuur en een hoog gasverbruik (Bakker et al., 1995). De auteurs concluderen dan ook dat er op sommige bedrijven (veel) warmte zal worden afgelucht. Ook de wijze van opstoken (dat wil zeggen van de nacht- naar de dagtemperatuur gaan) is van invloed op het energieverbruik: indien een teler een half jaar lang anderhalf uur te vroeg begint met opstoken, dan kost hem dit 0,5 m^3/m^2 gas op jaarbasis extra (Jasperse et al., 1996). Een andere klimaatmaatregel die energie kost is de inzet van ventilatoren. Redenen voor het gebruik van ventilatoren zijn het verbeteren van de temperatuurverdeling in de kas (opheffen horizontale temperatuursverschillen) en het bevorderen van de luchtcirculatie onder/door het gewas. Het effect van ventilatoren op het opheffen van horizontale temperatuurverschillen is echter gering (Coolen, 1995); het is daarom beter om horizontale klimaatverschillen via andere maatregelen te laten verdwijnen. Het elektriciteitsverbruik door ventilatoren bedraagt slechts 2% van het totale elektriciteitsverbruik op een gemiddeld glastuinbouwbedrijf (Van Nieuwkoop et al., in voorbereiding). Het gasverbruik daarentegen kan bij het gebruik van ventilatoren met maximaal 2,4% stijgen (door afkoeling van de warme kaslucht die langs dek en gevels wordt geblazen) (Telle et al., 1997).

6.3.2 Temperatuurintegratie

Een interessante ontwikkeling met betrekking tot teelttemperatuur en energieverbruik is de mogelijkheid voor temperatuurintegratie waaraan de laatste jaren veel onderzoek is verricht (Buwalda, 1997). Het blijkt dat veel groente- en bloemisterijgewassen reageren op de gemiddelde temperatuur over een bepaalde periode (etmaal, of enkele dagen) waarbij het niet uitmaakt (binnen bepaalde grenzen) hoe die temperatuur tot stand is gekomen. In een periode met een koud en donker buitenklimaat kan dus een iets lagere kastemperatuur aangehouden worden, om dit later te compenseren met een iets hogere temperatuur als het buiten wat warmer is. Op deze manier wordt er meer geregeld op basis van het actuele en te verwachten buitenklimaat en is er gas te besparen: afhankelijk van de ingestelde bandbreedte wordt verwacht dat circa 10% besparing op jaarbasis mogelijk moet zijn (Buwalda, 1997). Uit onderzoek op het Proefstation voor Bloemisterij en Glasgroente en op praktijkbedrijven kwam naar voren dat er bij diverse gewassen geen negatief effect werd geconstateerd op het productieniveau of de kwaliteit (roos, potchrysant, ficus); bij andere gewassen was het effect sterk rasafhankelijk (paprika) of kwam een negatief effect alleen naar voren bij de meest extreme behandeling (Kalanchoë). Ondanks deze positieve resultaten en de beschikbaarheid van klimaatcomputersoftware voor temperatuurintegratie (Econaut) wordt deze regeling nog slechts sporadisch in de praktijk toegepast.

Een stap verder is geïntegreerde klimaatregeling, dat er op gericht is om de inzet van de diverse klimaatregelingen (temperatuur, vocht, CO_2) te optimaliseren. Met deze regeling moet een energiebesparing van 5 à 10% mogelijk zijn, met gelijktijdig een verhoging van de productie (De Koning et al., 1995).

Ook hier geldt dat de mogelijkheden van deze regeling nog niet of nauwelijks in de praktijk benut worden.

6.4 Gebruik minimumbuis

Het gebruik van de minimumbuis heeft een groot aandeel in het totale gasverbruik op glastuinbouwbedrijven: geschat wordt dat de minimumbuis 10 tot 25% van het gasverbruik veroorzaakt (Bakker, 1994). Bij onderzoek op 20 tomatenbedrijven vond Rijsdijk (1996) dat gemiddeld 25% van het totale gasverbruik wordt gebruikt voor het aanhouden van een minimumbuis. Een minimumbuis is een vast ingestelde buistemperatuur, die onafhankelijk van de warmtevraag in de kas wordt aangehouden. In perioden zonder warmtevraag zal het aanhouden van een minimumbuis tot extra gasverbruik leiden. In de periode 1990-1994 werd op 80% van het areaal met buisverwarming een minimumbuis toegepast (Van der Velden et al., 1997). Dit percentage van 80 is stabiel in deze periode. Overdag wordt een minimumbuis meestal afhankelijk van de instraling afgebouwd. Er zijn 4 gangbare redenen om een minimumbuis in te zetten:

1. voor het bevorderen van de verdamping van het gewas (activeren);
2. voor het bevorderen van de luchtcirculatie tussen het gewas en de afvoer van vocht;
3. ter voorkoming van het natslaan van het gewas en de vruchten 's morgens;
4. ten behoeve van het kwijtraken van de warmte bij CO_2-dosering in situaties zonder warmtevraag.

Vaak zijn er meerdere redenen tegelijkertijd van belang bij toepassing van de minimumbuis.

Ofschoon een minimumbuis veelvuldig als klimaatmaatregel wordt toegepast is de positieve invloed ervan op productie, kwaliteit en optreden van (schimmel)ziekten niet duidelijk aangetoond. Van Rijssel (1983) vond op 44 tomatenbedrijven geen verschillen in fysieke productie tussen bedrijven die wel of geen minimumbuis toepasten in het voorjaar. Ook Rijsdijk (1996) komt tot de conclusie dat er geen verband is tussen "extra" stoken en productie, het percentage klasse 2 en Botrytis-aantasting. Uit bedrijfsvergelijking op tomatenbedrijven door de DLV werd geconcludeerd dat door verschillen in minimumbuis- en luchtinstellingen maximaal 5 m^3 gas extra werd verstookt. Deze 5 m^3, die dus het gevolg is van zowel minimumbuis- als minimumluchtinstellingen, moet bespaard kunnen worden zonder verlies van productie (Boonekamp, 1994). Bakker (1994) schat in dat een bewuster gebruik van de minimumbuis zo'n 5 tot 10% energiebesparing op moet kunnen leveren.Veel tomatentelers denken dat er een positief verband is tussen de verdamping van het gewas en de hoogte van de productie. Uit onderzoek is echter gebleken dat er geen aantoonbaar verband is tussen de verdamping en de productie (Bakker, 1994). Wel was de kwaliteit (uitwendig en smaak) iets beter bij een hogere buistemperatuur, waarschijnlijk als gevolg van een hogere vruchttemperatuur. Ook in

komkommer leidde een lagere verdamping niet tot een lagere productie, maar wel tot een duidelijk lager gasverbruik (Esmeijer et al., 1997). Uit het verdampingsonderzoek van het Proefstation voor Bloemisterij en Glasgroente bij tomaat en komkommer wordt dan ook geconcludeerd dat het mogelijk is om zonder minimumbuis en zonder minimumventilatie een goed ontwikkeld gewas en een goede productie te realiseren. De instraling heeft namelijk een veel groter effect op de verdamping dan de minimumbuis. Op jaarbasis geeft een minimumbuis van 45°C (zonder lichtafhankelijke afbouw) slechts een toename van de verdamping van 7%, in vergelijking met de situatie waarbij alleen de instraling de verdamping stuurt. Een lichtafhankelijke afbouw van de minimumbuis is dus erg belangrijk om het extra energieverbruik door de minimumbuis te beperken. Volgens de DLV is dan ook het gebruik van een minimumbuis bij een instraling boven de 200 W/m^2 alleen geoorloofd indien er CO_2 gedoseerd wordt en er geen warmtebuffer aanwezig is (Jasperse, 1997). Kasklimaatdeskundige Van Holsteijn vindt dat een minimumbuis alleen 's ochtends nodig is om natslaan te voorkomen, en bij sterke weersovergangen (Mol, 1991).

Uit onderzoek bij roos kwam naar voren dat er mogelijk een positief effect is van de inzet van een minimumbuis op de productie, zij het dat dit erg rasafhankelijk is (De Graaf, 1995).

6.5 Schermgebruik

In de glastuinbouw is in 1996 op 67% van het areaal een scherm aanwezig, waarvan 60% als beweegbaar scherm en 7% als vast scherm (Van der Velden et al., 1997). Het aandeel van het areaal met een beweegbaar scherm neemt jaarlijks gemiddeld met 1,5% toe, terwijl het areaal met een vast scherm met gemiddeld 0,8% afneemt. Tussen de 3 glastuinbouwsectoren zijn er grote verschillen ten aanzien van het schermgebruik: in de bloemen- en potplantenteelt wordt op 75 respectievelijk 79% van het areaal een scherm gebruikt, terwijl dit in de groenteteelt slechts op 40% van het areaal gebeurt. Het areaal geschermde groenteteelt is in de afgelopen jaren wel gestegen, dankzij de afname van het areaal tomaat waarbij weinig geschermd wordt en de toename van vooral het paprika-areaal waarop een scherm wel algemeen toegepast wordt (Van der Velden et al., 1997).

Een scherm kan de volgende gebruiksfuncties hebben: energiebesparing, verduistering, zonwering, klimaatbeheersing en beperking lichtuitstoot. Bij de toepassing van een scherm zijn vaak meerdere gebruiksfuncties tegelijkertijd van belang, bijvoorbeeld naast energiebesparing ook klimaatbeheersing. Neveneffecten van de toepassing van een scherm zijn lichtverlies als gevolg van het aanwezige schermpakket (minimaal 2 tot maximaal 8%) en een hogere relatieve vochtigheid (RV) onder het scherm. Een scherm kan in gesloten toestand tot maximaal 60% energie besparen, afhankelijk van het materiaal waarvan het schermdoek is gemaakt.

Zoals hierboven al is vermeld, is in de glasgroenteteelt in sommige teelten (zoals paprika en komkommer) het gebruik van schermen wel gangbaar, terwijl dit in andere teelten (zoals tomaat) niet of nauwelijks het geval is. Dit

hangt samen met het feit dat een paprika- of komkommergewas minder snel problemen heeft met de hogere RV (en temperatuur) onder het scherm. Verder kan een scherm 's zomers bij paprika (mits het met mate wordt gebruikt) helpen om sterke klimaatovergangen te voorkomen en om de vruchten te beschermen tegen te felle instraling. Het gewas tomaat heeft eerder last van vochtproblemen, wat samen met het lichtverlies voor productiederving zorgt waardoor veel telers huiverig zijn ten aanzien van schermgebruik (Van der Sluis et al., 1995).

In de bloementeelt is op veel bedrijven een scherm aanwezig; in de energie-intensieve rozenteelt echter zijn de meningen over het schermgebruik verdeeld. Zelfs energiebewuste telers kiezen er bij nieuwbouw vaak voor om geen energiescherm meer te installeren, omdat een scherm teveel licht wegneemt en de verdamping teveel remt, wat een nadelig effect kan hebben op de kwaliteit (Anonymus, 1996). Verder heeft de tendens naar een toenemend areaal belichting en een hogere belichtingsintensiteit met gebruik van een W/K-installatie en CO_2-dosering met de ketel een negatieve invloed op de mogelijkheden voor schermgebruik. De warmteproductie is hierdoor op steeds meer momenten groter dan de warmtevraag, waardoor energiebesparing door toepassing van een scherm minder interessant is.

