

April 1999

ECN-C--99-028

STROOMLIJNING ENERGIE- EN CO₂-VERKENNINGEN GLASTUINBOUW

A.W.N. van Dril

Verantwoording

Dit project is in opdracht van het Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij en door ECN uitgevoerd onder projectnummer 7.7180. Bij het project zijn het LEI/DLO en het IKC nauw betrokken geweest voor wat betreft het aanleveren van gegevens en commentaar. De verantwoordelijkheid voor dit rapport berust bij ECN.

Abstract

This report attempts to clarify differences between two studies on CO₂-emissions in 2010 from the Dutch greenhouse horticultural sector: A Quick Scan of LEI/ECN/IKC based on current trends and a National model study on greenhouse gas reduction options by ECN/RIVM based on model calculations. Two subjects are further elaborated: the expected long term physical output and intensification and the behaviour options of horticulturists in view of energy efficiency policies.

INHOUD

1. INLEIDING	5
2. WERKWIJZE	6
2.1 Methode	6
2.2 Groei en scenario's	7
2.3 Assimilatiebelichting	7
2.4 Gevoeligheid voor energieprijzen en gedrag	7
2.5 Boekhoudkundige verschillen	9
2.6 IMT/GLAMI-beleid	9
3. KWANTIFICERING VERSCHILLEN TUSSEN QS EN OD	10
3.1 Basisjaargegevens 1990 en 1995	10
3.2 Groeigegevens	11
3.3 Intensiteitsontwikkeling	11
3.4 Aanbodtechniek	11
4. NADERE ANALYSE GROEI EN INTENSIVERING	13
4.1 Scenario's en empirie	13
4.2 Sectorstructureffecten	15
4.3 Verschuiving tussen gewassen	16
4.4 Assimilatiebelichting	16
4.5 Aanvullende CO ₂ -bemesting	17
4.6 Overig gedrag	17
4.7 Besparende technieken	17
5. SPREIDING IN VERBRUIK PER M ²	18
5.1 Overschakeling op andere gewassen	18
5.2 Spreiding binnen de gewasgroep	18
5.3 Geografische ligging	20
5.4 Gebouwfactoren	20
5.5 Penetratie van technische besparingsopties	22
5.6 Gewasvariëteit en teeltwijze	23
5.7 Conclusies betreffende de spreiding	24
6. BEREKENINGSRESULTATEN	26
6.1 Aangepaste rekenresultaten	26
6.2 Gevoeligheid voor scenario's en intensiteitsontwikkeling	28
6.3 Gevoeligheid voor energieprijzen	28
7. CONCLUSIES	30
BIJLAGE A TOELICHTING TEMPERATUURCORRECTIE	32
BIJLAGE B BEPALEN VAN DE FYSIEKE PRODUCTIE	34

SAMENVATTING

In 1997 is de Quick Scan CO₂-emissie en landbouw (QS) uitgebracht door het LEI-DLO in samenwerking met IKC en ECN. Dit betrof een globale verkenning van het toekomstige energiebehoefte en CO₂-emissie in de glastuinbouw. Thans is door ECN en RIVM in opdracht van VROM het optiedocument CO₂-reductie (OD) uitgebracht, waarin eveneens prognoses zijn opgenomen. Vanuit het Ministerie van LNV is de behoefte geuit om tot een nadere afstemming van beide prognoses te komen, in het licht van de Uitvoeringsnota Klimaatbeleid die begin 1999 wordt samengesteld. Ter onderbouwing en analyse worden twee aspecten nader uitgediept, te weten de ontwikkeling van de sectorgroei en intensivering, en het te verwachten gedrag van de tuinder in relatie tot energiebeleid.

Vergeleken met het overzicht in het optiedocument valt op dat de absolute omvang van het energieverbruik is verminderd met 10-15%. Dit is een direct gevolg van de aanpassing van het basisjaar 1990 voor wat betreft het waargenomen verbruik en de temperatuurcorrectie. Daarnaast is de potentiële groei door assimilatiebelichting minder hoog ingeschat dan bij eerdere modelberekeningen. De aanvullende inspanning die nodig is om de doelstelling van de IMT/GLAMI te bereiken blijft aanzienlijk. De CO₂-reductie die bereikt wordt met de optie waarin de IMT/GLAMI doelstelling wordt gerealiseerd bedraagt volgens deze herziene berekening 1,43 Mton. Het verschil met de 1,8 Mton uit het optiedocument is hoofdzakelijk het gevolg van waarnemingsverschillen in het basisjaar 1990.

De prognoses door middel van scenario's en modelberekeningen zijn onzeker en kennen dientengevolge een grote spreiding. Dit betreft met name de autonome groei van het energieverbruik per eenheid areaal. In de Quick Scan is uitgegaan van een relatief lage autonome groei van het energieverbruik per m², althans indien deze vergeleken wordt met de productiegroei van het EC-scenario en in het Optiedocument.

1. INLEIDING

In 1997 is de Quick Scan CO₂-emissie en landbouw (QS) uitgebracht door het LEI-DLO in samenwerking met IKC en ECN [1]. Dit betrof een globale verkenning van het toekomstige energiebehoefte en CO₂-emissie in de glastuinbouw. Thans is door ECN en RIVM in opdracht van VROM het optiedocument CO₂-reductie (OD) uitgebracht [2], waarin eveneens prognoses zijn opgenomen. Vanuit het Ministerie van LNV is de behoefte geuit om tot een nadere afstemming van beide prognoses te komen, in het licht van de Uitvoeringsnota Klimaatbeleid die begin 1999 wordt samengesteld. In deze nota worden naar verwachting beleidskeuzes gemaakt voor de doelgroep glastuinbouwbedrijven.

De voornaamste verschillen tussen de beide prognoses zijn hieronder aangegeven. Deze hangen deels samen met de gevolgde methode.

1. De QS schat in één keer de autonome ontwikkeling van het energieverbruik per m² op basis van trends uit het verleden. Het OD bouwt dit op via productiegroei, areaalgroei, verbruik zonder besparing, assimilatieteelt, besparende opties.
2. In QS is het areaal in 2010 ontleend aan het EC-scenario, er is geen aandacht besteed aan de fysieke productiegroei per eenheid areaal en mogelijke energie-effecten daarvan. In OD is het areaal en de energie-relevante productiegroei (2,6% per jaar) ontleend aan het GC-scenario. Het voornaamste verschil zit niet tussen GC en EC, maar in de veel hoger geschatte areaalproductiviteit.
3. In samenhang daarmee is in het OD de potentiële groei van het areaal assimilatieteelt mogelijk te hoog.
4. De gevoeligheid van het energieverbruik voor energieprijzen is in het ECN-model sterker dan wat in de QS is gehanteerd op basis van het verleden. In de QS is geen specifieke heffing voor tuinders als alternatieve beleidsoptie ingezet ¹.
5. De wijze van berekening van het absolute verbruik wijkt op een aantal punten af, o.a. i) dekking bedrijven cq areaal; opkweek; motorbrandstoffen; ii) klimaatcorrectie basisjaar; iii) primair verbruik conform de MJA-methode versus finaal verbruik conform de ECN-NEV methode.
6. In de QS is een eventuele intensivering van het beleid m.b.t. de doelstelling voor 2010 en de individualisering (GLAMI/IMT [3]) niet ingezet, wel is er gerekend met herstructurering/warmte van derden.

Bij het Ministerie van Landbouw bestaat de behoefte de in de QS en het OD geschetste toekomstbeelden nader op elkaar af te stemmen. Dat is mogelijk door op de geschetste verschilpunten nader onderzoek te verrichten en eventueel berekeningen aan te passen. Dit kan leiden tot een verbeterde onderbouwing van de klimaatnota.

In dit rapport wordt eerst de werkwijze uiteengezet in Hoofdstuk 2. Vervolgens worden de verschillen tussen de methode uit de Quick Scan en het Optiedocument gedocumenteerd en toegelicht in Hoofdstuk 3. Tevens wordt aangegeven hoe ten behoeve van lange termijn verkenningen de werkwijze verbeterd kan worden. In Hoofdstuk 4 en 5 worden daartoe twee aspecten nader uitgediept, te weten de ontwikkeling van de sectorgroei en intensivering, en het te verwachten gedrag van de tuinder in relatie tot energiebeleid. In Hoofdstuk 6 worden vervolgens de aanpassingen van het NEV-rekensysteem weergegeven en het resultaat van een berekening met het aangepaste model. Tenslotte worden in Hoofdstuk 7 enkele conclusies getrokken en suggesties gedaan voor nader onderzoek.

¹ Het EC-scenario heeft relatief lage energieprijzen gecombineerd met een algemene Europese energieheffing.

2. WERKWIJZE

In dit hoofdstuk wordt nader aangegeven hoe met de geconstateerde verschillen uit Hoofdstuk 1 verder wordt gehandeld.

2.1 Methode

Bij het samenstellen van de Quick Scan zijn reeds belangrijke verschillen tussen de werkwijze van LEI en ECN aan het licht gekomen. Bij de Quick Scan is geen gebruik gemaakt van complexe modelberekeningen of verschillende scenario's, maar is op basis van trends uit het recente verleden een plausibele ontwikkeling geschetst en berekend. Er is geen nadere analyse uitgevoerd van technologische en structurele ontwikkelingen binnen de sector. Als beleidsopties zijn de effecten van herstructurering en van R&D-stimulering onderzocht.

ECN maakt voor haar lange termijn verkenningen gebruik van het NEV/SAVE-instrumentarium. De finale energievraag in de glastuinbouw wordt bepaald met het model SAVE-productiebedrijven [4]. Vervolgens wordt de invulling van deze vraag nader bepaald met een model dat energie-aanbodopties zoals warmtekrachtkoppeling en stadsverwarming evalueert. Binnen deze modellen kunnen allerlei scenario's en beleidsopties worden gesimuleerd. Voor het ECN-instrumentarium is een uitsplitsing vereist van verschillende factoren die energievraag- en aanbod bepalen, en de relaties tussen deze factoren. Het betreft de volgende factoren:

1. Productiewaarde van de sector.
2. Fysieke productie.
3. Areaal.
4. Aandeel van verschillende energievraagtechnieken (besparingstechniek, belichting).
5. Aandeel van verschillende energieaanbodtechnieken (o.a. warmtekrachtkoppeling).
6. Energieprijs.

De volgende beleidsopties dienen in het ECN-instrumentarium geanalyseerd te kunnen worden:

1. IMT/GLAMI beleid betreffende individualisering van energie-efficiency doelen.
2. Energieheffingen.
3. Stimulering van specifieke technologie.
4. Uitbreiding van R&D gericht op energiezuinige teeltmethoden.
5. Stimulering van energiebesparende aanbodtechnieken, zoals warmte en CO₂-levering door derden.

In deze studie is met het oog op de komende uitwerking van het klimaatbeleid gekozen om de methodiek van het ECN-instrumentarium verder te verbeteren. Daarmee wordt de samenhang met andere sectoren, andere scenario's en ander beleid behouden. Getracht is binnen deze methode de veronderstellingen en resultaten van de Quick Scan te reproduceren.

2.2 Groei en scenario's

Binnen het SAVE-model wordt gebruik gemaakt van de gegevens van het Centraal Planbureau betreffende economische, fysieke en areaalgroei in drie scenario's. Deze gegevens zijn nogmaals gecheckt met het CPB. Voorts wordt beoordeeld in hoeverre de huidige ontwikkeling en verwachtingen van landbouwdeskundigen op korte en middellange termijn hiermee overeenstemmen. Zo nodig worden op grond hiervan scenariogegevens bijgesteld. Getracht is door onderscheid te maken in soorten teelt (groenten, snijbloemen, potplanten; intensief en minder intensief) de energiebehoefte voor besparing globaal te benaderen.