6.5.1 Relatie schermgebruik en gasverbruik

Naar de relatie tussen schermgebruik en energieverbruik in de glastuinbouw zijn diverse onderzoeken verricht, waarvan hieronder een overzicht volgt.

Door Van der Sluis et al., (1995) is op 40 tomatenbedrijven gekeken naar de relatie tussen schermgebruik en productie, waarna een bedrijfseconomische evaluatie van het schermgebruik is uitgevoerd. Er kwam naar voren dat er grote verschillen zijn tussen bedrijven met betrekking tot fysieke productie, gasverbruik en aantal schermuren. Op de 29 bedrijven die een scherm toepasten varieerde het aantal schermuren tussen 350 en 2.400 uur, met als gemiddelde 800 uur in de winterperiode en 150 uur in de najaarsperiode. De gemiddelde energiebesparing was 5,0 m^3 a.e. per m^2 (10%) per jaar; de bedrijven met de meeste schermuren wisten ruim 20% energie op jaarbasis te besparen. De totale opbrengstderving per jaar als gevolg van het scherm was ongeveer 3 kg per m^2 (6%). Gebruik van een scherm in tomaat is bij de huidige gasprijs niet rendabel. Alleen minimalisatie van het lichtverlies en een langere gebruiksduur, samen met een verbetering van het kasklimaat, kan een scherm rendabel laten worden.

Ook door Goossens et al., (1997) is op 10 paprikabedrijven gedurende 2 teeltseizoenen gekeken naar de relatie tussen het schermgebruik en het energieverbruik. Het schermgebruik in deze groep was in 1996 gemiddeld 1967 uur, wat 77% meer was dan in 1995. Dit grote verschil wordt veroorzaakt door het koude buitenklimaat in januari en februari 1996, en doordat de 10 telers hadden afgesproken om in 1996 het scherm te sluiten bij een buitentemperatuur van 10° C (in plaats van 5° C in 1995). Modelberekeningen toonden vervolgens aan dat door gebruik van het scherm in 1996 tussen de 11,6 en 18,3 m^3/m^2 gas

bespaard werd op de bedrijven. Gemiddeld was de besparing 15,3 m^3/m^2 ofwel 24%, wat zeer fors is. Dit geeft een aardige indruk van de grote potentiële besparingsmogelijkheden van een scherm. Doordat het scherm in 1996 bij een hogere buitentemperatuur werd gesloten wisten de 10 telers 4% extra energie te besparen ten opzichte van een andere, vergelijkbare groep paprikatelers. Het vergelijken van de productie in beide groepen is moeilijk, omdat de aanvoer van paprika's niet gelijkmatig is maar in zetsels komt; er was echter geen reden om aan te nemen dat de productie per m^2 in de beide groepen significant van elkaar afwijkt.

Uit onderzoek in de rozenteelt (Van Rijssel et al., 1995a) bleek dat het gebruik van een lichtdicht, vochtdoorlatend bovenscherm (voor het terugdringen van de lichtuitstoot) geen nadelig effect had op de productie of de kwaliteit. Alhoewel er met het scherm 7-8 m^3/m^2 gas per jaar kon worden bespaard bleek het toch niet rendabel als gevolg van het lichtverlies door het schermpakket en de jaarkosten van het scherm.

6.6 CO_2-dosering

In de glastuinbouw is algemeen bekend dat de dosering van CO_2 een positieve invloed heeft op de productie en de kwaliteit. Hierbij geldt dat in de glasgroenteteelt de telers aktiever bezig zijn met CO_2-dosering dan in de snijbloemen- of potplantenteelt. Dit komt doordat in de groenteteelt het effect van CO_2-dosering (namelijk een meerproductie in kilogram vruchtgewicht) makkelijker meetbaar is dan in de snijbloemen- of potplantenteelt (Blacquière et al., 1996). In de potplantenteelt wordt de minste aandacht besteed aan CO_2-dosering, alhoewel ook bij potplanten CO_2 voor een snellere groei en een betere kwaliteit kan zorgen (Blacquière et al., 1996). Op het grootste deel van de glastuinbouwbedrijven (80%) wordt CO_2 gedoseerd, in de meeste gevallen met rookgassen uit de eigen ketel. Naast CO_2-dosering met de eigen ketel kan er zuivere CO_2 gedoseerd worden (op circa 4% van de bedrijven), of rookgas-CO_2 van een elektriciteitscentrale of W/K- installatie, wat op een klein gedeelte van de bedrijven gebeurt (Van der Velden et al., 1997).

Indien er CO_2 gedoseerd wordt in perioden zonder warmtevraag, dan kan de opgewekte warmte onder andere worden opgeslagen in een opslagtank (indien aanwezig) voor gebruik 's nachts, of via een minimumbuis in de kas worden gebracht. In het laatste geval kost CO_2-doseren extra gas. In tabel 6.1 staan resultaten van modelberekeningen voor het extra aardgasverbruik dat nodig is om een bepaalde CO_2-streefwaarde te halen in tomaat en komkommer, afkomstig uit Vermeulen et al., (1994b). Het blijkt dat de hoeveelheid extra gas sterk toeneemt bij hogere CO_2-streefwaarden. In de praktijk komen grote verschillen naar voren in de aangehouden CO_2-concentraties en de hoeveelheid gas die voor CO_2-dosering verstookt wordt. Meer onderzoek naar CO_2-dosering op bedrijfsniveau en de economisch optimale streefwaarden in de diverse gewassen is dan ook gewenst.

Tabel 6.1 Extra aardgas benodigd voor het behalen van een bepaalde CO_2-streefwaarde in tomaat en komkommer (m^3/m^2 per jaar)

Gewas a)	CO_2-streefwaarde (ppm)					
	geen	350	400	500	600	700
Tomaat (52,2 m^3/m^2)	0,0	1,8	5,0	11,8	19,0	26,2
Komkommer (59,1 m^3/m^2)	0,0	2,1	4,0	8,0	11,9	16,0

a) Tussen haakjes is het standaardgasverbruik vermeld.
Bron: Vermeulen et al., 1994b.

Uit de literatuur komt naar voren dat de telers in de afgelopen jaren steeds intensiever CO_2 zijn gaan doseren (Ammerlaan, 1995; Oostende, 1996; Van Rijssel, 1996; Vermeulen, 1996; Bakker et al., 1997). Dit wordt bevestigd bij bestudering van de verkoopstatistieken van de Gasunie met betrekking tot het gasverbruik in de totale glastuinbouw van 1980-1996. Hieruit komt namelijk naar voren dat het aandeel gasverbruik in de maanden juni, juli en augustus (als percentage van het totale jaarverbruik) is gestegen van ongeveer 6% in 1982 tot ongeveer 12% in 1996.

6.6.1 Effect CO_2 op productie

Bij onderzoek in tomaat bleek dat een hogere CO_2-intensiteit van 5 kg/m^2 in de zomer leidde tot een 1,3 kg hogere productie (Van der Sluis et al., 1995). Bij een CO_2-prijs van 13 ct/kg (bij opwekking met eigen ketel zonder benutting van de warmte) is CO_2-dosering dan zonder meer rendabel. In het algemeen geldt dat CO_2-dosering met de ketel zo'n 10 tot 40% productiestijging kan geven, waarbij het gasverbruik maximaal 7 m^3/m^2 toeneemt (Van Rijssel et al., 1997).

6.6.2 Warmteopslag

Tegelijk met de toenemende interesse voor CO_2-dosering is de belangstelling voor het installeren van een warmtebuffer gegroeid. Met een warmtebuffer is het mogelijk om de productie van warmte en het nuttig gebruik ervan te ontkoppelen, waardoor er overdag meer CO_2 gedoseerd kan worden. Per eind 1996 was op 14% van de glastuinbouwbedrijven een warmtebuffer aanwezig; dit percentage stijgt jaarlijks met ongeveer 0,9%. De meeste buffers staan op glasgroentebedrijven (eind 1996 had 28% een buffer), waarbij de jaarlijkse toename 2% bedraagt (Van der Velden et al., 1997). Er is berekend dat zelfs bij een geringe buffergrootte (30 m^3/ha) er al 30-40% extra CO_2 gedoseerd kan worden (Bakker et al., 1997). De besparingsmogelijkheden van een buffer in groentegewassen zijn maximaal 8 m^3/m^2 gas op jaarbasis (Vermeulen et al., 1994b). Uit onderzoek op 10 paprikabedrijven (waarvan 8 met buffer) kwam naar voren dat de bedrijven met buffer gemiddeld 5 m^3/m^2 gas (9%) per jaar

bespaarden (Goossens et al., 1997). Er werd berekend dat op de bedrijven zonder buffer ruim 3 m^3/m^2 gas verstookt wordt voor aanvullende CO_2-dosering. Een buffer kan dus het extra gasverbruik als gevolg van een hogere CO_2-dosering beperken. Bakker et al., (1997) onderzochten 2 tomatenbedrijven met een buffer en kwamen tot een jaarlijkse besparing van ongeveer 6 m^3/m^2 (8-10%).

Indien een teler een buffer op zijn bedrijf heeft kan hij 2 verschillende strategieën kiezen. In de eerste plaats kan hij (veel) gas besparen indien hij dezelfde hoeveelheid CO_2 zal blijven doseren als in de situatie zonder buffer. In de tweede plaats kan een teler de CO_2-gift flink verhogen; uit onderzoek blijkt dat telers meestal voor deze laatste optie kiezen (Van Rijssel et al., 1997). De indruk bestaat dat veel telers na het installeren van een buffer behoorlijk meer CO_2 gaan doseren zonder daarbij al te veel op de warmtebehoefte 's nachts en het gasverbruik te letten. Daardoor wordt (vooral 's zomers) de warmte die overdag opgewekt wordt niet altijd in zijn geheel 's nachts gebruikt en worden de maximale besparingsmogelijkheden van een buffer kleiner. Van der Velden et al., (1996b) vonden dat op 14% van de bedrijven met een buffer een minimumbuis wordt gebruikt voor CO_2-dosering. Uit onderzoek op 10 paprikabedrijven bleek dat door de 8 bedrijven met buffer nog 0,7 m^3/m^2 gas (1,5%) verbruikt werd voor aanvullende CO_2-dosering (Goossens et al., 1997). Van der Sluis et al., (1995) vonden dat in de warme zomer van 1994 tomatenbedrijven met en zonder buffer evenveel gas extra gebruikten om een bepaalde CO_2-intensiteit te halen. De bufferbedrijven konden blijkbaar de overdag geproduceerde warmte niet of nauwelijks nuttig 's nachts aanwenden. In dezelfde periode van het jaar ervoor was er wel verschil tussen bedrijven met en zonder buffer met betrekking tot de benodigde hoeveelheid extra gas om een bepaalde CO_2-intensiteit te realiseren. Toch werd er ook in dat jaar door bufferbedrijven op sommige tijdstippen gas verstookt voor CO_2-dosering waarbij de vrijkomende warmte niet nuttig gebruikt kon worden.

In de praktijk zal dus vaak de gerealiseerde besparing van een buffer niet zo groot zijn als in theorie mogelijk is, vanwege de toegenomen CO_2-dosering. Wat het precieze effect van de hogere CO_2-concentratie op de productie was is in bovengenoemde studies alleen door Van der Sluis et al., (1995) onderzocht. Door Nunnink (1996) wordt echter geconstateerd dat veel telers de te behalen CO_2-concentratie in de zomer bij geopende luchtramen overschatten. Verreweg het grootste deel van de extra gedoseerde CO_2 verdwijnt 's zomers door de ramen naar buiten, waardoor de meerproductie lager kan zijn dan verwacht.

6.6.3 Overige ontwikkelingen

Naast de beschikbaarheid van CO_2 is ook de verdeling van groot belang. Onderzoek heeft aangetoond dat op 80% van de bedrijven waar een energiebesparingsplan is uitgevoerd iets mankeert aan het CO_2-verdeelsysteem (Cooleen, 1995). Ook Vermeulen et al., (1994c) concluderen dat de CO_2-installatie wat betreft uitrusting, regeling en controle onvoldoende aandacht krijgt. Door een verbeterde CO_2-verdeling in de kas zou de productie verhoogd kunnen worden met 2% of nog meer, bij verbetering van de kwaliteit.

De levering van CO_2 is een belangrijke voorwaarde bij een verdere toepassing van het gebruik van restwarmte en industriële afvalwarmte in de glastuinbouw. Bij restwarmteprojecten kan zuivere CO_2 (zoals bij Plukmade), of rookgas-CO_2 (zoals bij het RoCa-project) meegeleverd worden. De prijs van een geleverde kilo CO_2 moet dan wel lager zijn dan de prijs van een kilo CO_2 uit de eigen ketel. Indien er geen CO_2 meegeleverd wordt (of als de prijs te hoog is), dan daalt de potentiële energiebesparing omdat de telers met hun eigen ketel CO_2 gaan doseren. Zo staat bij het restwarmteproject in Asten de restwarmtelevering onder druk, omdat de geleverde zuivere CO_2 te duur is en telers daarom CO_2 met hun eigen ketel zullen doseren (Van der Velden et al., 1996a). Bij het RoCa-project daarentegen wordt er wel centraal CO_2 geleverd, waarbij elk bedrijf maximaal 100 kg per ha per uur kan afnemen. Sommige telers willen echter meer CO_2 doseren, waarvoor de eigen ketel gebruikt en er minder restwarmte zal worden afgenomen (Stijger, 1997).

Een andere interessante ontwikkeling op het gebied van CO_2-dosering en energieverbruik is de toepassing van rookgasreinigers. De rookgasreiniger is in 1997 doorgebroken; eind 1997 waren er 60 geïnstalleerd, en nog een aantal in aanbouw (Anonymus, 1997b). Met een rookgasreiniger (altijd in combinatie met een warmtebuffer) worden de rookgassen van een W/K-installatie geschikt gemaakt voor CO_2-dosering en hoeft de ketel hiervoor minder vaak te draaien. Op deze manier kan het financiële rendement van de W/K- installatie toenemen, en kan er (meer) gas bespaard worden. Op sommige bedrijven worden echter noodkoelers geïnstalleerd om de koppeling tussen CO_2-dosering en warmte-inbreng in de kas geheel te verbreken (Nunnink, 1996). Ook al worden er in dit geval 2 nuttige producten (elektriciteit en CO_2) geleverd, toch blijft het vanuit oogpunt van brandstofbesparing de vraag of de toepassing van noodkoelers een gewenste ontwikkeling is.

Concluderend kan gesteld worden dat men in de praktijk steeds meer aandacht krijgt voor de CO_2-dosering; in de glasgroenteteelt loopt hierin voorop, de snijbloemen- en potplantenteelt volgen op enige afstand. Daarnaast gaat men steeds hogere CO_2-niveaus doseren. Als een gevolg van deze ontwikkelingen zijn ook de fysieke productie en het kwaliteitsniveau flink gestegen. Per saldo kan een toenemende CO_2-dosering daarom een positief effect hebben op de energie-efficiëntie van de sector. In hoofdstuk 7 zal uitgebreider in worden gegaan op wat kwantitatieve aspecten van de CO_2-dosering en de bijkomende factoren (gebruik minimumbuis en warmtebuffer).

6.7 Assimilatiebelichting

Assimilatiebelichting wordt in de productieglastuinbouw alleen in de snijbloemen- en potplantenteelt toegepast en komt in 1995 op 8% van het glastuinbouwareaal voor (Van der Velden et al., 1997). Belichting wordt gebruikt op snijbloemenbedrijven (68% van het belichte areaal), potplantenbedrijven (13% van het belichte areaal) en bij de opkweek van jonge planten, goed voor 17% van het belichte areaal (Van Rijssel et al., 1995b). Het areaal belichte snijbloemen en potplanten laat in de afgelopen jaren een stijgende trend zien

(Bakker et al., 1996). Voor het opwekken van de voor de belichting benodigde elektriciteit wordt op ruim 70% van het belichte areaal een W/K-installatie gebruikt, die in de meeste gevallen eigendom is van de teler. In de rozenteelt wordt assimilatiebelichting het meest toegepast (op 50% van het areaal), gevolgd door potplanten, lelies, chrysanten en gerbera's.

Het is vooral in de chrysanten- en gerberateelt onduidelijk of de investering in assimilatiebelichting bedrijfseconomisch gezien rendabel is (Vernooy, 1996, Honkoop, 1997). Dit hangt vooral af van de prijzen die 's winters voor de bloemen worden ontvangen. De voordelen van het belichten worden daarom gezien in het verbeteren van de concurrentiepositie. Door hogere lichtniveaus in roos is de winterkwaliteit verbeterd, waardoor het Nederlandse product de concurrentie met de import goed aan kan (Duys, 1997). Ook belichtende chrysantenbedrijven kunnen 's winters een wat betere kwaliteit aanbieden en daarnaast gekleurde rassen aanvoeren. Gerberabedrijven met belichting kunnen 's winters beter concurreren met Israël, in de hoop op die manier klanten te binden die jaarrond willen afnemen (Honkoop, 1997).

Bij het belichten wordt door de lampen behoorlijk veel warmte geproduceerd, die benut kan worden voor het verwarmen van de kas. Bij onderzoek op belichtende chrysantenbedrijven bleek echter dat deze bedrijven slechts 1,5 m^3/m^2 gas minder verstookten in vergelijking met niet-belichtende bedrijven (Vernooy, 1996). Dit komt waarschijnlijk doordat belichtende bedrijven intensiever telen, dat wil zeggen meer teelten per jaar hebben en ook rassen telen met een hogere warmtebehoefte dan bedrijven zonder assimilatiebelichting.

In de rozenteelt leveren de lampen bij een gemiddelde belichtingsintensiteit op jaarbasis ongeveer 20% van de benodigde warmte. Het effect hiervan op het gasverbruik ten behoeve van de kasverwarming is niet duidelijk, omdat de meeste belichtende rozentelers naast de ketel een WK-installatie hebben die gas verbruikt. Bij gebruik van een W/K-installatie zal het gasverbruik zo'n 5-10 m^3/m^2 per jaar toenemen (Vernooy, 1995). Een probleem bij het toepassen van belichting in combinatie met een eigen W/K-installatie en CO_2-dosering met de ketel is het optreden van een warmteoverschot. Dit houdt in dat in de zomerperiode gedurende een aantal weken de warmtevraag kleiner is dan de warmteproductie door W/K-installatie, lampen en ketel (die draait voor de CO_2-dosering). De grootte van dit warmteoverschot hangt af van het aantal belichtingsuren, de belichtingsintensiteit en de temperatuurbehoefte van het geteelde ras. Het warmteoverschot wordt afgelucht of via noodkoelers buiten de kas afgevoerd, waardoor de mogelijke energiebesparing van de W/K-installatie kleiner wordt.

In de rozenteelt is de laatste jaren het belichte areaal, evenals de gemiddelde belichtingsintensiteit gestegen. Dit uit uit zich in een toenemend gasverbruik: van 1992-1996 is volgens de LTB het gasverbuik (inclusief W/K) van belichtende rozenbedrijven met bijna 20 m^3/m^2 gestegen (Duys, 1997). Tot voor kort was een belichtingsintensiteit van ongeveer 4.500 lux per m^2 standaard, maar tegenwoordig zijn er telers die deze intensiteit verhogen naar 7.000 lux of zelfs 9.000 lux per m^2 (Hogenboom, 1997). Een rem op deze ontwikkeling is het het warmteoverschot dat toeneemt bij hogere belichtingsintensiteiten. In de praktijk kan dit probeem deels worden opgelost door de kastemperatuur

met 1½-2° C te laten oplopen, en door een deel van de elektriciteit van het net te betrekken (Van der Meer, 1995). Daarnaast kan het gebruik van een rookgasreiniger op de W/K-unit het CO_2 doseren met de W/K-installatie mogelijk maken waardoor CO_2-dosering met de ketel niet meer nodig is. Op deze manier wordt het warmteoverschot kleiner en kan er energie worden bespaard.

In tabel 6.2 staat een kort samenvattend overzicht van diverse teelt- en klimaatmaatregelen in enkele belangrijke gewassen.

Tabel 6.2 Overzicht toegepaste teelt- en klimaatmaatregelen in enkele gespecialiseerde groente- en bloemengewassen en potplanten

Gewas	Gasverbruik in 1996 (m^3/m^2)	Teelttemperatuur		Toepassing scherm	Gem. minimumbuis-temp. (zomer)		Ingestelde streef-waarde CO_2 (zomer)		Aanwezigheid warmtebuffer	Toepassing assimilatie-belichting
		dag (°C)	nacht (°C)		dag (°C)	nacht (°C)	met w.v.	zonder w.v.		
Tomaat	68	18,5	18	nauwelijks	46	41	960	450	vaak aanwezig	n.v.t.
Komkommer	58,8	21	18,5	merendeel	48	45	720	410	vaak aanwezig	n.v.t.
Paprika	55	21,5	19	alle	45	n.b.	850	430	vaak aanwezig	n.v.t.
Roos	56,1 (grootbl.) 84,1 (kleinbl.) (incl. W/K)	19	17	meeste: neemt wel af	37	40	820	510	sporadisch	vaak toegepast
Chrysant	44,2	18	19	alle (i.v.m. verduistering	39	n.b.	1.100	500	sporadisch	sommigen
Potplanten	48,7	19	19	(vrijwel) alle	n.b.	n.b.	650	500	n.b.	sommigen

Bron: Vermeulen et al., 1994; Bin LEI-DLO (gasverbruiken).
w.v. = warmtevraag
n.b. = niet bekend

7. EFFECT VAN INTENSIVERING OP ENERGIE-GEBRUIK

7.1 Inleiding

In de hoofdstukken 3 tot en met 5 zijn de ontwikkelingen in areaal, brandstofintensiteit en fysieke productie beschreven, gevolgd door ontwikkelingen in teelt- en klimaatmaatregelen in hoofdstuk 6. In paragraaf 7.2 zal de relatie tussen brandstofintensiteit en intensivering in de gehele glastuinbouwsector en in de glasgroentesector naar voren komen. Vervolgens zal in paragraaf 7.3 een kwantitatieve analyse van de intensivering uitgevoerd worden. Er zal hierbij gekeken worden of het effect van de intensivering op de brandstofintensiteit in de glastuinbouwsector verklaard kan worden door de ontwikkelingen in energiebesparende opties en ontwikkelingen in toegepaste teelt- en klimaatmaatregelen. Voor deze analyse zullen de effecten van ontwikkelingen in energiebesparende opties en teelt- en klimaatmaatregelen zo goed mogelijk gekwantificeerd worden.