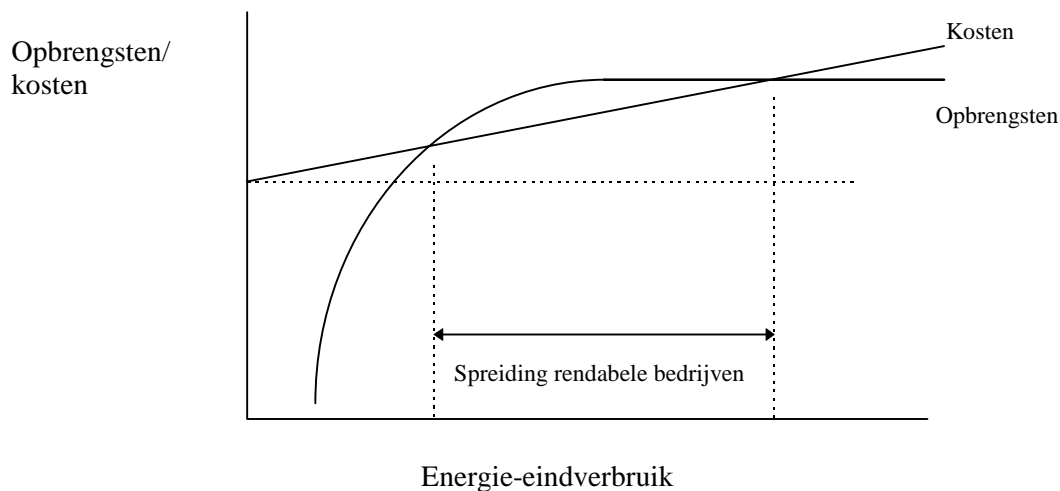
2.3 Assimilatiebelichting

Assimilatiebelichting is een vorm van groeistimulering en kwaliteitsverbetering die een belangrijk effect heeft op de productiewaarde, het energieverbruik en de fysieke producthoeveelheid per oppervlakte-eenheid. Voorts hangt deze techniek samen met specifieke teelten. Met name rozen en chrysanten worden belicht, in de groenteteelt wordt geen assimilatiebelichting toegepast. In overleg met de glastuinbouwdeskundigen is de ontwikkeling van deze techniek geprognostiseerd en binnen het SAVE-model overeenkomstig afgestemd.

2.4 Gevoeligheid voor energieprijzen en gedrag

De gevoeligheid voor energieprijzen komt in het SAVE-model op twee manieren tot uitdrukking: via de kosteneffectiviteit van besparingstechnieken en via het gedrag van tuinders. Ten aanzien van de besparingstechnieken is een redelijke aansluiting op LEI-onderzoek en is globaal op overeenstemming gecontroleerd. Op het gedragsaspect wordt dieper in gegaan.

Los van investeringen in besparende technieken wordt verondersteld dat voor de tuinder er een zekere speelruimte bestaat om binnen de bedrijfseconomische randvoorwaarden per m² kas meer of minder energie te gebruiken. Ten aanzien van het gedrag zijn in de SAVE-benadering 4 gradaties van energie-intensiteit gemodelleerd waartussen tuinders kunnen kiezen op basis van kosteneffectiviteit, zoals ze ook voor technieken kiezen. Bij hogere energieprijzen wordt een lager niveau van energie-intensiteit gekozen, en omgekeerd. De invulling van deze 4 gradaties is niet gewasspecifiek: er is niet uitgewerkt in hoeverre dit zaken betreft als gewaskeuze, schermgebruik, temperatuurinstelling, CO₂-dosering, miniumbuisgebruik, ventilatie, etc. De specificatie van deze modellering staat in dit project ter discussie. Verondersteld wordt dat de spreiding in energieverbruik per m² *binnen* verschillende teelten verklaard kan worden met deze gedragsfactoren. Daartoe wordt deze spreiding eerst gecorrigeerd voor de spreiding in niet-gedragsfactoren (zoals techniek en liggingsfactoren). De resterende spreiding wordt vervolgens geacht ongeveer kostenneutraal te zijn, dat wil zeggen dat hogere stookkosten van dezelfde orde zijn als de hogere opbrengst, en omgekeerd. Het is een gebied waarbinnen het energieverbruik in theorie dus gevoelig kan zijn voor de energieprijzen, gesteld dat tuinders er in slagen deze optima te vinden.



Figuur 2.1 *Theoretische samenhang tussen energieverbruik, kosten en opbrengsten in de glastuinbouw*

Hogere energieprijzen doen de kostenlijn omhoog draaien rond het punt op de y-as. Het rendabele gebied kan geheel verdwijnen.

Investerings in besparende techniek brengen het niveau van niet-energiekosten (de horizontale stippellijn) omhoog via hogere kapitaalslasten. De kostencurve krijgt echter weer een flauwere helling, immers er is minder energie nodig om dezelfde condities voor het gewas te realiseren (energie-eindverbruik). Op x-as staat dan dus niet het verbruikssaldo van de tuinder maar de aan de planten toegevoerde energie voor klimatisering.

Een energie-extensiever gewas/teeltcombinatie kan worden weergegeven door de opbrengstencurve lager en meer naar de y-as te schuiven. De opbrengsten worden dan minder gevoelig voor draaiing van de kostencurve. Een energie-extensievere gewas/teeltcombinatie (indien beschikbaar voor de tuinder) leidt tot verbreding van het spreidingsgebied. Zowel investeringen in besparing als overgang naar een andere gewas/teeltcombinatie vinden schoksgewijs plaats en niet onder invloed van incidentele prijsfluctuaties.

De overgang van energie-intensieve gewassen naar minder energie-intensieve gewassen met lagere opbrengst onder invloed van energieprijzen is eigenlijk een modelmatig probleem. Binnen de SAVE-modelopzet ligt immers de opbrengst als productiewaarde in de scenario's verankerd. Bij een beleid met langdurig hoge energieprijzen is evenwel minder sterke groei of krimp van de sector te verwachten. Dit aspect wordt echter niet geëndogeniseerd via de scenariogroei.

Voor de beschikbare gedragsruimte wordt nu de spreiding bepaald aan de hand van gegevens van het Milieuproject Sierteelt en het project Milieu Bewuste (groente)Teelt (MPS/MBT). Hierin zit dus wel de overgang tussen verschillende roostypen of tussen gewone ronde- en tomaten, echter niet een overgang tussen tomaten en sla of potplanten. Binnen deze 'gedragsruimte', uitgedrukt in finaal energieverbruik per m² kas, wordt in het model aangenomen dat een lager energieverbruik samenhangt met gemiddeld lagere geldopbrengst en vice versa. Deze samenhang is globaal ingeschat op het niveau van de glastuinbouwsector als totaal.

Verondersteld is, dat bij hogere energieprijzen relatief gemakkelijk wordt overgeschakeld binnen de gedragsruimte, en relatief moeilijk daarbuiten. Op deze wijze valt de energieprijnsgevoeligheid dus uiteen in twee componenten: een beperkte spreiding met beperkte kosteneffecten binnen het gewastype, en verdere sprongen waarbij (des)investeringen plaatsvinden. Op basis hiervan is de energieprijnsgevoeligheid van het model opnieuw afgeleid, en deze wordt vergeleken met empirische gegevens uit het verleden.

2.5 Boekhoudkundige verschillen

Boekhoudkundige verschillen tussen de MJA-methode voor de Meerjarenafspraak Energie-efficiency in de glastuinbouw en het ECN-instrumentarium komen terug in de Quick Scan en het Optiedocument. Het betreft de volgende factoren, die betrekking hebben op de huidige waarneming van productie en energieverbruik van de sector:

1. Populatie waarvan de ontwikkelingen worden waargenomen en geprognostiseerd.
2. Temperatuurcorrectie-methode.
3. Toerekening van besparing door warmte van derden aan de sector.

Wat betreft de populatie zal worden aangesloten bij de waarneming zoals LEI die uitvoert voor de MJA, aangezien deze zeer geschikt is voor modelmatige energieprognoses. Er wordt echter een correctie toegepast voor de opkweekbedrijven om daarmee het volledige glastuinbouwareaal te dekken. Voor de temperatuurcorrectie wordt eveneens aangesloten op de MJA-methode. Een nadere toelichting is opgenomen in Bijlage A. De toerekening van besparing door warmtelevering van derden blijft buiten de ECN-systematiek, op de resultaten van het finaal verbruik kan een additionele omrekening plaatsvinden ter vergelijking met de MJA-resultaten.

2.6 IMT/GLAMI-beleid

In het SAVE-model wordt het beleid met betrekking tot individualisering van doelstellingen betreffende energie-efficiency en het effect daarvan op het tuindersgedrag gemodelleerd. Binnen de individuele efficiencydoelstelling heeft de tuinder de mogelijkheid om te kiezen voor de meest rendabele besparingsopties op het meest passende moment. De tuinder dient niettemin in 2010 een vastgelegde efficiency te hebben bereikt en in de tussenliggende periode zijn (investerings)gedrag hierop aan te passen. Verondersteld wordt, dat deze optimalisatie binnen randvoorwaarden overeenkomt met het gedrag dat een hogere energieprijs zou uitlokken. Via een iteratief proces wordt bepaald bij welke prijsverhoging exact aan de efficiencydoelstelling wordt voldaan. In werkelijkheid wordt niet uitgegaan van verhoogde energieprijzen. Derhalve zijn de kosten voor de tuinder lager dan indien de vereiste energiebesparende maatregelen worden afgedwongen met hogere energieprijzen.

3. KWANTIFICERING VERSCHILLEN TUSSEN QS EN OD

3.1 Basisjaargegevens 1990 en 1995

In de Quick Scan, paragraaf 2.2 is een uitgebreid overzicht gegeven van de verschillen in de basisjaargegevens. Naast waarnemingsverschillen die betrekking hebben op de populatie (ca 3 PJ) is met name de temperatuurcorrectie in het basisjaar 1990 een belangrijke oorzaak van verschillen in absolute verbruikssaldi (ca 13 PJ). Daarnaast is er nog een correctie door ECN toegepast voor statistische verschillen tussen de energiebalans overige afnemers en de sectorgegevens (7 PJ). In het basisjaar 1990 werken deze verschillen allemaal verhogend voor de ECN-systematiek.

Ten behoeve van de stroomlijning met de MJA-methode is aangesloten bij de waarneming zoals die door het LEI plaatsvindt van het areaal glas en het bijbehorend verbruikssaldo. Dit betreft de homogene energiefunctie glasteelt, en niet op de sector gespecialiseerde glastuinbouwbedrijven op basis van de bedrijfseconomische indeling. Daardoor is zo goed mogelijk aangesloten op de doelgroep waar het besparingsbeleid op van toepassing is.

Ten aanzien van de temperatuurcorrectie is geen nadere analyse uitgevoerd. Het vraagstuk van de juiste correctie voor afwijkingen van de gemiddelde weersomstandigheden is daarmee niet opgelost (zie ook Bijlage A). Recent is nog eens gebleken dat ook licht en windsnelheid [5] waarschijnlijk invloed hebben op het verbruik. Gemakshalve is in het SAVE-model nu aangesloten op de MJA-systematiek, aangezien deze gebaseerd is op empirisch onderzoek en voor de bepaling van de energie-efficiency in het kader van het MJA-beleid wordt toegepast.

Voor de opkweeksector heeft het LEI geen aparte waarneming, zodat het moeilijk is deze expliciet in de glastuinbouwmonitoring te betrekken. Er is geen informatie over het verbruik en de fysieke productie beschikbaar. In toekomstverkenningen is het echter gewenst de opkweek mee te nemen, vanwege het voornemen ook de opkweekbedrijven in de IMT/GLAMI te betrekken, en het feit dat de opkweek dezelfde energiekenmerken heeft als de productieglastuinbouw. Daarnaast blijft het gewenst voor aansluiting op de nationale balansen de mogelijkheid voor opschaling in verband met statistische verschillen in het basisjaar te handhaven. Deze statistische verschillen zijn relevant als beleid voor doelgroepen geformuleerd wordt in termen van absoluut verbruik of emissie. Het is nog niet duidelijk in hoeverre deze statistische verschillen opgenomen worden in beleidsdoelstellingen voor CO₂. In het SAVE-model is nu een opschaling ingebouwd voor opkweek en voor statistische verschillen. Voor de opkweek wordt uitgegaan van 400 ha in het basisjaar 1990. Het energieverbruik, de fysieke productiegroei en de besparingsmogelijkheden worden gelijk verondersteld aan de gemiddelde productieglastuinbouw. Bij de prognose voor het belicht areaal is echter wel specifiek met de opkweek rekening gehouden. Bij de correctie voor statistische verschillen is gerekend met het verschil tussen de energiebalans overige afnemers (NEH) in 1990 en de sectorale verbruiken van de overige afnemers. Aan de glastuinbouw wordt hierdoor 2,7 PJ warmte en 0,05 PJ elektriciteit toegevoegd.

3.2 Groeigegevens

In Tabel 3.1 is een vergelijking gemaakt tussen de in de beide documenten beschreven ontwikkelingen. In de Quick Scan is niet expliciet uitgegaan van een productiewaarde of fysieke productie. Bij het EC-scenario horen lagere waarden dan bij GC voor de groei van deze grootheden. De door ECN gehanteerde groeivoet van de productiewaarde in het EC-scenario bedraagt 2,45% per jaar.

Tabel 3.1 *Overzicht ontwikkeling productiegrootheden*

Groeivoeten in %/jaar 1995-2010		
Scenario	Quick Scan 2010 EC	Optiedocument 2010 GC basis
Groei productiewaarde	-	3,4%
Groei fysieke productie	-	3,1%
Groei fysieke productie per ha	-	3,3%
Areaal 2010 ha excl. Opkweek	9250	9533
Groei areaal	-0,4%	-0,2%

3.3 Intensiteitsontwikkeling

In Tabel 3.2 is een overzicht van de berekende energie-intensiteit geschetst inclusief besparing. De vergelijking van de absolute niveaus is moeilijk omdat ook in de basisjaren verschillen optreden tussen de MJA-cijfers en de ECN-cijfers (zie begin van dit hoofdstuk). Bovendien wordt in de Quick Scan voor tuinders met een eigen WKK-installatie de input van gas hiervoor gerekend, terwijl ECN de output aan warmte en elektriciteit hanteert.

Tabel 3.2 *Overzicht energie-intensiteitsontwikkeling*

Scenario	Groeivoeten in %/jaar 1995-2010		ECN 1990	Optiedocument 2010	
	LEI/MJA 1995	QuickScan 2010 EC		GC basis	GC optie
Brandstofintensiteit m ³ ae/m ² *	43,3	44,0	49,2	55,4	49,3
Groei brandstofintensiteit		0,1%		0,9%	0,1%
Elektriciteitsintensiteit kWh/m ² *	9,3	13,3	9,5	42,8	23,9
Groei elektriciteitsintensiteit		2,4%		5,7%	1,6%

* Bij de QS inclusief brandstof voor eigen WKK-installaties, exclusief zelf opgewekte elektriciteit.

Zoals reeds eerder aangegeven is in het optiedocument een aanzienlijk sterkere energie-intensiteitsgroei verondersteld dan in de Quick Scan. In het OD wordt een verband verondersteld tussen de toenemende productie per m² kas en de energiebehoefte per m² kas. In de Quick Scan is deze productiviteitsgroei niet nader beschouwd, en is de energie-intensiteitsgroei gebaseerd op de ontwikkeling in 1991-1996. Toen trad een relatief lage fysieke groei op van 1,8% per jaar. Het CPB heeft over een veel langere periode trends bepaald om te komen tot een prognose voor de scenario's [6]. Zo groeit de fysieke productie per ha over 1980-1997 jaarlijks 3,8%, hetgeen meer overeenstemt met het cijfer uit Tabel 3.1. Daarnaast zijn in het optiedocument hoge groeivoeten voor assimilatiebelichting verondersteld, hetgeen zich manifesteert in de elektriciteitsintensiteit. Voor 2010 zou drie tot viermaal zoveel areaal voorzien zijn van assimilatiebelichting als in 1990. Dit wordt door sectordeskundigen als onrealistisch beschouwd.

3.4 Aanbodtechniek

De totale hoeveelheid warmtelevering van derden is in de quick scan (in de basisvariant) in 2010 geschat op 25,6 PJ. Daarnaast zijn er warmtekrachtinstallaties in eigendom van

tuinders. De ontwikkeling hiervan wordt gekoppeld aan de ontwikkeling van het areaal assimilatiebelichting, aangezien anderszins investeren in WKK bedrijfseconomisch minder interessant is gebleken. Warmtelevering in 1995 uit deze installaties bedroeg 6 PJ. In de Quick Scan wordt niet expliciet een ontwikkeling voor eigen WKK geschetst. Een verdubbeling van het belicht areaal zou tot een verdubbeling van de warmte uit eigen WKK-installaties kunnen leiden. Het totale aanbod van warmte uit WKK-installaties en via restwarmte van centrales komt daarmee voor 2010 op 35-40 PJ

Uit de berekeningen van het ECN-model WKKPOT is voor dit warmteaanbod in 2010 in GC 29 PJ en in EC 39 PJ berekend. De Quick Scan stemt wat dit betreft dus goed met EC overeen. De warmtelevering van derden wordt in de Quick Scan geacht via beleid nader te kunnen worden uitgebreid. Het wordt beschouwd als een belangrijke manier om besparing en CO₂-reductie te bereiken. Door de systematiek van monitoring wordt de besparing door warmtelevering van derden volledig en op een gunstige wijze toegerekend aan de glastuinbouwsector. Mede daardoor is het een zeer belangrijke mogelijkheid om de doelstelling van convenanten te halen.

4. NADERE ANALYSE GROEI EN INTENSIVERING

In dit hoofdstuk worden de onzekerheden die bestaan betreffende de toekomstige groei en intensivering van de glastuinbouwsector nader geanalyseerd. Voor het maken van energie- en CO₂-prognoses is de economische groeiverwachting het vertrekpunt. Deze dient eerst te worden vertaald in fysieke productiegroei. Vervolgens dient te worden bepaald op welk areaal en onder welke technische productieomstandigheden deze groei gerealiseerd wordt. Uit areaalomvang, productieomstandigheden en de te verwachten toepassing van besparingstechnieken volgt het energieverbruik en de CO₂-emissie. Gebleken is in het verleden dat zowel de fysieke productie als het energieverbruik per eenheid areaal groeien: uit een hectare kas kan met meer (energie)inputs ook steeds meer productie gehaald worden. Dit wordt bedoeld met de term intensivering. De areaalomvang is ook een noodzakelijk element in de analyse van de Quick Scan. Bij een puur economische benadering is de areaalomvang niet relevant, zoals in het NEMO-model van het CPB. Ook de vaststelling van de energie-efficiency in het kader van de MJA-E is onafhankelijk van de areaalomvang.

4.1 Scenario's en empirie

Als basis blijven de scenariogegevens van het Centraal Planbureau gelden [7]. Recent is het CPB gevraagd voor deze studie detailgegevens aan te leveren betreffende de glastuinbouw, o.a. betreffende marktontwikkelingen, fysieke productie, structureffecten en areaal. Alleen ten aanzien van de structuur van de sector is wat nadere informatie gegeven, het betreft evenwel geen nieuwe inzichten (zie Tabel 4.1).

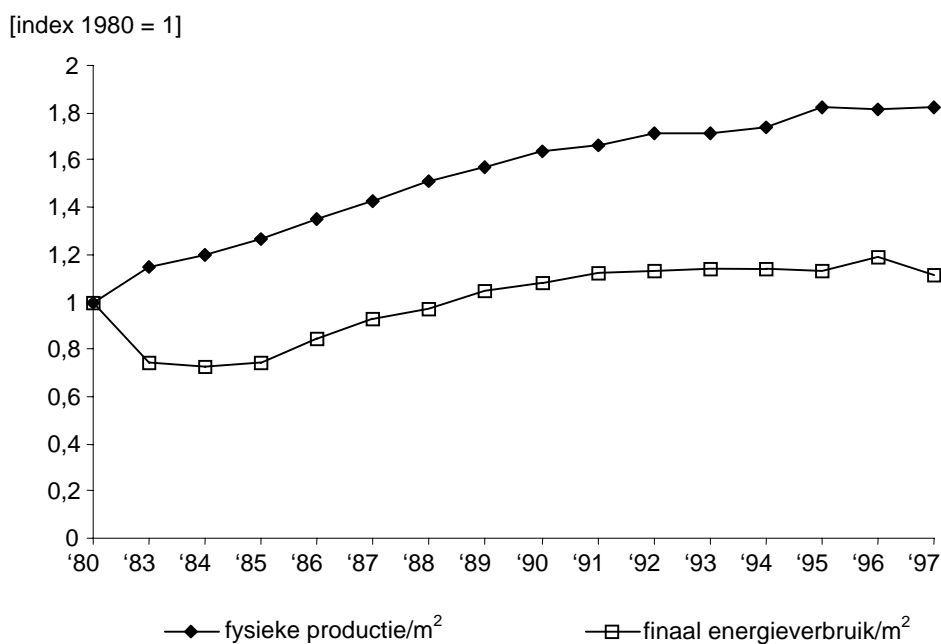
Tabel 4.1 *Ontwikkeling productiegrootheden, CPB*

Groeivoeten 1995-2020 in %/jaar	GC	EC	DE	historisch
areaal				
groente	-0,6	-0,9	-3,2	-0,5
sierteelt	0,2	0,0	-2,0	3,0
totaal	-0,2	-0,3	-2,5	1,2
bruto productie (volume)				
groente	1,9	1,6	-2,0	3,3
sierteelt	3,3	3,0	-0,8	6,4
totaal	2,9	2,6	-1,2	5,1

De cijfers in de kolom 'historische periode' hebben betrekking op de periode 1975-1995.

De groei van het bruto productievolume in GC van 2,9% is iets lager dan de waarde voor 2010 uit Tabel 3.1. De fysieke productie wordt niet door het CPB berekend. De intensivering komt bij het CPB alleen tot uitdrukking in de groei van het bruto productievolume per ha. Het is niet bekend hoeveel extra energie nodig is voor deze groei van de productie per ha. Omdat in beginsel eenzelfde kasoppervlak geklimatiseerd moet worden, is deze extra energie naar verwachting lager dan de extra productie. Hierdoor heeft intensivering een besparend effect. Door ECN wordt verondersteld dat voor 1% fysieke productiegroei per ha gemiddeld 0,5% meer energie nodig is, bij dezelfde technische uitrusting. Dit is een grove aanname. Uit de historische cijfers van de MJA-monitoring [5] blijkt een wisselend beeld. Over een langere periode van 1983-1997 lijkt de groei van het finaal energieverbruik per m² ongeveer gelijk te zijn aan de fysieke productie per m² (zie Figuur 4.1). Over de in de Quick Scan gebruikte periode 1991-1996 is de groei van de fysieke productie relatief laag met 1,8%, maar lijkt het energieverbruik per m² helemaal niet te

stijgen. Opgemerkt dient te worden dat het effect van besparende technieken in de MJA cijfers meetelt.