7.2 Analyse van de relatie tussen brandstofintensiteit en intensivering

Met behulp van tabel 3.1 (ontwikkeling areaal) en 4.1 (ontwikkeling brandstofintensiteit) is het mogelijk om het effect van de intensivering op het brandstofverbruik van de sector vast te stellen. De brandstofintensiteit gaat uit van de energiebehoefte (exclusief elektriciteit) van de sector vóór omrekening naar primair brandstofverbruik. De ontwikkeling van de gemiddelde brandstofintensiteit van de gehele sector in een periode wordt bepaald door de ontwikkeling van de intensivering. De intensivering is het gevolg van enerzijds verschuivingen in areaal tussen de 3 subsectoren, en anderzijds veranderingen van de gemiddelde brandstofintensiteit in de 3 subsectoren. In de volgende tabel staat de ontwikkeling van de brandstofintensiteit in 4 jaren ten opzichte van 2 basisjaren (1980 en 1988), evenals de uitsplitsing in de beide intensiveringseffecten. Dit is gedaan met behulp van areaal- en brandstofintensiteitindexcijfers. Er is gerekend met brandstofintensiteitcijfers die voor buitentemperatuur zijn gecorrigeerd, om zo de invloed van het buitenklimaat op het brandstofverbruik te elimineren. Voor een beschrijving van deze correctiemethode wordt verwezen naar Van der Velden et al., (1997).

In de periode 1980-1995 is bijvoorbeeld de gemiddelde brandstofintensiteit in de sector met 12% gestegen. Hiervan komt 5,3% voor rekening van een verschuiving in areaal tussen de 3 subsectoren, en is 6,8% het gevolg van toegenomen brandstofintensiteit in de 3 subsectoren. Deze toegenomen brandstofintensiteit in de 3 subsectoren is op zijn beurt weer opgebouwd uit areaal-

Tabel 7.1 Procentuele ontwikkeling van de brandstofintensiteit (gecorrigeerd voor buitentemperatuur) in 1988 en 1995 ten opzichte van de basisjaren 1980 en 1988 + uitsplitsing in 2 intensiveringseffecten (%) a)

	Gehele periode	Deelperioden	
Basisjaar	1980	1980	1988
Tot en met	1995	1988	1995
Brandstofintensiteit	12	1,4	16
Intensivering ver-Schuiving subsectoren	5,3	8,1	1,1
Intensivering brand-Stofintensiteit	6,8	-6,2	14,9

a) De som van de twee intensiveringseffecten is niet gelijk aan de ontwikkeling van de brandstofintensiteit omdat de beide effecten niet additioneel, maar multiplicatief zijn.

verschuivingen tussen gewassen binnen subsectoren, en een verandering van de brandstofintensiteiten van de gewassen binnen de subsectoren.

Uit de tabel blijkt dat de verschuiving naar energie-intensievere subsectoren (dat wil zeggen overschakeling van glasgroenten naar snijbloemen of potplanten, en van snijbloemen naar potplanten) vooral in de jaren tachtig effect heeft gehad op de brandstofintensiteit van de gehele sector. In de periode 1980-1988 hebben verschuivingen in areaal tussen de 3 subsectoren namelijk geleid tot een 8,1% hogere brandstofintensiteit. In diezelfde periode was er echter sprake van een extensivering van de brandstofintensiteit (als gevolg van de hoge gasprijzen) van -6,2%, zodat per saldo de gemiddelde brandstofintensiteit in de sector met slechts 1,4% is gestegen. In de jaren negentig zet de verschuiving naar energie-intensieve sectoren wel door, maar is de hierdoor veroorzaakte toename in brandstofintensiteit erg laag (van 0,6 tot 1,1% afhankelijk van welke periode wordt bekeken). In de periode 1988-eerste helft jaren negentig is dan ook de stijging van de brandstofintensiteit in de 3 subsectoren grotendeels verantwoordelijk voor de toename van de gemiddelde brandstofintensiteit in de gehele sector. Dit wijst erop dat vanaf het eind van de jaren tachtig de toegenomen brandstofintensiteit in de glastuinbouwsector grotendeels veroorzaakt wordt door veranderingen in toegepaste teelt- en klimaatmaatregelen en areaalverschuivingen tussen gewassen binnen de 3 subsectoren.

Van de 3 subsectoren zijn alleen voor de glasgroenten voldoende gegevens beschikbaar om een inschatting te kunnen maken van de effecten van intensivering binnen deze subsector. De uitkomsten moeten wel met de nodige voorzichtigheid geïnterpreteerd worden, omdat er wordt uitgegaan van een relatief klein aantal bedrijven uit het Informatienet. Daarnaast moet nog vermeld worden dat de berekeningen uitgevoerd zijn met gemiddelde geregistreerde gasverbruiken (aardgas, restwarmte en W/K-warmte, niet voor buitentemperatuur gecorrigeerd) op de steekproefbedrijven, terwijl in de berekenin-

gen voor de gehele sector hierboven is uitgegaan van de gemiddelde brandstofintensiteit (aardgas, olie, restwarmte en W/K-warmte) in de sector, gecorrigeerd voor buitentemperatuur. De gebruikte gegevens hebben dus een iets andere basis.

Uit berekeningen kwam naar voren dat in de glasgroenteteeelt het gewogen gemiddelde gasverbruik van tomaat, komkommer en paprika van 1988-1995 met 1,4% is gedaald. Deze 1,4% kwam tot stand door een intensiveringseffect als gevolg van verschuivingen tussen arealen van -6,0% en een gasverbruiksintensiveringseffect van +4,6%. Het lijkt erop dat er door de overschakeling van tomaat naar het minder energie-intensieve gewas paprika door de glasgroentesector ongeveer 6% minder gas wordt gebruikt, maar dat deze daling voor een groot deel teniet wordt gedaan door een stijging met 4,6% van de gasverbruiken per m^2 in tomaat, komkommer en paprika.

7.3 Kwantitatieve analyse intensivering

Voor de kwantitatieve analyse van de intensivering zal de periode 1990-1995 in beschouwing worden genomen, omdat voor deze periode gegevens over penetratiegraden van energiebesparende opties bekend zijn uit het project "Monitoring" (Van der Velden et al., 1996b). Er zal gekeken worden of het nettoeffect van de toename van de brandstofintensiteit en het effect van energiebesparende opties verklaard kan worden door de veranderde toepassing van de diverse teelt- en klimaatmaatregelen in beschouwing te nemen. In de paragrafen 7.3.2 tot en met 7.3.4 zullen achtereenvolgens de toename van de brandstofintensiteit, het effect van toegenomen penetratiegraden van energiebesparende opties en de veranderingen in toegepaste teelt- en klimaatmaatregelen worden geanalyseerd.

7.3.1 Toename brandstofintensiteit

Voor de periode 1990-1995 zijn dezelfde berekeningen uitgevoerd als in tabel 7.1, met de volgende resultaten:

stijging gemiddelde brandstofintensiteit in de sector:	3,7%;
intensivering areaalverschuiving subsectoren:	1,0%;
intensivering brandstofintensiteit:	2,8%.

De stijging van van 3,7% is dus veroorzaakt door een verschuiving in areaal tussen de 3 subsectoren (+1,0%) en een toename van de brandstofintensiteit in de 3 subsectoren (+2,8%). De toename van de brandstofintensiteit in de drie subsectoren kan weer worden opgesplitst in een effect van areaalverschuivingen tussen gewassen binnen de subsectoren, en het effect van veranderde teelt- en klimaatmaatregelen.

Wat opvalt is dat de stijging van 3,7% een stuk kleiner is dan de stijging in bijvoorbeeld de periode 1988-1995 (16%; zie tabel 7.1). Dit betekent dat de jaren 1988 en 1989 een grote invloed hebben gehad op de stijging van de brandstofintensiteit, wat te verklaren is door te kijken naar de gasprijs. Het jaar

1988 is namelijk het tweede achtereenvolgende jaar waarin de gasprijs zich op een laag niveau bevindt (17 à 18 ct, prijspeil 1980), en de marginale opbrengsten bij de inzet van extra energie zijn dan al snel hoger dan de marginale kosten. De tuinders leren de voordelen van een lage gasprijs te benutten, waardoor het gasverbruik zal toenemen.

In de jaren negentig zet de stijging van de brandstofintensiteit door, maar wel op een lager niveau.

7.3.2 Effect van toegenomen penetratiegraden energiebesparende opties

Uit het jaarlijkse onderzoek "Energiemonitoring" (Van der Velden et al., 1996b) zijn voor de periode 1990-1995 de penetratiegraden van diverse energiebesparende opties bekend. Ontwikkelingen in penetratiegraden vermenigvuldigd met een "gemiddeld" besparingspercentage van elke optie geeft een indicatie van de besparing door de gehele sector. Er moet opgemerkt worden dat de ontwikkelingen in penetratiegraden niet allemaal dezelfde basis hebben, dat wil zeggen de aanwezigheid van energiebesparende opties wordt uitgedrukt in een percentage van het aantal bedrijven, of als percentage van het areaal. Er is zo goed mogelijk geprobeerd om alles naar de gehele sector om te rekenen. De besparingspercentages van de opties zijn afkomstig uit diverse onderzoeken.

In de onderstaande tabel staan de ontwikkelingen in penetratiegraden van de diverse energiebesparende opties, hun besparingspercentage en het berekende effect op de brandstofintensiteit van de gehele sector. De getallen die de berekende besparing door de gehele sector weergeven moeten met de nodige voorzichtigheid worden geïnterpreteerd.

Tabel 7.2 Ontwikkelingen in penetratiegraden van de energiebesparende opties met hun effect op de brandstofintensiteit van de gehele sector in de periode 1990-1995.

Optie		Penetratie-graad (%) b)	Besparing (%)	Besparing (% gehele sector
Condensor	- op apart net	+8,5	7,5 a)	0,6
	- op retour	-6	3,4 a)	-0,2
	- combicond.	0	9,9 a)	0
Schermen	- vast	-4	10 a)	-0,4
(incl. gevel-isolatie)	-beweegbaar	+7,5	20 c)	1,5
Warmtebuffer		+4,5	4,2 a)	0,2
Klimaatcomputer		+12	3	0,4
Totale besparing (%) gehele sector				2 (2,1)

a) Afkomstig uit Van der Velden et al., 1996c; b) Afkomstig uit Van der Velden et al., 1996b; c) Afgeleid uit Van der Sluis et al., 1995 en Goossens et al., 1997.