Figuur 4.1 *Ontwikkeling fysieke productie en finaal energieverbruik per m² kas, bron: LEI-DLO [5]*

Voor de toekomstige samenhang tussen deze grootheden lijkt het van belang op welke wijze verwacht wordt dat de productiegroei per m² gerealiseerd wordt. Indien dit puur met hogere temperatuurniveaus en meer CO₂-dosering wordt nagestreefd leidt dit tot hoger energieverbruik. Worden nieuwe plantvariëteiten ontwikkeld of verbeteringen in teelttechniek met hogere opbrengst, dan behoeft dit geen extra energie te vergen. De fysieke productie kan ook worden verhoogd door producten met een hogere toegevoegde waarde (zie ook Bijlage B). In de scenario's zijn voor dit laatste weinig aanknopingspunten gevonden. In de optiek van het CPB heeft het innovatieve karakter van het scenario GC betrekking op de techniek en niet zozeer op de vraag naar nieuwe producten [6].

Concluderend lijkt de SAVE-aanname dat de energie-intensivering 50% van de fysieke productiegroei bedraagt geen pessimistische schatting. Nader onderzoek naar het effect van de toekomstige teelttechniek is gewenst. In de volgende paragrafen wordt een aantal elementen van de intensivering behandeld waarvan een zekere kwantificering mogelijk is.

In het licht van de recente ontwikkeling van 1,8% fysieke groei jaarlijks over 1991-1996 en de afwezigheid van belangrijke innovaties kan over het realiteitsgehalte van de 3% groei in GC getwijfeld worden. De keuze van het GC-scenario voor het Optiedocument is echter niet gebaseerd op een gedetailleerde sectorale evaluatie van het recente verleden. De recente macro BNP-groeicijfers stemmen globaal met het scenario overeen. De samenhang in het scenario zou verloren gaan indien voor de glastuinbouw een afwijkende veronderstelling wordt gemaakt. De keuze voor GC wordt door het Ministerie van VROM mede gemotiveerd als 'worst case' benadering voor het klimaatprobleem.

4.2 Sectorstructureffecten

Uit de cijfers van Tabel 4.1 blijkt dat zowel de historische als de toekomstige groeivoet van de sierteelt belangrijk hoger ligt dan van de groenteteelt. Ook in het areaal komt deze sterkere groei tot uitdrukking. Uitgaande van een energie-intensiteit die in de sierteelt ongeveer 15% hoger ligt, leidt dit een bescheiden groei van de intensiteit van 0,4% over 15 jaar. De intensivering die uit hoofde hiervan zou optreden is derhalve beperkt.

Tabel 4.2 *Verkenning ontwikkeling areaal, EC, uit Kansen voor Kassen [8]*

Bedrijfstype	Berekend gasverbruik 2010	Areaal ha	
	[m ³ a.e. per m ²]	1996	2010
Intensieve vruchtgroenten	53,0	2920	2300
Intensieve snijbloemen	71,1*	1010	1100
Intensieve potplanten	48,5	860	1000
Minder intensieve glasgroenten	24,1	1040	900
Minder intensieve snijbloemen	38,2	2780	3000
Minder intensieve potplanten	48,5	560	600

* incl. eigen W/K.

Recent is door LEI-DLO in samenwerking met PBG en CLM een studie gedaan naar de toekomstige ruimtelijke verdeling van de glastuinbouw in Nederland [8]. Daarin is een indeling gemaakt in teeltrichting, kapitaalintensiteit en arbeidsbehoefte. Uitgangspunt is het CPB-scenario EC. Daarin groeit de productie in de glastuinbouw fors, terwijl het areaal ongeveer gelijk blijft. De fysieke productiegroei per m² bedraagt circa 3% per jaar. De geschetste ruimtelijke mogelijkheden voor areaaluitbreiding zijn ruim voldoende, de afzetmarkt is de beperkende factor voor de groei van de sector. Er worden zes bedrijfstypen onderscheiden, een intensieve en minder intensieve variant van iedere sector. Met name bij de groenten en snijbloemen is de kapitaalintensieve variant ook energie-intensief. In het scenario treedt een verschuiving op van intensieve naar minder intensieve teelten, vooral door de afname van het areaal zwaar gestookte vruchtgroenten. Er treedt voorts een verschuiving op van groenten naar bloemen en potplanten. Per saldo blijft de totale energie-intensiteit gelijk door deze effecten.

In 1994 is door het LEI en IKC [9] een toekomstbeeld geschetst waarin ook voor de glastuinbouw een nadere uitwerking van oudere CPB-scenario's is gemaakt. Ook aspecten als de areaalproductiviteit en de differentiatie tussen speciale producten en bulkgewassen komt aan de orde. De lange termijn areaalproductiviteitsgroei bedraagt, afhankelijk van het scenario 2-3,5% per jaar. Deze groei hangt binnen de scenario's positief samen met technologische vernieuwing. In de hogere groei-scenario's treedt een verschuiving op naar potplanten. In het BG-scenario is dit het meest extreem verondersteld. Niettemin is de energie-intensivering door het sectorstructureffect slechts 1,5% over 22 jaar.

Ook bij een extreme aanname waarbij in 2010 het areaal potplanten groter zou zijn dan het areaal groenten bedraagt de energie-intensivering niet meer dan 3% over 15 jaar. Concluderend kan gesteld worden dat energie-intensiveringseffecten door de sectorstructuur groenten/snijbloemen/potplanten 0-0,2% per jaar kunnen bedragen.

4.3 Verschuiving tussen gewassen

Een verdere analyse van de verschuiving tussen de verschillende gewassen wordt in het kader dit onderzoek niet zinvol geacht. Door de hoge diversiteit lijkt een sterke groei van alleen de energie-intensieve gewassen hoogst onwaarschijnlijk. Dit geldt met name voor de energie-intensieve vruchtgroenten. Ook een tegengestelde beweging naar extensievere gewassen lijkt onwaarschijnlijk, tenzij dit met beleid wordt afgedwongen (zie ook onder 5.1).

4.4 Assimilatiebelichting

Een techniek die in het recente verleden sterk in betekenis is toegenomen is de groeibevorderende belichting. Deze wordt met name toegepast op rozen, chrysanten, en bij sommige potplanten. Omdat voor deze belichting tuinders vaak een WKK-installatie in eigen beheer hebben, wordt het elektriciteitsverbruik voor belichting niet expliciet waargenomen. In het SAVE-model wordt voor 1990 een belicht areaal van 8% aangehouden met een elektrisch verbruik voor belichting van 3000 GJ per ha. Het LEI [10] kan geen betrouwbare cijfers van vóór 1995 produceren. Het gebruikte elektrisch vermogen blijft tot 1995 stabiel op 28 watt/m². Dit komt met SAVE overeen bij een belichtingsduur van 3500 uur per jaar. Recent lijkt het vermogen toe te nemen tot 35 in 1997. Derhalve wordt nu een trend naar intensievere belichting verondersteld. Het is niet duidelijk of deze trend langdurig doorgezet kan worden, waarschijnlijk zullen er teelttechnische maxima aan belichting zitten. In SAVE wordt de intensivering gemaximeerd op een uiteindelijke waarde van 5000 GJ per ha voor 2020. In het basisscenario in 2010 bedraagt dit verbruik circa 4000 GJ per ha.

Het andere intensiveringsaspect is de groei van het aandeel belicht oppervlak.

Tabel 4.3 *Belicht areaal, vermogen en belichtingsduur 1998, schatting IKC*

	Areaal [ha]	Vermogen [W/m ²]	Belichtingsduur [uren/jaar]
Roos	500	45	4000
Chrysant	152	25	2200
Lelie	54	25	2000
Overige snijbloemen	49	20	2000
Potplanten	150	25	2000
Opkweek	130	30	2000
Totaal*	1035	35	3261

* vermogen en uren zijn gewogen gemiddelde.

Het LEI verwacht conform [8] in 2010 een belicht areaal van 1100 ha in de snijbloementeel. Dit is een stijging van 20 naar 27% van het areaal snijbloemen. Schattingen voor de potplantenteelt en opkweek kan het LEI niet maken. Uitgaande van de schattingen van Tabel 4.3 is van de potplanten 9% belicht en van de opkweek 38%. Uitgaande van een sterk vernieuwend scenario zou de potplantenteelt sterk kunnen groeien ten koste van de groenten (zie paragraaf 4.2). Bij een verdubbeling van het aandeel belicht zou het belichte areaal potplanten hier in 2010 maximaal 500 ha bedragen. Evenzo zou bij de opkweek een relatief sterke groei van het belichte areaal neerkomen op 250 ha in 2010. Het maximale belichte areaal in de glastuinbouw komt daarmee op 1850 ha, in het vernieuwende GC scenario betreft dit ongeveer 20%. Als ondergrens voor het belichte areaal wordt 10% aangehouden, overeenkomstig het huidige aandeel inclusief opkweek.

4.5 Aanvullende CO₂-bemesting

Naast assimilatiebelichting is CO₂-bemesting een techniek die sterk groeit en duidelijke energie-relevantie heeft. Voor de bepaling van de CO₂-emissie van de sector is de natuurlijke opname en afgifte van CO₂ door planten per saldo nihil. Datgene wat meer opgenomen wordt door extra dosering komt in een later stadium vrij en telt mee als CO₂ van fossiele oorsprong. Daarnaast wordt het overgrote deel van de CO₂-dosering niet opgenomen door de plant en telt dus ook mee als emissie. De CO₂-bemesting is als energie-functie van belang voorzover het toegepast wordt op momenten dat er geen behoefte is aan verwarming of droogstoken van de kas. Dan wordt immers puur voor bemesting aardgas verstoekt. In de praktijk is dit onderscheid soms niet scherp te maken, bijvoorbeeld bij het minimumbuisgebruik of als opslag van warmte plaatsvindt.

Volgens het LEI [10] wordt de afgelopen jaren steeds intensiever CO₂ gedoseerd, omdat steeds meer bekend is dat de extra opbrengsten hiervan de kosten overtreffen. Als voorbeeld wordt een bij tomaat een hogere productie per m² van 1,3 kg bereikt met 5 kg aanvullende CO₂-dosering in de zomerperiode. Omgerekend op jaarbasis is dit 2,5-3% meer fysieke productie met circa 4% meer gas. Dit betekent derhalve een voor de energie-efficiency ongunstige ontwikkeling. Het LEI constateert over 1990-1995 een stijging van het aantal bedrijven dat CO₂ doseert zonder warmtevraag van 42% tot 50%. De toename van het gebruik van warmtebuffers is minder sterk. Ook uit het toegenomen gasverbruik in de zomerperiode wordt een hogere CO₂-bemesting afgeleid.

Er zijn nog onvoldoende gegevens waaruit een intensiveringstrend voor het model is af te leiden. Het toenemende gebruik van aardgas voor aanvullende CO₂-bemesting is in het SAVE-model opgenomen in de autonome intensivering die samenhangt met de fysieke productiegroei per m². Dit is beschreven in het begin van dit hoofdstuk. Op deze wijze gemodelleerd zou de aanvullende CO₂-bemesting star aan het scenario gekoppeld zijn. Het effect van beleid of van lagere of hogere energieprijzen is echter gemodelleerd via 4 extra gradaties van energieintensiteit als afwijking op dit autonome pad (zie 2.4). Bovendien is warmteopslag als aparte besparingsoptie gemodelleerd.

4.6 Overig gedrag

Evenals aanvullende CO₂-dosering zijn maatregelen als temperatuursverhoging, meer ventilatie, minimumbuisgebruik, schermgebruik van invloed op het energieverbruik, kunnen ze ook invloed op de productie hebben. Gegevens hierover zijn onder andere opgenomen in [10]. Er kan op basis van deze gegevens echter geen kwantificering plaatsvinden van een ontwikkeling in fysieke productie en energieverbruik. Genoemde verschijnselen zijn samen met de aanvullende CO₂-dosering op geaggregeerde manier in SAVE gemodelleerd, via een autonoom pad en 4 gradaties van afwijking daarop.

4.7 Besparende technieken

Naast de in dit hoofdstuk beschreven intensiveringstrends die samenhangen met teeltkeuze en tuinbouwkundige techniek wordt kort ingegaan op energiebesparende technieken. De energie-intensivering wordt gematigd door technische besparingsopties en autonome verbetering van de kasuitrusting, hetgeen afzonderlijk gemodelleerd is in SAVE. Hier wordt een bedrijfseconomische afweging verondersteld op basis van een investeringsbedrag per ha. Het betreft isolatie, condensoren en warmteopslag. Van deze opties wordt verondersteld dat ze het energieverbruik per m² verlagen. Alleen bij een investering in schermen is een beperkt negatief effect op de productie verondersteld, ten gevolge van verminderde lichttoetreding door het scherm pakket. Er wordt in het kader van dit onderzoek geen nadere analyse of actualisatie van deze modellering uitgevoerd.

5. SPREIDING IN VERBRUIK

In dit hoofdstuk worden de mogelijkheden geanalyseerd om de trendmatige groeipaden van fysieke productie en energieverbruik, die beschreven zijn in het vorige hoofdstuk, met beleid te beïnvloeden. Er wordt evenwel geen uitvoerig onderzoek naar allerlei beleidsopties en varianten uitgevoerd (zie daarvoor o.a. [11]), de nadruk ligt op het inschatten van de mogelijkheden die individuele tuinders hebben om het verbruik per m² bij te verminderen. De gevolgde methode is beschreven in paragraaf 2.4. De in de tuinbouwpraktijk gevonden spreiding in het verbruik per m² wordt als uitgangspunt gehanteerd.

5.1 Overschakeling op andere gewassen

Deze analyse beperkt zich tot de spreiding die mogelijk is binnen gewasgroepen. De mogelijkheid om over te schakelen van zwaar gestookte gewassen als tomaat naar licht gestookte gewassen als sla wordt niet beschouwd. Voor de glastuinder betreft dit een compleet ander specialisme. Dit soort rigoureuze overschakeling of bijvoorbeeld verplaatsing van productie naar het buitenland is ook niet gemodelleerd in SAVE.

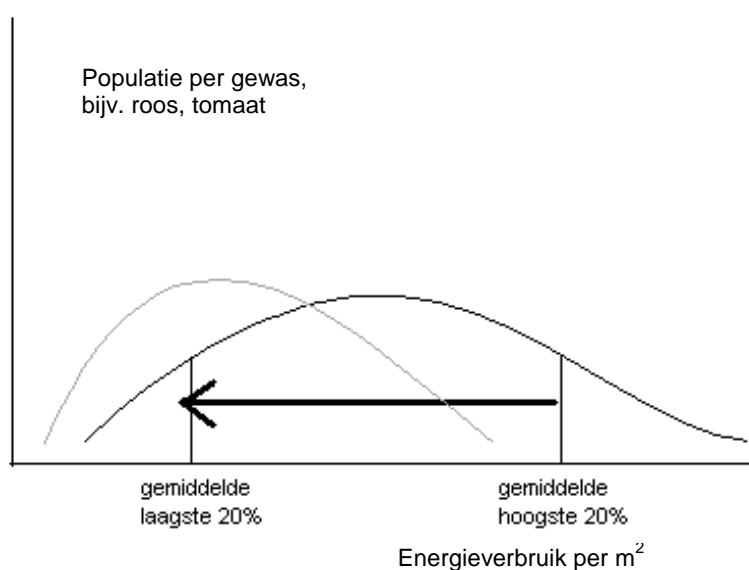
De overschakeling van tuinders op andere gewassen komt momenteel in beperkte mate voor [10]. Ca 2,5% van de tuinders schakelt per jaar bijvoorbeeld over van groenten naar sierteelt (1990-1994). Dit is in de grootte-orde van 100 bedrijven. Daarnaast is er nog overschakeling binnen sectoren, dus van groente naar andere groente. Deze overschakelingen komen naar verwachting grotendeels voort uit gewijzigde marktverwachtingen bij de tuinders. Overschakelingen die onder invloed van beleid plaats kunnen vinden is niet expliciet gemodelleerd. Voorzover het een overschakeling betreft waarbij uitrusting en kennis voor het nieuwe gewas bij de ondernemer aanwezig is, wordt de speelruimte in het model dus enigszins onderschat. Een min of meer gedwongen overschakeling onder invloed van beleid ligt niet voor de hand: de voorgenomen systematiek van de IMT/GLAMI is hier niet voor uitgerust.

Ook een overschakeling onder invloed van heffingen kan worden opgevat als een koude sanering van de sector. Indien berekeningen uitgevoerd worden met hoge energieheffingen, dient rekening te worden gehouden met een lagere glastuinbouwproductie dan het scenario in eerste instantie veronderstelt. In energie-intensieve teelten maakt energie 20% van de totale kosten uit, terwijl de door de tuinder berekende arbeidskosten voor zijn eigen werk in de orde van 10% liggen. Een verhoging van de energieprijzen met 50% bij dezelfde opbrengst maakt dus voor deze teelten het ondernemen onmogelijk. Indien de hogere kosten in de prijs van de producten kan worden doorberekend, of terugsluizing van de heffingsopbrengst plaatsvindt, is het effect natuurlijk minder sterk, maar blijft aanwezig. Alleen bij een terugsluizing binnen de gewasgroep behoeft geen negatief effect op de productieomvang verwacht te worden. Een dergelijke variant kan binnen het SAVE-model gesimuleerd worden.

5.2 Spreiding binnen de gewasgroep

In het kader van het Milieuproject Sierteelt (MPS) en de Milieu Bewuste Teelt (MBT) voor glasgroenten wordt het verbruik van energie per m² kas van individuele tuinders waargenomen. Een lage score telt mee in een puntensysteem op basis waarvan producten in aanmerking kunnen komen voor een milieuvriendelijk predikaat. Het IKC heeft in een studie onderzocht hoe dit systeem kan worden toegepast om voor individuele bedrijven

energie-efficiency-doelstellingen te formuleren [12]. Het IKC veronderstelt op basis van MPS/MBT-waarneming een normale verdeling per gewasgroep, zoals weergegeven in Figuur 5.1. Voor MPS/MBT worden normen gehanteerd die betrekking hebben op het gemiddelde verbruik per m² van de hoogste en laagste 20% bedrijven. Dit betekent dat ca 10% aan elke zijde buiten de normen valt. Impliciet wordt verondersteld dat de aldus bepaalde spreiding een reële maat is voor de totale speelruimte die tuinders hebben om hun energieverbruik per m² te verlagen. Deze veronderstelling zal in de modellering van SAVE worden gevolgd. Het is nog niet duidelijk welke norm geformuleerd zou moeten worden in het kader van de IMT/GLAMI. Het is de bedoeling dat de individuele bedrijven opschuiven tot voorbij de laagste norm, en dat daarmee de hele populatie tijdens de beleidsperiode tot 2010 naar links opschuift. Het IKC verwacht dat dan de spreiding zal afnemen, omdat het steeds moeilijker wordt om nieuwe besparingsmogelijkheden te vinden.



Figuur 5.1 Weergave spreiding in energieverbruik/m² voor afzonderlijke gewasgroepen

Voor 1995 zijn de gemiddelden en de gemiddelden van de hoogste en laagste 20% bepaald en opgenomen in Tabel 5.1. Het betreft hier niet de totale spreiding in de sectoren, maar voor de verschillende gewassen gewogen spreiding. Bij glasgroenten betreft het dus de spreiding van een gemiddeld groentegewas.

Tabel 5.1 *Representatieve spreiding van het energieverbruik per ha van afzonderlijke gewasgroepen in drie glastuinbouwsectoren, 1995, bron: MPS/MBT, weging: IKC*

	GJ totaal finaal* per ha			
	ondergrens	gemiddeld	bovengrens	spreiding + of -
Glasgroenten	13650	17310	20970	21,1%
Snijbloemen	14470	19310	24150	25,1%
Potplanten	12510	17540	22570	28,7%

*finaal verbruik is hier: aardgas op bovenwaarde, elektriciteit gewogen met een opwekrendement van 40%.

De aldus bepaalde spreiding is een samenstelling van de spreiding in :

1. Geografische ligging van de bedrijven en de daaruit volgende spreiding in de gemiddelde buitentemperatuur en windsnelheid.
2. De vorm en rechthoekigheid van de kas en het daarmee samenhangende glasoppervlak.
3. De mate waarin technische besparingsopties zijn toegepast.
4. De energiebehoefte van de gekozen gewasvariëteit.
5. De energie-intensiteit van de teeltwijze, ofwel het gedrag van de tuinder (mate van aanvullende CO₂-bemesting; minimumbuisgebruik; temperatuurregeling; mate van ventilatie; mate van belichting; schermgebruik, etc.).

In de volgende paragrafen wordt getracht een van kwantificering van deze afzonderlijke verschijnselen te geven. In het algemeen ontbreken gegevens voor een formele statistische analyse, er is alleen een benadering op basis van schattingen mogelijk. Getracht wordt overeenkomstig de MPS/MBT normen het gemiddelde van de laagste en hoogste 20% van de afzonderlijke verschijnselen te bepalen. Dit komt ongeveer overeen met de grenswaarde van de laagste en hoogste 10%. Door de kwadraten van de spreiding op te tellen en van het totaal van Tabel 5.1 af te trekken kan een spreidingsresidu bepaald worden voor punt 4 en 5.

5.3 Geografische ligging

In KWIN [13] is op basis van modelberekeningen vastgesteld hoeveel meer of minder gas per m² nodig is in verschillende glastuinbouwgebieden. Dit is gebeurd op basis van de gemiddelde waargenomen weersomstandigheden. Hoewel het Noordoosten een uitschieter is in hoog verbruik, wegen de uitschieters in laag verbruik, met name Aalsmeer, zwaarder. Rekening houdend met het areaalaandeel, bedraagt de spreiding ongeveer + en - 5% ten opzichte van het gemiddelde in het Westland.

Tabel 5.2 *Geografische spreiding van het gasverbruik per m² kas ten opzichte van het Westland. Bron: KWIN*

	Afwijking [%]		Globaal [% areaal*]
	zonder scherm	met scherm	
Naaldwijk (basis)	0	0	59
Aalsmeer	-5	-3,5	17
Eelde	12	8	4
Gilze	2	0,7	7
Horst	0	-1,5	13

* indeling op basis van CBS [8].