Uit de tabel komt naar voren dat in de periode 1990-1995 als gevolg van de toegenomen penetratiegraden van opties de energiebesparing door de sector oploopt tot ongeveer 2%, ofwel 80 miljoen m^3 aardgas. Dit houdt in dat vanaf 1995 (in vergelijking met 1990) elk jaar 2% brandstof bespaard wordt door de gestegen toepassing van energiebesparende opties. Over 10 jaar bezien is dit bijna een miljard m^3 aardgas.

De 2% besparing is berekend door middel van vermenigvuldiging van de afzonderlijke besparingspercentages. Dit is nodig omdat de diverse energiebesparende opties elkaar beconcurreren waardoor de maximale energiebesparing (verkregen door optelling van de afzonderlijke besparingspercentages) in de praktijk niet haalbaar is.

De gehele sector heeft van 1990-1995 echter niet 2% brandstof bespaard, maar is per m^2 2,8% meer gaan gebruiken. Deze stijging van bijna 3% is veroorzaakt door areaalverschuivingen tussen gewassen binnen de 3 subsectoren, en door een veranderde toepassing van teelt- en klimaatmaatregelen. Zonder de toepassing van energiebesparende maatregelen zou de stijging van het brandstofverbruik echter een stuk hoger zijn geweest.

7.3.3 Veranderingen in toegepaste teelt- en klimaatmaatregelen

Door veranderingen in toepassing van onderstaande teelt- en klimaatmaatregelen, en areaalverschuivingen tussen gewassen binnen subsectoren is de brandstofintensiteit in de periode 1990-1995 gestegen. Hieronder volgen de belangrijkste teelt- en klimaatmaatregelen met een korte beschouwing over hun mogelijke effect op de gestegen brandstofintensiteit:

- stijging van de gemiddelde teelttemperatuur. Dit is mogelijk, maar er is weinig over bekend. Dit zou daarom meegenomen moeten worden bij onderzoek naar intensivering op bedrijfsniveau;
- veranderingen in schermgebruik. Ofschoon de penetratiegraad van beweegbare schermen nog steeds toeneemt, is het mogelijk dat het gebruik van schermen (aantal schermuren) wel afneemt. Zo bestaat de indruk datin de laatste paar jaar op rozenbedrijven minder uren geschermd wordt of zelfs helemaal geen scherm meer wordt toegepast. Dit komt doordat hogere belichtingsintensiteiten in combinatie met w/k-gebruik en CO_2-dosering met de ketel vaker warmteoverschotten veroorzaken. Er zijn echter geen onderzoeksresultaten over dit onderwerp beschikbaar zodat kwantificering moeilijk is;
- toename van het areaal met belichting evenals toename van de belichtingsintensiteit in combinatie met een toenemend eigen W/K-gebruik, waardoor er (zeker bij CO_2-dosering met de ketel) vaker warmteoverschotten ontstaan. Het gasverbruik per m^2 stijgt bij toepassing van assimilatiebelichting dan ook fors. Naar het effect van de toegenomen assimilatiebelichting op de gemiddelde brandstofintensiteit van de sector is nog weinig onderzoek verricht, waardoor kwantitatieve gegevens niet beschikbaar zijn. Door een toename van het areaal met belichting en een

stijgende belichtingsintensiteit zal de invloed van belichting op de brandstofintensiteit van de sector in de toekomst groter worden;

- veranderingen in gebruik van minimumbuis. Het percentage telers dat een minimumbuis toepast is redelijk constant: 80% in de periode 1990-1995. Op twee derde van het areaal wordt een minimumbuis ingezet met als hoofddoelen CO_2-dosering en klimaatregeling, op de rest is het hoofddoel van de minimumbuis alleen klimaatbeheersing (Van der Velden et al., 1997). Het is mogelijk dat de toegenomen aandacht voor CO_2-dosering heeft geleid tot het intensiever toepassen van een minimumbuis en daardoor een hogere brandstofintensiteit; kwantitatief inzicht op bedrijfsniveau van het aantal uren dat de minimumbuis wordt ingezet en de minimumbuistemperatuur ontbreken echter;
- intensivering van de CO_2-dosering. Bij de relatie tussen CO_2-dosering en brandstofintensiteit zijn de volgende factoren van belang: aantal bedrijven dat CO_2 doseert, aantal kilo CO_2 dat wordt gedoseerd in perioden zonder warmtevraag (dit hangt samen met het ingestelde gewenste CO_2-niveau in de kas) en aantal bedrijven dat een warmtebuffer gebruikt. Het percentage bedrijven dat CO_2 doseert is in 1990-1995 vrijwel constant met 80%; wel is in tabel 7.3 te zien dat het percentage bedrijven dat CO_2 doseert zonder warmtevraag is toegenomen (Van der Velden et al., 1996b). Het percentage bedrijven dat zuivere CO_2 doseert is in de periode 1990-1995 vrijwel constant (rond de 5%).

Tabel 7.3 Aandeel bedrijven dat CO_2 doseert zonder warmtevraag (als percentage van het totaal aantal bedrijven)

Jaar	1991	1992	1993	1994	1995
Aandeel bedrijven	42	44	45	50	50

Bron: Bedrijven-Informatienet.

De stijging van het percentage bedrijven dat doseert zonder warmtevraag is groter (+8% in de periode 1990-1995) dan de stijging van het percentage bedrijven dat een buffer heeft geïnstalleerd (+ 5,4% in de periode 1990-1995). Dit betekent dat er naar verwachting steeds meer warmte niet nuttig gebruikt zal worden. Bij gebruik van een warmtebuffer kan de hoeveelheid gedoseerde CO_2 sterk stijgen; het is echter mogelijk dat niet alle opgeslagen warmte 's nachts benut kan worden zodat deze alsnog vernietigd moet worden. Zo blijkt dat op 14% van de bedrijven met een warmtebuffer toch nog een minimumbuis toegepast wordt ten behoeve van de CO_2-dosering (Van der Velden et al., 1994). Daarom zal, vooral tijdens warme zomers indien tuinders hun CO_2-doseerstrategie niet aanpassen, het gasverbruik stijgen. Uit de verkoopstatistieken van de Gasunie blijkt dat het aandeel gasverbruik in de maanden juni, juli en augustus (als percentage van het totale jaarverbruik) is gestegen van ongeveer 6% in 1982 tot ongeveer 12% in 1996. Dit is een aanwijzing

dat er steeds meer gas voor de CO_2-dosering (in perioden zonder warmtevraag) gebruikt wordt.

Wat betreft de hoeveelheden CO_2 die gedoseerd worden blijken er in de praktijk grote verschillen aanwezig te zijn tussen bedrijven. Van der Sluis et al., (1995) vonden in hun onderzoek op 40 tomatenbedrijven grote verschillen in CO_2-gift, wat te zien is in tabel 7.4. In deze tabel wordt de gemiddelde CO_2-intensiteit voor de 40 bedrijven, evenals de maximale en de minimale CO_2-intensiteit in 2 teeltseizoenen weergegeven. De CO_2-intensiteit wordt hierbij gedefinieerd als de hoeveelheid aardgas waarvan de rookgassen gebruikt worden voor CO_2-dosering in de kas, uitgedrukt in kg CO_2 per m^2 kas per periode.

Tabel 7.4 CO_2-intensiteit ketel (in kg CO_2/m^2) in 2 teeltseizoenen

Teeltseizoen	Gemiddelde	Minimum	Maximum
1992/1993	33,4	14,1	50,0
1993/1994	33,2	11,4	52,5

Bron: Van der Sluis et al., 1995.

Opvallend in tabel 7.4 is de grote spreiding rond het gemiddelde. De verwachting is dat de bedrijven die nu nog laag in hun CO_2-dosering zitten steeds me er CO_2 zullen gaan geven omdat tuinders hoe langer hoe meer inzien dat dit een rendabele teeltmaatregel is. Uit Van der Sluis et al., (1995) kwam ook naar voren dat CO_2 doseren 's zomers zonder meer rendabel is. Er werd berekend dat (binnen de grenzen van de waarnemingen in het onderzoek) 1 kg CO_2 ongeveer 0,24 kg extra tomaten oplevert. Zelfs bij lage tomatenprijzen loont het dan nog om meer CO_2 te gaan doseren. Ook het gasverbruik in de zomer (week 20 tot en met 42) dat samenhangt met CO_2-dosering is in bovengenoemd onderzoek geanalyseerd. Er kwam naar voren dat in de zomer van 1993 op niet-bufferbedrijven 1 kg extra gedoseerde CO_2 0,3 m^3 gas extra kost. Op bedrijven met een buffer was dit 0,2 m^3 gas extra. In de warme zomer van 1994 kostte 1 kg CO_2 ongeveer 0,4 m^3 gas extra, zowel op bufferbedrijven als op niet-bufferbedrijven. Dit geeft aan dat de bufferbedrijven de overdag opgeslagen warmte 's nachts moeilijk nuttig konden gebruiken, waardoor een verhoging van de CO_2-intensiteit ondanks de aanwezigheid van een buffer samengaat met een verhoging van het gasverbruik. Uitgaande van het gegeven dat 1 m^3 aardgas 1,8 kg CO_2 oplevert betekent het dat in de zomer van 1994 ongeveer 70% van het verstookte gas wordt gebruikt voor de CO_2-doseren. In de gematigde zomer van 1993 was dit ongeveer 35%.

Concluderend wordt gesteld dat waarschijnlijk een groot deel van de gestegen brandstofintensiteit in de periode 1990-1995 wordt veroorzaakt doordat er steeds intensiever (op meer bedrijven en hogere niveaus) CO_2 zal worden gedoseerd in perioden zonder warmtevraag. De warmte zal hierbij met een minimumbuis in de kas worden gebracht of worden opgeslagen in een warmtebuffer. Vooral 's zomers zal deze opgeslagen warmte niet altijd

's nachts volledig benut kunnen worden, waardoor er alsnog warmte vernietigd wordt. Voldoende inzicht in de gedoseerde hoeveelheden CO_2 op bedrijfsniveau, toepassing van de minimumbuis voor CO_2-dosering en CO_2-doseerstrategie bij aanwezigheid van een warmtebuffer ontbreekt echter.

7.4 Toekomstige ontwikkelingen

Ofschoon het het onderzoek van Van der Sluis et al., (1995) alleen in het gewas tomaat is uitgevoerd is de verwachting dat bepaalde ontwikkelingen (meer aandacht voor CO_2-dosering, hogere CO_2-giften, toepassing van een buffer) zich ook in andere gewassen voordoen. Dit intensiveringsproces is een logische ontwikkeling die zich ook in de toekomst voort zal zetten, niet alleen in de glasgroentegewassen, maar ook in snijbloemen en potplanten die op zekere afstand volgen. Naar verwachting zullen de gedoseerde hoeveelheden CO_2 in de snijbloemen- en potplantenteelt nog sterk toenemen. De dosering van CO_2 is een leerproces, waarbij telers meer CO_2 zullen gaan doseren zolang de marginale opbrengsten van het extra CO_2 hoger zijn dan de marginale kosten.