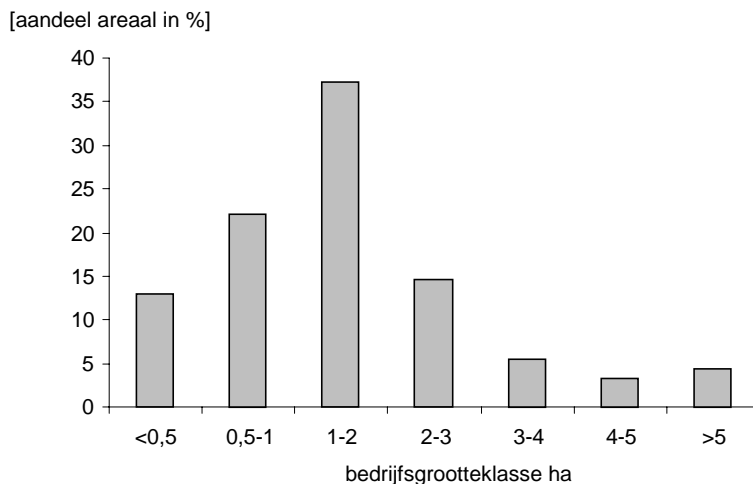
5.4 Gebouwfactoren

De vorm van de kas heeft invloed op het energiegebruik. Bepalend is daarbij het geveloppervlak. Lange, smalle bedrijven zijn daarbij in het nadeel t.o.v. vierkante bedrijven. Lang en smal (1 ha groot) kost 6,3% meer gas dan vierkant van 1 ha. Er zijn geen gegevens over de verdeling in de vorm van de kasplattegrond, een spreiding van + of - 3% wordt verondersteld.

Ook de absolute omvang van het bedrijf is van invloed. De verdeling van de bedrijfs-grootte is opgenomen in Figuur 5.2. De grenzen van de 10% laagste en hoogste categorie liggen beneden 0,5 ha en rond 4 ha. Een kas van 5100 m² gebruikt 4,3% meer gas dan een bedrijf van 1 ha en een bedrijf van 4 ha heeft - 5,4% nodig (IKC). Een spreiding in de orde van + en - 5% is dus aan de bedrijfsgrootte toe te schrijven. Binnen de gewas-

groepen zal deze spreiding waarschijnlijk kleiner zijn, omdat per gewas bepaalde minima of optima van bedrijfsgrootte bestaan.

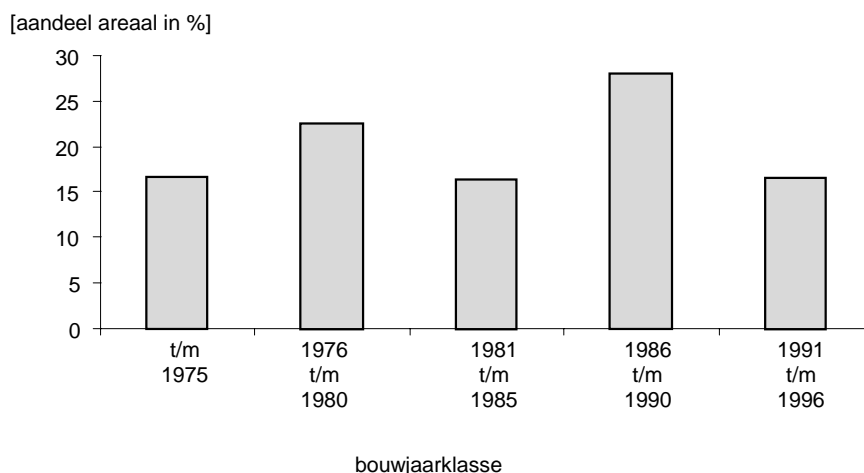
Nieuwere kassen worden momenteel vaak hoger gebouwd. Dit leidt tot een groter geveloppervlak. Voor dit aspect wordt geen extra spreiding verondersteld. Omdat nieuwere kassen qua vorm en absolute omvang juist weer gunstiger zijn zal het eerder de spreiding doen afnemen.



Figuur 5.2 *Verdeling areaal over bedrijfsgrootteklassen 1996, benadering op basis van CBS-meitelling*

Naast deze geometrische factoren is ook een aantal andere gebouwfactoren van belang. Het betreft verbetering van de lichttoetreding, verlaging van de verwarmingsbuizen, betere luchtdichtheid of betere afscherming tegen de wind. Deze zaken zijn alleen beïnvloedbaar door de tuinder bij nieuwbouw. De spreiding ten gevolge van deze factoren is moeilijk aan te geven.

In ICARUS [14] is een gemiddeld verbeteringspotentieel verondersteld van 10% voor deze gebouwfactoren in 2000 ten opzichte van 1990. Niet alles daarvan zou kosteneffectief worden gerealiseerd, omdat het aandeel nieuwbouw beperkt is. Tot 2015 is door nieuwe kasconcepten nog 10% te bereiken. In het SAVE-model wordt verondersteld dat dit potentieel automatisch gerealiseerd wordt wanneer nieuwbouw plaatsvindt, en dat dit een trend is die ook in het verleden heeft plaatsgevonden. Op basis van ICARUS-gegevens (potentiëlen) zou een trendmatige jaarlijkse verbetering van 0,7% afgeleid kunnen worden, in SAVE is deze verbetering ongeveer de helft (0,3-0,4%). In Figuur 5.3 is de leeftijdsopbouw van het kassenareaal in 1996 afgebeeld. Hieruit blijkt dat de hoogste en laagste 10% een bouwjaar hebben van vóór 1975 respectievelijk na 1991. Het leeftijdsgebied in jaren waarbinnen de spreiding optreedt is op basis hiervan geschat op 20-25 jaar.



Figuur 5.3 *Leeftijdsopbouw kassenareaal 1996, bron: LEI bedrijveninformatienet*

Indien aldus een trendmatige verbetering verondersteld wordt in combinatie met deze spreiding in leeftijd, dan ontstaat een spreiding in energieverbruik per m² in de orde van 6-14%, dit is in de orde van + en - 5%.

5.5 Penetratie van technische besparingsopties

Er worden drie categorieën technische besparingsopties op het eindverbruik onderscheiden: maatregelen betreffende isolatie en schermen, maatregelen betreffende condensoren en maatregelen betreffende warmteopslag. Spreiding in het energieverbruik ten gevolge van het al dan niet toepassen van technische besparingsopties wordt globaal geanalyseerd aan de hand van deze drie groepen maatregelen. Binnen deze groepen zijn weer verschillende typen maatregelen te onderscheiden. De aanwezigheid van een besparingsoptie leidt tot een spreiding die direct in verband staat met de besparing: bij een maatregel die 10% bespaart hoort een spreiding van + of - 5%, voorzover de penetratie onvolledig is. Een extra spreiding bij de toepassers kan ontstaan omdat het besparingspercentage kan variëren per type maatregel..

Voor de afzonderlijke gewassen wordt doorgaans een specifieke toepassing van schermen gebruikt. Niet belichtende bloemenbedrijven gebruiken doorgaans een scherm (75%). Bij tomatenteelt wordt meestal geen scherm gebruikt, bij paprika wel. Bij komkommerbedrijven wordt vaak in de winterperiode een eenmalige folie gespannen. Bij koudere teelten als sla en radijs loont een scherm niet. Binnen de gewasgroep wordt verondersteld dat de schermuitrusting zodanig weinig verschilt dat dit tot een beperkte spreiding in het energieverbruik per m² leidt. Bij schermen moet echter wel onderscheid worden gemaakt tussen de spreiding ten gevolge van aanwezigheid van het scherm pakket en ten gevolge van het daadwerkelijk gebruik ervan. Onder paragraaf 5.6 wordt het schermgebruik behandeld.

Toepassing van condensoren vindt bij de meeste teelten plaats. Op ongeveer 10% van de bedrijven worden ze niet toegepast omdat er geen ketel wordt gebruikt. In de overige bedrijven is er een hogere penetratie bij bedrijven met een hoger verbruik per m² [15]. Met een condensor kan maximaal 10% besparing bereikt worden, theoretisch een spreiding van + en - 5%. Geschat wordt dat voor de specifieke gewassen de spreiding van + of - 3% reëel is.

Warmteopslag wordt vooral toegepast als CO₂ wordt gedoseerd in perioden zonder warmtevraag, dit betreft circa 40% van het areaal (voornamelijk groenten). De besparing bedraagt daar maximaal 80% op het gasverbruik voor aanvullende CO₂-dosering, derhalve in de orde van 10-20% op het totaal. Bij die teelten bedraagt de maximale spreiding door het al of niet aanwezig zijn van een buffer + of -10% . In de praktijk is echter de aankoop van een buffer vaak het startsein om aanvullend CO₂ te gaan doseren. Dit leidt tot een minder hoge spreiding van het verbruik per m², immers de warmte uit CO₂ dosering wordt teruggewonnen. Ook hier hangt gedrag dus sterk samen met de technische uitrusting. Geschat wordt dat de spreiding in het verbruik per m² door het al dan niet aanwezig zijn van een buffer + en - 5% bedraagt.

5.6 Gewasvariëteit en teeltwijze

De spreiding binnen de gewassen in variëteiten en teeltwijze is in de modelopzet van SAVE de speelruimte waarbinnen de tuinders kunnen kiezen voor een energie-intensieve of extensieve teeltwijze. Binnen deze speelruimte kunnen ze een afweging maken tussen hogere energiekosten en hogere opbrengsten of lagere energiekosten en lagere opbrengsten. Dit impliceert dat de tuinder hier relatief gevoelig is voor prijsprikkels en regulering betreffende energie-efficiency. Daarbij speelt ook de onzekerheid over de opbrengsten een rol. Experimenteren met een energiezuiniger teeltwijze brengt voor de tuinder hogere opbrengstrisico's met zich mee.

Ten aanzien van de gewasvariëteitkeuze is geen algemeen beeld te geven, dit vereist een uitgebreide inventarisatie. In Tabel 5.3 worden twee voorbeelden op dit gebied weergegeven. Deze voorbeelden zijn gemaakt op basis van een groot aantal bedrijfswaarnemingen, zodat de verschillen niet geheel zuiver de gewasvariëteit betreffen, maar toch een representatief beeld geven. Het betreft de keuze tussen ronde tomaten en trostomaten laat zien dat het verschil in energieverbruik per m² kas klein is. Op grond hiervan is dus weinig spreiding in de energie-intensiteit te verwachten. De kostenplaatjes tussen deze variëteiten verschillen vooral voor wat betreft toegevoegde waarde (arbeidskosten en bedrijfsresultaat). Voor de trostomaat wordt per m² een hogere opbrengst gemaakt. Bij een constant prijsniveau levert het produceren van trostomaten een hogere fysieke productie, zoals bepaald ten behoeve van de MJA-E monitoring (zie Bijlage B). Dit houdt in dat overschakeling op trostomaat bijdraagt tot verhoging van de energie-efficiency in de sector. Energiebeleid via heffingen of het effectueren van de IMT door een doelstelling in energieverbruik per m² heeft hier evenwel slechts gering effect.

Het tweede voorbeeld betreft toepassing van assimilatiebelichting bij de rozenteelt. Het betreft bedrijven met in het algemeen een eigen WKK. De gemiddelde energiekosten per m² van belichte rozen zijn 25-30% hoger. De gemiddelde opbrengst is echter 45% hoger. Per saldo lijkt de belichte rozenteelt dus energie-efficiënter (zie ook [16]). Het gunstige beeld uit de cijfers wordt echter mede veroorzaakt doordat de belichtende bedrijven gemiddeld moderner zijn. Beleid via energieheffingen (niet de REB, maar met terugsluizing in de gewasgroep) zal de belichte teelt mogelijk juist kunnen stimuleren, evenals beleid gericht op herstructurering en modernisering. Het effectueren van de IMT-doelstelling aan de hand van het verbruik per m² heeft mogelijk een tegengesteld effect, en kan vermindering van de energie-efficiency veroorzaken. Deze aspecten zullen voor iedere situatie apart beschouwd moeten worden.