Daarnaast is de verwachting dat het areaal met assimilatiebelichting evenals de belichtingsintensiteit ook in de toekomst zullen blijven groeien waardoor vooral de snijbloemensector steeds brandstofintensiever zal worden.

De fysieke productie is in de jaren tachtig flink gestegen (gemiddeld 4% per jaar). In de jaren negentig valt de stijging met gemiddeld 2% per jaar een stuk lager uit. Het is de verwachting dat ook in de toekomst de stijging van de fysieke productie lager zal zijn dan in de jaren tachtig. Alleen bij belangrijke sectorbrede innovaties (zoals de overstap op substraat in de jaren tachtig) zal de fysieke productie sneller kunnen stijgen. Daarnaast wordt de procentuele toename per jaar over een steeds hogere absolute fysieke productie berekend, waardoor het moeilijker is om hoge procentuele toenames te blijven volhouden.

8. CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN

8.1 Conclusies

Op basis van het onderzoek kunnen de volgende conclusies worden geformuleerd:

- de verschuivingen in areaal tussen subsectoren hebben vooral in de jaren tachtig effect gehad op de stijging van de gemiddelde brandstofintensiteit van de gehele sector. In de periode 1988 tot het midden van de jaren negentig is de toename van de brandstofintensiteit in de 3 subsectoren grotendeels verantwoordelijk voor de gestegen gemiddelde brandstofintensiteit van de gehele sector. Dit betekent dat vanaf het eind van de jaren tachtig vooral het intensiever toepassen van teelt- en klimaatmaatregelen en de areaalverschuivingen tussen gewassen binnen de 3 subsectoren verantwoordelijk zijn voor de toegenomen gemiddelde brandstofintensiteit;
- in de periode 1990-1995 is de gemiddelde brandstofintensiteit in de sector met 3,7% gestegen. Dit percentage is opgebouwd uit het effect van een verschuiving naar brandstofintensievere subsectoren van 1,0% en uit het effect van de toename van de brandstofintensiteit in de 3 subsectoren van 2,8%. Deze 2,8% wordt bepaald door veranderingen in de toegepaste teelt- en klimaatmaatregelen en areaalverschuivingen tussen gewassen binnen de 3 subsectoren;
- als gevolg van de gestegen penetratiegraden van energiebesparende opties is in de periode 1990-1995 de jaarlijkse brandstofbesparing opgelopen tot ongeveer 2% per jaar (circa 80 miljoen m^3 a.e.) Dit betekent dat zonder de gestegen penenetratiegraden van energiebesparende opties de hierboven genoemde stijging van de brandstofintensiteit van 3,7% een stuk hoger geweest zou zijn;
- van de onderzochte teelt- en klimaatmaatregelen worden vooral assimilatiebelichting en CO_2-dosering in de afgelopen 10 jaar steeds intensiever toegepast. Steeds meer telers (ook in de snijbloemen- en potplantensector) raken overtuigd van het nut van CO_2-dosering, en de hoeveelheden gedoseerde CO_2 nemen steeds toe. Ook is het percentage bedrijven dat CO_2 doseert in perioden zonder warmtevraag van 1991 tot en met 1995 gestegen. Het is daarom aannemelijk dat de CO_2-dosering in perioden zonder warmtevraag een belangrijk aandeel heeft in het gestegen brandstofverbruik in de sector, vooral ook omdat intensivering van de CO_2-dosering in de gehele glastuinbouwsector speelt;
- het areaal met assimilatiebelichting is de laatste jaren toegenomen, en ook de belichtingsintensiteit (geïnstalleerd vermogen per m^2) is gestegen.

Intensivering van de belichting met gebruik van een eigen W/K in combinatie met CO_2-dosering met de ketel leidt in veel gevallen tot het vaker optreden van warmteoverschotten en hierdoor een hoger brandstofverbruik. Ook wordt toepassing van een scherm minder rendabel;

- een stijging van de gemiddelde teelttemperatuur in de belangrijkste teelten kan invloed hebben gehad op de toegenomen brandstofintensiteit in de sector. Het is echter niet bekend of de gemiddelde teelttemperatuur in verschillende gewassen in periode 1990-1995 is veranderd;
- indien men het toekomstige energieverbruik in de glastuinbouwsector probeert te schatten/berekenen dan zou men rekening moeten houden met de autonome stijging van de brandstofintensiteit als gevolg van de intensivering. De ontwikkeling naar een steeds intensievere bedrijfsvoering zal naar verwachting ook in de toekomst doorgaan.

8.2 Aanbevelingen

De intensivering op sectorniveau is opgebouwd uit verschillende intensiveringsontwikkelingen die op bedrijfsniveau hebben plaatsgevonden. Er kan hierbij gedacht worden aan areaalverschuivingen tussen gewassen binnen de 3 subsectoren, veranderde teelt- en klimaatmaatregelen die op individuele bedrijven zijn doorgevoerd, enzovoort. Er is echter weinig kwantitatieve informatie beschikbaar over deze ontwikkelingen op bedrijfsniveau. Naar aanleiding van dit onderzoek worden daarom de volgende aanbevelingen gedaan:

- in het uitgevoerde onderzoek is geprobeerd om de gestegen brandstofintensiteit te verklaren door te kijken naar ontwikkelingen op (sub)sectorniveau. Het verdient aanbeveling om vervolgens te onderzoeken hoe de intensivering op individuele bedrijven tot uiting komt. Aanbevolen wordt het onderzoek te richten op de volgende aspecten: teelttemperatuur, teeltduur, CO_2-dosering in perioden met/zonder warmtevraag, belichtingsduur- en intensiteit, areaalverschuivingen binnen subsectoren, enzovoort. Getracht moet worden of de invloed van deze factoren op de brandstofintensiteit te kwantificeren is;
- meer inzicht is gewenst in het denken en handelen door telers op het gebied van energie. Voor telers is niet de absolute hoogte van het energieverbruik van belang, maar eerder de vraag wat het economisch optimum is, dat wil zeggen welke combinatie van teelt- en klimaatmaatregelen is in de diverse teelten vanuit bedrijfseconomisch oogpunt optimaal. Het energieverbruik is een afgeleide hiervan, waarbij ook het ondernemersgedrag ten aanzien van risico een belangrijke rol speelt. De inzet van (extra) energie wordt vaak als een soort verzekering gezien tegen het optreden van ziekten in het gewas. Er wordt aanbevolen nader onderzoek te verrichten naar de bedrijfseconomisch optimale mix van teelt- en klimaatmaatregelen met het bijbehorende gasverbruik. Daarnaast zouden de verschillen in risicobeleving tussen tuinders onderzocht moeten worden,

en de wijze waarop telers (bijvoorbeeld door de inzet van extra energie) risico's proberen te beperken;
- uit het onderzoek is naar voren gekomen dat de teeltmaatregel CO_2-doseren in perioden zonder warmtevraag een belangrijke oorzaak is van de intensivering van de brandstofintensiteit in de glastuinbouw. Het is daarom erg belangrijk dat veel meer glastuinbouwbedrijven de beschikking krijgen over energiezuinig geproduceerde CO_2 tegen een concurrerende prijs.

Tot slot wordt opgemerkt dat intensivering vanuit economisch oogpunt een logische ontwikkeling is in het gehele ontwikkelingsproces van de glastuinbouw, die noodzakelijk is voor de continuïteit van de bedrijven. Het telen van tuinbouwproducten is een economische aangelegenheid, waarbij economische groei, gebaseerd op het principe van marginale kosten/marginale opbrengsten, voorop staat.

LITERATUUR

Ammerlaan. K. (1995)
Energie marktgericht inzetten is de trend; In: Vakblad voor de Bloemisterij nr. 37, pp. 54-55

Anonymus (1996)
Scoren met energiebesparing; In : Oogst, 3 mei; pp. 38-39

Anonymus (1997a)
Verplichte donkerperiode veroorzaakt problemen; In: Vakblad voor de Bloemisterij nr. 39, pp.53

Anonymus (1997b) (1997)
CO_2-bemesting met rookgassen van WIK-gasmotoren; Driebergen-Rijssenburg, Projektbureau Warmte/Kracht, november

Bakker, J. (1994)
Vraagtekens bij doel minimumbuis; In: Groenten en Fruit/glasgroenten, nr. 2, pp. 10-11

Bakker, T en P.C. Damen (1995)
Rozentelers werken aan verlaging van het energieverbruik; In: Vakblad voor de Bloemisterij, nr. 34, pp. 46-47

Bakker, J.A., T. Blaquière en J. de Hoog (1996)
Kwalitatieve neveneffecten van assimilatiebelichting; Aalsmeer, Proefstation voor Bloemisterij en Glasgroente, Rapport 53

Bakker, J.C., B.J. van der Sluis, F.L.K. Kempkes en H.F. de Zwart (1997)
Energiebesparing door warmtebuffers in de glastuinbouw. Fase 1 voorstudie en meetmethode-ontwikkeling. Eindrapportage; Wageningen, Instituut voor Milieu en Agritechniek (IMAG-DLO), Nota P 97-68

Blacquière, Tj en L. H. M. Stapel-Cuijpers (1996)
Invloed van CO_2 op de productie van potplanten en snijbloemen. Literatuurstudie; Aalsmeer, Proefstation voor Bloemisterij en Glasgroente, Rapport 47

Boonekamp, G. (1994)
Leren van verschillen; In: Groenten en Fruit/glasgroenten, nr. 2, pp. 8-9

Breuer, J.J.G. (1983)
Rekenmodel energiebehoefte in kassen; 2 delen; Wageningen, Instituut voor Machines, Arbeid en Gebouwen (IMAG-DLO), Rapport 49

Buwalda, F. (1997)
Constante temperatuur niet nodig voor goed teeltresultaat; In: Vakblad voor de Bloemisterij, nr. 10, pp. 42-43

Carlier, M.J., L. Joziasse en S. Zwart (1993)
Energiebesparing in de agrarische sector; Wageningen, Agro Markt bv; Eindrapport

Compaijen, B en H. Reinold van Til (1983)
De Nederlandse economie. Beschrijving, voorspelling en besturing. Deel 1: De Nationale Rekeningen; Groningen, Wolters-Noordhoff

Coolen, E. (1995)
Ventilatoren als laatste hulpmiddel; In: Groenten en Fruit/glasgroenten, week 7, pp. 34-35

Duys, D. (1997)
Nederlandse rozentelers kunnen wereldwijde concurrentie aan; In: Vakblad voor de Bloemisterij nr. 36, pp. 66-68

Dijk, G. van (1997)
Kritisch onderzoek regelsystemen verbetert energiehuishouding; In: Groenten en Fruit/glasgroenten, week 44, pp.14-15

Esmeijer, M. en R. de Graaf (1997)
Minimale transpiratie van tuinbouwgewassen; In: Informatieboekje open middag energie op 8 oktober, Proefstation voor Bloemisterij en Glasgroente Naaldwijk, pp. 4.