Tabel 5.3 *Kostenplaatjes voor twee voorbeelden van een keuze tussen gewasvariëteiten, 1996, bron: IKC*

f/m^2	ronde tomaat	trostomaat	rozen belicht	rozen niet belicht
<i>Kosten</i>				
Energie	17,42	17,44	21,87	17,06
Arbeid	25,82	30,14	34,68	32,83
Afschrijving	9,42	9,29	26,51	12,68
Rente	6,28	7,45	9,5	6,53
Afleveringskosten	5,83	7,14	8,7	6,44
Overige variabele kosten	10,41	11,18	5,46	4,57
Overige vaste kosten	7,4	6,44	10,8	6,61
<i>Opbrengsten</i>	87,05	103,93	115,31	79,76
Netto Bedrijfsresultaat	4,47	14,85	-2,21	-6,96
<i>gasverbruik in m^3/m^2</i>	67,8	68,4	83	63,1
<i>energiekosten/omzet</i>	0,200	0,168	0,190	0,214

Bij de spreiding op basis van de overige gedragsfactoren lijkt temperatuurinstelling relatief sterk gebonden aan de specifieke teelt. Niettemin zijn kleine veranderingen in temperatuurniveau verantwoordelijk voor belangrijke verschillen in energieverbruik per m^2 , een spreiding van + of - 5% wordt aangehouden. Bij CO_2 -bemesting en belichtingsintensiteit is er een grote spreiding. Het minimumbuisgebruik hangt qua spreiding samen met de CO_2 -bemesting. Vergelijkt men groentebedrijven die geen extra CO_2 doseren met bedrijven met hoge bemestingsnormen dan ligt de spreiding in de orde van + of - 15% [10]. Leidt men het verbruik voor belichting af uit Tabel 5.3 en houdt men rekening met relatief hoge belichtingsniveaus en -duur, dan licht de spreiding bij rozenbedrijven door belichting ook in de orde van + of - 15%. Het schermgebruik kan eveneens tot belangrijke spreiding leiden. Door het LEI is onderzoek uitgevoerd naar het gebruik van energieschermen bij tomaat [17]. Geconcludeerd wordt dat bedrijven met de langste schermduur 20% energie besparen met schermen op jaarbasis. Hieruit wordt een spreiding van + en - 10% afgeleid voor tomaat. Deze spreiding in schermgebruik wordt verondersteld ook te gelden voor andere teelten.

5.7 Conclusies betreffende de spreiding

In Tabel 5.4 is een overzicht van de geschatte spreidingen uit dit hoofdstuk gegeven. Bij factoren die onafhankelijk van elkaar optreden kan de totale spreiding worden bepaald door de wortel uit de som van de kwadraten te trekken. Voor de meeste factoren wordt verondersteld dat grotendeels aan de voorwaarde van onafhankelijkheid wordt voldaan. Bij de gedrags/teeltfactoren belichting, CO_2 -bemesting en schermgebruik is dit echter niet het geval. Belichting speelt immers alleen een rol in de sierteelt terwijl CO_2 -bemesting in de groententeelt belangrijk is. Daarentegen zal bij belichte teelt relatief minder schermgebruik optreden omdat hier vaak een surplus aan warmte is. Voor de teelt/gedragsfactoren wordt een spreiding bepaald van + en - 18% voor de combinatie van schermgebruik en CO_2 -bemesting. Het kwadratisch gesommeerde totaal bedraagt + en - 23%. Bij de combinatie schermgebruik en belichting zou dit iets hoger kunnen zijn voor bepaalde siergewassen. Dit stemt redelijk overeen met de waarden uit Tabel 5.1. De gedragsfactoren spelen in dit alles een dominante rol. De gesommeerde spreiding van CO_2 -bemesting (15%) en schermgebruik (10%) van + en - 18% zal worden aangehouden als maximum gedragsruimte in het SAVE-model. Momenteel bedraagt deze waarde 27%.

Tabel 5.4 *Overzicht geschatte spreiding tussen hoogste en laagste 10% areaal in energieverbruik per m² kas voor afzonderlijke factoren*

	Spreiding energieverbruik per m ² , + en - %
Gebied	5%
Kasvorm	3%
Bedrijfs grootte	5%
Leeftijd kas	5%
Aanwezigheid schermen	10%
Condensors	3%
Aanwezigheid warmtebuffer	5%
Temperatuurinstelling	5%
CO ₂ -bemesting	15%
Schermgebruik	10%
Belichting	15%
Spreiding gesommeerd	23%

6. BEREKENINGSRESULTATEN

6.1 Aangepaste rekenresultaten

Op basis van de verkregen inzichten in deze studie is het SAVE-model op enkele punten aangepast. Het betreft:

- De spreiding in het thermisch verbruik per ha door gedrag bedraagt nu: + en - 2580 GJ, voorheen + en - 4000 GJ.
- De opties waarmee deze spreiding is gemodelleerd ('energie-intensievere' cq 'extensievere teeltwijze' 1 cq 2) zijn meer toegesneden op het gedrag zoals in dit rapport beschreven: overschakeling vergt niettemin een zekere investering en kan ieder zichtjaar, d.w.z. eens in de vijf jaar plaatsvinden.
- De spreiding ten opzichte van het autonome intensiveringspad van het warmteverbruik per ha bedraagt nu + en - 9% respectievelijk + en - 18% voor de 4 alternatieven. Bij de gematigde opties is een evenwicht gemodelleerd tussen de mutatie in teeltopbrengst en de mutatie in energiekosten in het basisjaar. Bij de extreme opties is het nadeel gesteld op 1,5 maal het voordeel, zodat deze opties alleen penetreren onder extreme energieprijzontwikkelingen.
- De penetratie van belichting wordt afgeremd, onder de meest gunstige condities maximaal 20% in 2010.
- Het elektriciteitsstarief bij belichting is 30% verlaagd omdat het doorgaans eigenlijk de kostprijs van eigen opwekking betreft (f 34,- i.p.v f 48,- per GJ).
- De belichting wordt autonoom intensiever, van 3500 GJ/ha in 1990 tot in 2010 ca 4000 GJ/ha.
- Door een minder sterke temperatuurcorrectie wijzigt het uitgangsverbruik in het basisjaar, hierdoor wijzigen ook enkele andere basisjaargegevens.
- De condities voor investeren in isolatieschermen zijn bijgesteld op advies van LEI: onderhoudskosten toegevoegd à f 1400/ha/jaar; opbrengstverlies 2% in plaats van 1%.

De resultaten van nieuwe berekeningen op basis van deze punten zijn weergegeven in Tabel 6.1. Deze tabel is direct vergelijkbaar met de gegevens uit het Optiedocument. De eerste regel betreft een extrapolatie van het verbruik in 1995 door vermenigvuldiging met de economische groei uit het GC-scenario. Upgrading betreft de door het CPB bescheiden ingeschatte ontkoppeling tussen de productiewaarde en het 'verbruik voor besparing'. Dit verschil is niet exact gedefinieerd door het CPB, het is niet duidelijk hoe het verband is met de fysieke groei zoals die gebruikt wordt in de MJA-monitoring en in het SAVE-model. Mogelijk is de definitie van de fysieke productie zodanig in overeenstemming met de gedefleerde productiewaarde dat de upgrading op nul gesteld kan worden (zie ook Bijlage B).

Tabel 6.1 *Herziene resultaten optiedocument voor de glastuinbouw, PJ fictief* primair 2010, tevens weergave EBN-pakket*

	GC-actualisatie	GC-EBN	GC-optie
Verbruik op basis van omzet	249	249	249
<i>mutatie door upgrading product</i>	-9	-9	-9
Verbruik op basis van fysieke productie	239	239	239
<i>mutatie door areaalproductiviteit</i>	-92	-92	-92
Verbruik op basis van areaal	147	147	147
<i>mutatie door intensivering areaalgebruik</i>	41	39	24
Verbruik na intensivering	188	186	171
<i>mutatie door assimilatie teelt</i>	9	8	7
Verbruik na elektrificatie	197	194	178
<i>mutatie door technische besparing kas</i>	-16	-18	-23
Finaal verbruik na besparing	181	176	155
<i>besparing door aanbodtechnieken (cf. MJA)</i>	-19	-19	-23
Verbruik incl. aanbodtechnieken	162	157	132

* fictief primair is hier thermisch verbruik + 2,5 × elektriciteitsverbruik.

Het verbruik op basis van areaal is gelijk aan het verbruik in 1995 vermenigvuldigd met de areaalgroei. Indien de toegenomen productie per ha geen extra energie-inzet per ha zou vereisen, wordt een zeer aanzienlijke besparing bereikt. Op basis van de schatting uit paragraaf 4.1 is een toename van het energieverbruik per ha voor intensivering opgenomen die de helft bedraagt van de fysieke productiegroei per ha. Deze intensivering wordt bovendien beïnvloed door gedrag van tuinders, (zie paragraaf 5.6). Assimilatiebelichting is een speciale vorm van intensivering en is apart gemodelleerd. De overige technische besparingsopties betreffen hoofdzakelijk isolatieschermen, betere condensoren, warmteopslag en autonome verbetering bij nieuwe kassen. Onder de streep in Tabel 6.1 staat de besparing door warmtekrachtkoppeling en restwarmte. Dit is met een apart aanbodmodel bepaald. In het basisjaar 1990 bedraagt het finaal verbruik na besparing 140 PJ en de bijbehorende CO₂-emissie 7,7 Mton, in de berekening van het optiedocument was dit nog 154 PJ en 8,5 Mton.

Vergeleken met het overzicht in het optiedocument valt op dat de absolute omvang van het energieverbruik is verminderd met 10-15%. Dit is een direct gevolg van de aanpassing van het basisjaar 1990 voor wat betreft het waargenomen verbruik en de temperatuurcorrectie. Daarnaast is de potentiële groei door assimilatiebelichting minder hoog ingeschat dan bij eerdere modelberekeningen. Dit leidt tot minder hoge investeringen en minder hoge opbrengsten dan in het basispad. Door de bijstelling van het model is de ontwikkeling van de belichte teelt ongevoelig voor beleid geworden: belichting is in alle varianten aantrekkelijk, voorzover er toepassingen voor zijn. Op basis van de modelberekening zijn globale kosten bepaald: Kapitaalkosten eindverbruikers *f* 175 mln, energie *f* -275 mln., overige kosten *f* 175 mln., totaal *f* 75 mln. Het totale bedrag aan overheidssteun bedraagt ongeveer *f* 75 mln.

De aanvullende inspanning die nodig is om de doelstelling van de IMT/GLAMI te bereiken blijft aanzienlijk. Uitgaande van de fysieke productie op basis van het GC-scenario zou het verbruik terug moeten naar 132 PJ in 2010 (verbruik inclusief aanbodtechnieken, fictief primair). Dit is ongeveer 15% lager dan voor de energiebesparingsnota (EBN) berekend is. De CO₂-reductie die bereikt wordt met de optie waarin de IMT/GLAMI doelstelling wordt gerealiseerd bedraagt volgens deze herziene berekening 1,43 Mton. Het verschil met de 1,8 Mton uit het optiedocument is voor een belangrijk deel het gevolg

van waarnemingsverschillen in het basisjaar 1990. Deze CO₂-reductie heeft betrekking op het finaal verbruik na besparing.

6.2 Gevoeligheid voor scenario's en intensiteitsontwikkeling

In Tabel 6.2 zijn de resultaten weergegeven voor de 3 CPB-scenario's GC, EC en DE en voor twee GC-varianten, respectievelijk met een lagere en een hogere energie-intensiteit per ha. In de laatste kolom is een EC-variant toegevoegd ter vergelijking met de Quick Scan. Voor de hogere en lagere energie-intensiteitsgroei per ha is respectievelijk 0,8 en 0,2 maal de fysieke groeifactor aangehouden (voor de basisvariant wordt 0,5 gehanteerd). Uit de variatie in cijfers kan worden opgemaakt welke onzekerheden bestaan met betrekking tot het basisscenario. Niettemin geldt dat in alle varianten nog een extra inspanning vereist is om aan de IMT/GLAMI doelstelling te voldoen. Deze inspanning zal relatief het grootste moeten zijn onder DE en GC-intensief.