Goossens, H.C.E.M., M.N.A. Ruijs, P.C.M. Vermeulen, J.J.G. Breuer, H.F. de Zwart, H.C. Jasperse, W. van der Kaay (1997)
Energiebesparing door optimaal gebruik van de bedrijfsuitrusting; Naaldwijk, Proefstation voor Bloemisterij en Glasgroente; Rapport 85

Graaf, R. de (1995)
Verrassende conclusies uit verdampingsonderzoek roos; In: Vakblad voor de Bloemisterij nr. 27, pp. 32-33

Hanemaaijer, B. (1995)
Energie besparen draait om durf; In: Groenten en Fruit/glasgroenten, week 33, pp. 22-23

Hogenboom, W. (1997)
Warmte van lampen is rem op belichting; In: Oogst, bijlage oogstplus voor de tuinbouw, 24 oktober 1997.

Honkoop, E. (1997)
Gloeilamp moet Nederlandse gerbera in de markt houden. Meer telers bieden gerbera 's winters ondersteunende belichting; In: Vakblad voor de Bloemisterij, nr. 43, pp. 122-123

Jasperse, H. (1997)
Goede klimaatregeling is energiezuinig; In: Groenten en Fruit/glasgroenten, week 13, pp. 14-15

Koning, A. de en F. Buwalda (1995)
Geïntegreerde klimaatregelgeving GFlg 5 of 7 pp. 18-19

KWIN (1997)
Kwantitatieve informatie voor de glastuinbouw 1997-1998; groenten-snijbloemen- potplanten; Naaldwijk, Proefstation voor de Bloemisterij en Glasgroente

Meer, M. van der (1995)
Meer licht, meer groei, meer winst..? Rozentelers expirimenteren met hoge lichtniveaus; In: Vakblad voor de Bloemisterij, nr. 6, pp. 94-95

Mol, C. (1991)
Gebruikers minimumbuis niet op één lijn; In: Groenten en Fruit/glasgroenten, nr. 21, pp. 10-11

Nieuwkoop, P. van, N.J.A. van der Velden en A.P. Verhaegh (in voorbereiding)
Elektriciteitsverbruik op glastuinbouwbedrijven. Analyse van de verschillen tussen bedrijven en van de oorzaken van de groei in de sector; Den Haag, Landbouw-Economisch Instituut (LEI-DLO)

Nunnink, E. (1996)
Rookgasreiniger kan dubbele winst opleveren; In: Groenten en Fruit/glasgroenten, nr. 40, pp. 10-13

Oostende, M. van (1996)
Informatiedagen energie: discussiëren en daarna kosten besparen; In: Vakblad voor de Bloemisterij nr. 40, pp. 40-41

PGF (1997)
Veilingstatistiek 1996; Den Haag, Productschap Groenten en Fruit

Rijsdijk, A.A. (1996)
Inventarisatie gebruik minimum buistemperatuur op tomatenbedrijven; Naaldwijk, Proefstation voor Bloemisterij en Glasgroente; Rapport 32

Rijssel, E. van (1983)
Stoken met voorbedachte rade. Verslag van een onderzoek naar de oorzaken van verschillen in brandstofverbruik bij de teelt van vroege stooktomaten; Den Haag, Landbouw-Economisch Instituut (LEI-DLO); Onderzoeksverslag no. 3

Rijssel, E. van, J. Vogelezang en G. van Leeuwen (1995a)
Belichten onder gesloten bovenscherm : effect schermtoepassing op kasklimaat, productie, kwaliteit en bedrijfsresultaat bij roos; Aalsmeer, Proefstation voor Bloemisterij en Glasgroente; Rapport 4

Rijssel, E. van, J. Vogelezang en G. van Leeuwen (1995b)
Optimaal belichten. Effecten van assimilatiebelichting op opbrengsten en kosten bij roos; Aalsmeer, Proefstation voor Bloemisterij en Glasgroente; Rapport 8

Rijssel, E. van (1996)
Meer warmte uit condensors door aansluiting op een net met lage watertemperatuur; Aalsmeer, Proefstation voor Bloemisterij en Glasgroente; Rapport 21

Rijssel, E. van en C. Ploeger (1997)
Voorlichting op basis van onderzoek. Tien voorlichtingsboodschappen voor de glastuinbouw over energie; Aalsmeer, Proefstation voor Bloemisterij en Glasgroente; Rapport 99

Silvis, H.J. en C. van Bruchem (red) (1997)
Landbouw-Economisch Bericht 1997; Den Haag, Landbouw-Economisch Instituut (LEI-DLO); Periodieke Rapportage 1-97

Sluis, B.J. van der, A.A. Rijsdijk, G.P.A. van Holsteijn en N.J.A. van der Velden (1995)
Het gebruik van energieschermen bij tomaat; Den Haag, Landbouw-Economisch Instituut (LEI-DLO); Publikatie 4.138

Stijger, H. (1997)
Restwarmte afzetten in de glastuinbouw; In: Groenten en Fruit/Glasgroenten, nr. 43, pp. 30-31

Telle, M.G., M.J.M. Wagenemans, J.J.G. Breuer, N.J. van de Braak en J.C. Bakker (1997)
Recirculatieventilatoren in de glastuinbouw; hand-out energiemiddag IMAG-DLO 23 oktober 1997; Wageningen, Instituut voor Milieu en Agritechniek (IMAG-DLO).

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

Velden, N.J.A. van der, B.J. van der Sluis en A.P. Verhaegh (1996b)
Energie in de glastuinbouw van Nederland: Ontwikkelingen in de sector en op de bedrijven tot en met 1994; Den Haag, Landbouw-Economisch Instituut (LEI-DLO); Periodieke Rapportage 39-93

Velden, N.J.A. (1996c)
Potentiële penetratiegraden energiebesparende opties in de glastuinbouw. Een proeve van toepassing van het energiemodel; Den Haag, Landbouw-Economisch Instituut (LEI-DLO); Publicatie 4.141

Velden, N.J.A. van der, B.J. van der Sluis en A.P. Verhaegh (1997)
Energie in de glastuinbouw van Nederland: Ontwikkelingen in de sector en op de bedrijven tot en met 1996; Den Haag, Landbouw-Economisch Instituut (LEI-DLO); Periodieke Rapportage 39-95

Velden, N.J.A. van der en A.P. Verhaegh (in voorbereiding a)
Nadere analyse ontwikkeling energie-efficiëntie glastuinbouw; Den Haag, Landbouw-Economisch Instituut (LEI-DLO); Interne Nota

Velden, N.J.A. van der, R. Bakker en A.P. Verhaegh (in voorbereiding b)
Energie in de glastuinbouw van Nederland: Ontwikkelingen in de sector en op de bedrijven tot en met 1997; Den Haag, Landbouw-Economisch Instituut (LEI-DLO); Periodieke Rapportage

Vermeulen, P.C.M. en R.L.M. van Uffelen (1994a)
Bedrijfseconomische gevolgen van de milieudoelstellingen met betrekking tot het directe energieverbruik en de CO_2-uitstoot. Fase 1: Ontwikkelingen van Energieverbruik, Productie en Energieverbruik per eenheid product; Naaldwijk, Proefstation voor de Tuinbouw onder Glas; PTG-verslag nr. 94-4

Vermeulen, P.C.M. en R.L.M. van Uffelen (1994b)
Bedrijfseconomische gevolgen van de milieudoelstellingen met betrekking tot het directe energieverbruik en de CO_2-uitstoot. Fase 2: Bedrijfseconomische gevolgen van het gebruik van de huidige energiebesparende maatregelen; Naaldwijk, Proefstation voor de Tuinbouw onder Glas; PTG-verslag nr. 94-5

Vermeulen, P.C.M. en R.L.M. van Uffelen (1994c)
CO_2-installatie sluitpost op begroting; In: Groenten en Fruit/Glasgroenten, nr. 46, pp. 12-13

Vermeulen, P.C.M. (1996)
Energie en CO_2 in de glastuinbouw. Enquête over het gebruik en de voorziening van CO_2 in de glastuinbouw en de motieven achter de keuze van de CO_2-voorziening; Naaldwijk, Proefstation voor Bloemisterij en Glasgroente; Rapport 15

Vernooy, C.J.M. (1995)
Belichten Roos: geld verdienen en milieu sparen; In: Vakblad voor de Bloemisterij, nr. 41, pp. 30-33

Vernooy, C.J.M. (1996)
Belichten chrysant: geen duidelijk financieel voordeel; In: Vakblad voor de bloemisterij, nr. 45, pp. 70-71

Vernooy, C.J.M. (1998)
Daling middelenverbruik, stijging opbrengsten. DART evaluatie en analyses over de jaren 1993 tot en met 1996 van het verbruik van energie en gewasbeschermingsmiddelen en van opbrengsten op tomaten- en komkommerbedrijven; Den Haag, Landbouw-Economisch Instituut (LEI-DLO); Interne notitie

Vijverberg, A.J. (1997)
Onderzoek en optimaal energieverbruik; een bijdrage aan de verkenning van de mogelijkheden; 's-Gravenzande; Notitie

Zouw, M. van der (in voorbereiding)
Representativiteit van het LEI-Bedrijven-Informatienet voor verandering in teeltplan en bedrijfstypering; Den Haag, Landbouw-Economisch Instituut (LEI-DLO)

BIJLAGEN

Bijlage 1 Nadere verklaring van enkele begrippen

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

Glastuinbouw

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

Het energiegebruik, de fysieke productie, de energie-efficiëntie en de CO_2-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.

Temperatuurcorrectie

De gemiddelde buitentemperatuur verschilt van jaar op jaar. Dit heeft invloed op het jaarlijks energiegebruik en daarmee op de energie-efficiëntie en de CO_2-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 m^2 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. Voor de correctiefactoren en de correctie met behulp van het aantal graaddagen wordt verwezen naar Van der Velden et al., (1993).

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 glastuinbouwproducten op jaarbasis en de prijsmutaties van de voortgebrachte producten. De geldopbrengst wijzigt van jaar op jaar. De wijziging bestaat uit een hoeveelheid- en een prijsmutatie. De omzet en prijsmutatie is bekend (Van Bruchem et al., 1995). De hoeveelheidmutatie is de wijziging in fysieke productie en wordt daarom berekend door de geldelijke omzet te corrigeren voor de prijsmuta-

tie van de voortgebrachte producten. Indien bijvoorbeeld de geldopbrengst in 1980 *f* 48,- en in 1991 *f* 50,- bedraagt en de prijzen van de glastuinbouwproducten 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.

Het pakket aan voortgebrachte glastuinbouwproducten is continu aan verandering onderhevig. Nieuwe producten worden geïntroduceerd, bepaalde producten worden minder of meer geproduceerd en de periode van afzet wijzigt. In bepaalde perioden van het jaar kunnen producten een hogere prijs opleveren dan in andere perioden. Hierdoor kan een wijziging in de periode van afzet een onterechte invloed hebben op de prijsmutatie en daarmee op de fysieke productie. Om dit te voorkomen, wordt de jaarlijkse prijsmutatie waarmee de geldelijke omzet wordt gecorrigeerd, bepaald per product op maandbasis en de berekening van de prijsmutatie van de totale glastuinbouwproductie op basis van het productenpakket van het voorafgaande jaar; bij de prijsmutatie van 1981 is dit het productiepakket van 1980 en bij de prijsmutatie van 1982 het productiepakket van 1981 enzovoort. Als bron voor de geldelijke opbrengst en de prijsmutatie wordt gebruikgemaakt van de sectorrekening-glastuinbouw van LEI-DLO.

Bedrijven-Informatienet

LEI-DLO heeft als taak jaarlijks verslag uit te brengen van het niveau en de ontwikkeling van het bedrijfsresultaat (rentabiliteit), het inkomen en de financiële positie van de agrarische bedrijven. Hiervoor is het Bedrijven-Informatienet opgezet. Het Informatienet voor de glastuinbouw bestaat 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 Bedrijven-Informatienet zijn door middel van een aselecte 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 Bedrijven-Informatienet omvat de gespecialiseerde productiebedrijven. Ieder bedrijf in de steekproef vertegenwoordigt een aantal bedrijven in de populatie. Dit is de wegingsfactor van het bedrijf en wordt gebruikt voor het bepalen van de resultaten voor de gehele populatie. De steekproef voor de glastuinbouw bestaat uit gespecialiseerde glasgroente-, snijbloemen- en potplantenbedrijven en gemengde glastuinbouwbedrijven. De steekproef omvat niet de hele kleine bedrijven (kleiner dan 16 Nederlandse grootte-eenheden (nge)) en niet de hele grote bedrijven (groter dan 800 nge). De steekproef (exclusief gemengde glasbedrijven) is representatief voor circa twee derde deel van de 13.000 bedrijven met glastuinbouw in Nederland. Op deze bedrijven bevindt zich 95% van het areaal productieglastuinbouw (9812 ha) in Nederland. Voor meer informatie wordt verwezen naar de publicatie "Het LEI-boekhoudnet van A tot Z" (Poppe, 1993) en "Bedrijfskeuze 1994 en 1995 en selectieplan 1995" (Boers et al., 1996).

Bijlage 2 Tabellen bij hoofdstuk 3, 4 en 5

Tabel B2.1 Areaal groentegewassen onder glas per jaar in de periode 1980-1997 (in ha) a)

Gewas	1980	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997
Tomaat	2.168	1.715	1.687	1.603	1.570	1.505	1.390	1.241	1.220	1.058	1.157
Komkommer	746	754	754	748	796	857	890	874	808	784	749
Paprika	214	407	488	696	749	845	1.001	980	996	1.012	967
Overig b)	1.446	1.360	1.274	1.178	1.193	1.189	1.260	1.258	1.237	1.262	1.198
Tot. groente	4.574	4.235	4.201	4.225	4.308	4.396	4.540	4.352	4.261	4.116	4.071

a) Exclusief opkweek; b) Inclusief fruit onder glas.
Bron: CBS-Meitelling.

Tabel B2.2 Areaal groentegewassen onder glas per jaar in de periode 1980-1997 (indexcijfers, 1980 = 100) a)

Gewas	1980	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997
Tomaat	100	79	78	74	72	69	64	57	56	49	53
Komkommer	100	101	101	100	107	115	119	117	108	105	100
Paprika	100	190	228	325	350	395	468	458	465	473	452
Overig b)	100	94	88	81	83	82	87	87	86	87	80
Tot. groente	100	93	92	92	94	96	99	95	93	90	85

a) Exclusief opkweek; b) Inclusief fruit onder glas.
Bron: CBS-Meitelling.

Tabel B2.3 Areaal snijbloemgewassen onder glas per jaar in de periode 1980-1997 (in ha) a)

Gewas	1980	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997
Roos	766	830	865	889	900	894	898	926	919	913	906
Anjer	466	287	278	250	244	233	217	213	191	164	139
Chrysant	490	625	693	738	742	766	782	769	772	745	747
Freesia	366	322	325	322	316	308	293	282	277	279	251
Gerbera	230	225	216	208	195	185	187	195	194	208	212
Overig b)	869	1.221	1.306	1.392	1.438	1.433	1.468	1.538	1.548	1.567	1.560
Totaal Snijbloemen	3.187	3.510	3.684	3.798	3.835	3.818	3.843	3.922	3.900	3.876	3.815

a) Exclusief opkweek; b) Inclusief bollen en knollen onder glas.
Bron: CBS-Meitelling.

Tabel B2.4 Areaal van enkele snijbloemgewassen onder glas per jaar in de periode 1980-1997 (indexcijfers, 1980 = 100) a)

Gewas	1980	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997
Roos	100	108	113	116	117	117	117	121	120	119	118
Anjer	100	62	60	54	52	50	47	46	41	35	30
Chrysant	100	128	141	151	151	156	160	157	158	152	152
Freesia	100	88	89	89	86	84	80	77	76	76	69
Gerbera	100	98	94	90	85	80	81	85	84	90	92
Overig b)	100	141	150	160	165	165	169	177	178	180	180
Totaal Snijbloemen	100	110	116	119	120	120	121	123	122	122	120

a) Exclusief opkweek; b) Inclusief bollen en knollen onder glas.
Bron: CBS-Meitelling.

Tabel B2.5 Areaal potplanten onder glas per jaar in de periode 1980-1997 (in ha)

Gewas	1980	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997
Bloeiende pl.	282	375	390	425	451	465	491	525	560	580	597
Bladplanten	272	497	527	558	598	618	587	613	549	554	546
Overig a)	212	351	364	361	402	453	456	488	542	577	706
Totaal Potplanten	766	1222	1281	1345	1451	1536	1534	1626	1651	1711	1849

a) Bestaat uit perkplanten en boomkwekerijproducten.
Bron: CBS-Meitelling.

Tabel B2.6 Areaal potplanten onder glas per jaar in de periode 1980-1997 (indexcijfers, 1980 = 100)

Gewas	1980	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997
Bloeiende pl.	100	133	138	151	160	165	174	186	199	206	211
Bladplanten	100	183	194	205	220	227	216	225	202	204	201
Overig a)	100	166	172	170	190	214	215	230	256	272	333
Totaal Potplanten	100	160	167	176	189	201	200	212	216	223	241

a) Bestaat uit perkplanten en boomkwekerijproducten.
Bron: CBS-Meitelling.

Tabel B2.7 Ontwikkeling van het gemiddelde werkelijke gasverbruik (m^3 per m^2) van de 3 belangrijkste groentegewassen van 1980-1991

Gewas	1980	1983	1985	1987	1988	1989	1990	1991
Tomaat	55,4	41,7	46,0	53,7	58,5	58,0	56,7	57,8
Komkommer	64,8	54,0	48,4	59,9	53,8	45,0	44,8	49,6
Paprika	55,8	38,0	42,0	39,8	42,3	44,0	44,0	46,3

Bron: Vermeulen et al., 1994.

Opmerking: bovenstaande cijfers zijn niet zonder meer vergelijkbaar met die uit uit tabel 4.2 in hoofdstuk 4.1, die op basis van het Informatienet is samengesteld. Er is namelijk sprake van 2 verschillende steekproeven, en bovendien zijn de cijfers in Vermeulen et al., (1994) gebaseerd op teeltjaren (loopt iets over het kalenderjaar heen), terwijl het Informtienet uitgaat van kalenderjaren. Het gaat bij deze tabel meer om de trend die uit de cijfers volgt.

Tabel B2.8 Ontwikkeling van het gemiddelde werkelijke gasverbruik (m^3 per m^2) van 4 belangrijke snijbloemengewassen

Gewas	1980	1983	1985	1987	1988	1989	1990
Roos	65,9	44,8	49,0	56,8	51,0	51,3	52,8
Roos onbelicht	-	-	-	-	-	-	-
Roos belicht	-	-	-	-	-	-	-
Chrysant	54,2	37,0	35,0	38,6	37,7	37,8	36,3
Freesia	28,0	22,0	23,0	26,7	21,2	22,5	-
Gerbera	-	-	-	-	-	-	-

"-" betekent niet bekend, een te klein aantal bedrijven en/of een te grote spreiding.
Bron: Vermeulen et al., 1994.

Opmerking: bovenstaande cijfers zijn niet zonder meer vergelijkbaar met die uit uit tabel 4.3 in hoofdstuk 4.1, die op basis van het Informatienet is samengesteld. Er is namelijk sprake van 2 verschillende steekproeven, en bovendien zijn de cijfers in Vermeulen et al., (1994) gebaseerd op teeltjaren (loopt iets over het kalenderjaar heen), terwijl het Informatienet uitgaat van kalenderjaren. Het gaat bij deze tabel meer om de trend die uit de cijfers volgt.

Tabel B2.9 Ontwikkeling van de fysieke productie (in kg/m^2) van de 3 belangrijkste groentegewassen

Gewas	1980	1983	1985	1987	1988	1989	1990	1991
Tomaat	24,1	30,4	36,4	39,9	41,4	43,1	44,6	44,7
Komkommer	44,6	46,5	55,0	52,0	54,4	57,6	60,5	62,8
Paprika	14,3	16,3	17,5	17,8	18,5	19,6	22,6	23,2

Bron: Vermeulen et al., 1994.

Tabel B2.10 Volume-ontwikkeling in veilingaanvoer van potplantgewassen 1)

Gewas	Volumemutaties (in %) ten opzichte van het voorgaande jaar												
	1981	1983	1985	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
Potplanten	15	8,0	7,5	12,0	11,6	11,3	5,7	7,3	4,5	3,0	3,9	1,8	3,6

1) Op basis van binnenlandse aanvoer.
Bron: Landbouw-Economisch Bericht.

Opmerking: bovenstaande cijfers zijn niet zonder meer vergelijkbaar met die uit uit tabel 5.2 in hoofdstuk 5.1, die op basis van het Informatienet is samengesteld. Er is namelijk sprake van 2 verschillende steekproeven, en bovendien zijn de cijfers in Vermeulen et al., (1994) gebaseerd op teeltjaren (loopt iets over het kalenderjaar heen), terwijl het Informatienet uitgaat van kalenderjaren. Het gaat bij deze tabel meer om de trend die uit de cijfers volgt.

Tabel B2.11 Gemiddelde prijs van aardgas en elektriciteit voor de productieglastuinbouw per jaar over de periode 1980-1996 (cent per eenheid)

	1980	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996r
Nominaal																
aardgas (m^3)	19,5	32,9	38,5	43,7	42,3	28,9	19,5	20,7	19,1	22,1	22,4	21,8	21,8	21,7	23,0	23,7
elektriciteit (kWh)	22,8	27,4	27,0	27,8	28,0	21,9	19,3	18,9	18,5	18,8	18,3	17,2	16,9	16,5	17,3	
Koopkrachtindex (%) a)	100	90,7	88,7	87,0	85,5	85,6	85,8	85,3	84,3	82,7	80,2	77,9	76,4	74,7	73,8	72,3
Reëel																
aardgas (m^3)	19,5	29,9	34,1	38,1	36,1	24,8	16,7	17,7	16,1	18,3	18,0	17,0	16,7	16,2	17,0	17,1
elektriciteit (kWh)	22,8	24,9	23,9	24,2	23,9	18,7	16,6	16,1	15,6	15,5	14,7	13,4	12,9	12,3	12,8	

r = raming.
a) Prijspeil 1980.
Bron gas: Gasunie; elektriciteit: LEI-DLO (sectorrekening); koopkrachtindex: CBS/LEI-DLO-tuinbouwcijfers.