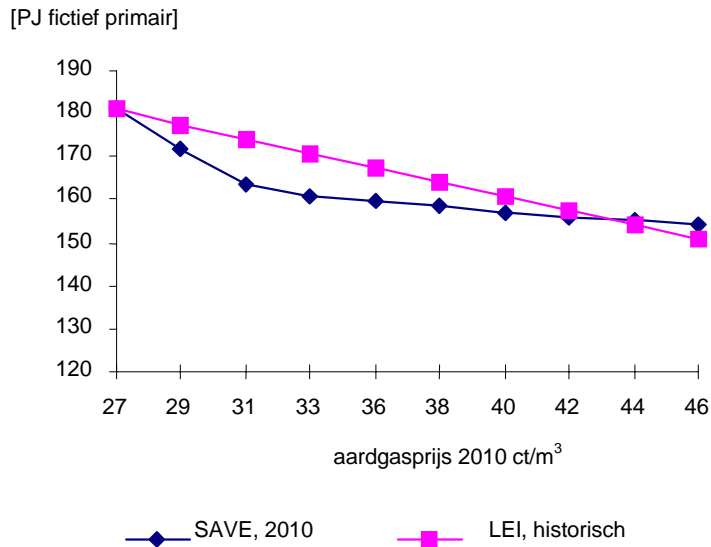
Tabel 6.2 *Gevoeligheid van de berekeningsresultaten voor verschillende scenario's, PJ fictief primair 2010*

	GC	EC	DE	GC ext.	GC int.	EC ext.
Verbruik op basis van omzet	249	218	127	249	249	218
<i>mutatie door upgrading product</i>	-9	-6	2	-9	-9	-6
Verbruik op basis van fys. Productie	239	211	129	239	239	211
<i>mutatie door areaalproductiviteit</i>	-92	-72	-26	-92	-92	-72
Verbruik op basis van areaal	147	140	103	147	147	140
<i>mutatie door intensivering areaalgebruik</i>	41	32	12	15	70	12
Verbruik na intensivering	188	172	116	162	217	152
<i>mutatie door assimilatie teelt</i>	9	9	6	9	9	9
Verbruik na elektrificatie	197	180	122	171	226	160
<i>mutatie door technische besparing kas</i>	-16	-20	-1	-10	-21	-15
Finaal verbruik na besparing	181	160	121	161	205	145

De resultaten van de Quick Scan komen overeen met een extensieve variant van EC (laatste kolom Tabel 6.2). Omgerekend en opgehoogd voor opkweek bedraagt het finaal verbruik na besparing uit de Quick Scan 146 PJ in 2010.

6.3 Gevoeligheid voor energieprijzen

Voor GC is een aantal modelberekeningen gemaakt met oplopende prijzen. Deze hebben zowel invloed op de gedragsopties als op de technische besparingsopties. In Figuur 6.1 is het totale finaal verbruik in de sector afgezet tegen de energieprijzen, uitgedrukt in ct/m³. Ter vergelijking is de vuistregel van het LEI uitgezet: 0,5 m³ per m² kas minder verbruik per cent prijsverhoging.



Figuur 6.1 *Prijsgevoeligheid van het energieverbruik, GC 2010*

Uit de figuur blijkt duidelijk dat in het SAVE-model een kleinere reactie op prijsverhoging zit naarmate het prijsniveau stijgt. Dit representeert de steeds geringere mogelijkheden van tuinders om hun gedrag en uitrusting aan te passen aan de energiekosten.

Indien met behulp van het heffingsinstrument de IMT/GLAMI doelstelling afgedwongen zou worden, wijzen de modelresultaten nu op een hogere heffing dan in het optiedocument. Uitgaande van dezelfde veronderstellingen betreffende besparing in het aanbod, wordt een finaal verbruik van 155 PJ (zie Tabel 6.1) bereikt bij een gasprijs van 44 ct. Dit betreft een verhoging van de WBM-heffing (van 2,155 ct in 1995) met een factor 9. Wordt tevens het in de Energiebesparingsnota voorgestelde maatregelenpakket toegepast, dan zou deze factor ongeveer 7 bedragen.

7. CONCLUSIES

Op basis van bevindingen in Hoofdstuk 3 kan verklaard worden waarom de resultaten van de Quick Scan aanzienlijk afwijken van de resultaten van het Optiedocument. Het betreft waarnemings- en temperatuurcorrectieverschillen in het basisjaar, een hogere groeivoet en intensivering in het scenario van het OD met onder andere een sterker groeiende toepassing van assimilatiebelichting. In Hoofdstuk 4 is een nadere analyse gemaakt van de toekomstige groei en intensivering. Een factor die de intensivering sterk kan beïnvloeden is aanvullende CO₂-bemesting. Voor assimilatiebelichting geldt dat in mindere mate. In Hoofdstuk 5 wordt getracht meer inzicht te krijgen in de spreiding van het energieverbruik per ha. Deze bevindingen hebben geleid tot drie belangrijke modelaanpassingen:

1. Door verschillen in de waarneming en temperatuurcorrectie van het verbruik in het basisjaar kan een afwijking van ca 15% ontstaan. Deze is in het ECN-SAVE-model nu aangepast aan de LEI-waarneming ten behoeve van de MJA-monitoring. Het ECN-SAVE-model houdt een 4% hoger uitgangsverbruik vanwege de opkweeksector, die niet in de Quick Scan betrokken was.
2. De modellering met betrekking tot energie-relevant gedrag van tuinders is aangepast op basis van de analyse van Hoofdstuk 5. Dit leidt tot een minder grote speelruimte voor tuinders om via energiezuinige teeltwijzen het energieverbruik te beperken. Dientengevolge neemt ook de gevoeligheid van het energieverbruik voor hogere energieprijzen af.
3. De groei van het belicht areaal, en het dientengevolge hogere finale elektriciteitsverbruik is beperkt tot ca 20% in 2010, hetgeen beter overeenstemt met de inzichten van de betrokken tuinbouwdeskundigen.

De opgevoerde CO₂-reductie-optie stemt overeen met de doelstelling voor energie-efficiency van de IMT/GLAMI. Geconcludeerd kan worden dat de vereiste inspanning voor de sector om deze doelstelling te halen groot blijft.

De prognoses door middel van scenario's en modelberekeningen zijn onzeker en kennen dientengevolge een grote spreiding. In de Quick Scan is uitgegaan van een relatief lage autonome groei van het energieverbruik per m², althans indien deze gerelateerd zou worden aan de productiegroei van het EC-scenario.

Nader onderzoek is gerechtvaardigd met betrekking tot de intensiveringsparameters die belangrijk zijn voor het energieverbruik. Het betreft met name CO₂-dosering, temperatuurinstelling, minimumbuis-gebruik, ventilatiegedrag en belichtingsduur en - intensiteit, en de invloed daarvan op de productie.

Een kanttekening kan geplaatst worden bij de voorgenomen monitoringsystematiek voor individuele tuinders. Deze systematiek is gericht op vermindering van het energieverbruik per ha zonder rekening te houden met mogelijk stijgende of dalende productie. Energie-efficiency verbetering is echter zeer wel mogelijk bij een gelijktijdige groei van het energieverbruik per oppervlakte-eenheid, zoals ook in het verleden is gebleken. Omgekeerd kan een vermindering van de energie-inzet per ha ook leiden tot een daling in energie-efficiency. Recente ontwikkelingen laten evenwel een stijgende fysieke productie zien bij een ongeveer gelijkblijvend energieverbruik. Bij afzonderlijke bedrijven kunnen heel uiteenlopende ontwikkelingen optreden. Het is van groot belang te onderzoeken hoe energie-efficiency eventueel verbeterd kan worden door verhoging van de fysieke productie. Daartoe is duidelijkheid over de meetmethode daarvan een eerste vereiste.

BIJLAGE A TOELICHTING TEMPERATUURCORRECTIE

Voor de MeerJarenAfspraak-Energie (MJA-E) bepaald het LEI elk jaar de energie-efficiëntie van de Nederlandse glastuinbouw. De energie-efficiëntie wordt hierbij gedefinieerd als het primair brandstofverbruik per eenheid fysieke productie. Onder glastuinbouw wordt binnen de monitoring van de MJA-E verstaan de productieglastuinbouw, d.w.z. alle tuinbouw onder glas exclusief opkweek. De verschillende energiedragers (excl. elektriciteit) in de glastuinbouw worden samengenomen in de brandstofintensiteit. De brandstofintensiteit is het gebruik van aardgas, olie, restwarmte en w/k-warmte afkomstig van installaties van nutsbedrijven, per m² kas per jaar. Daarnaast wordt het elektriciteitsverbruik uitgedrukt in de elektriciteitsintensiteit. De elektriciteitsintensiteit is het gemiddelde netto elektriciteitsgebruik (afname van minus levering aan het openbare net) per m² kas per jaar. De basisgegevens voor het energiegebruik zijn grotendeels gebaseerd op populatiegegevens (verkopen aardgas aan de sector en levering van warmte van derden). De basisgegevens voor elektriciteit en olie zijn gebaseerd op het Bedrijven Informatienet van het LEI. Omdat het energiegebruik in de glastuinbouw samenhangt met de buitentemperatuur wordt een correctie toegepast op de brandstofintensiteit (dus vóór omrekening naar primair brandstof). Hierbij wordt als maatstaf voor de jaarlijkse buitentemperatuur het aantal graaddagen per jaar gebruikt. Bij een gemiddelde etmaaltemperatuur boven 18 graden Celsius (de stookgrens) wordt ervan uitgegaan dat er geen warmte nodig is voor verwarming van de kassen. Iedere graad die de gemiddelde etmaaltemperatuur buiten onder de stookgrens ligt is een graaddag. Hoe lager de buitentemperatuur, hoe hoger het aantal graaddagen. Het aantal graaddagen is afkomstig van het KNMI, locatie de Bilt. Als 'gemiddeld' jaar is gekozen voor het gemiddeld aantal graaddagen in de periode 1960-1990. Bij de toegepaste temperatuurcorrectie wordt ervan uitgegaan dat het energiegebruik in de glastuinbouw niet volledig samenhangt met de buitentemperatuur. Sommige energievragende activiteiten (bijvoorbeeld toepassing minimumbuis, belichting en CO₂-dosering) hangen namelijk niet samen met de buitentemperatuur. Mede doordat niet bekend is voor de gehele sector welk aandeel van de brandstofintensiteit onafhankelijk is van de buitentemperatuur wordt er bij de temperatuurcorrectie uitgegaan van een empirische relatie over een reeks van jaren tussen de brandstofintensiteit en het aantal graaddagen. Door het gebruik van een empirische relatie wordt impliciet rekening gehouden met het deel van het energiegebruik dat onafhankelijk is van de buitentemperatuur. Bij de MJA-E-methode wordt voor correctie van de brandstofintensiteit de coëfficiënt $0,66 \cdot 10^{-2}$ m³ a.e. per graaddag toegepast (Van der Velden et al., 1993). Dit betekent dat indien in een bepaald (relatief warm) jaar het aantal graaddagen 100 lager is dan in het gemiddelde jaar, de brandstofintensiteit met $0,66 \text{ m}^3$ per m² wordt verhoogd, en andersom. Het elektriciteitsgebruik hangt niet direct samen met de buitentemperatuur, maar wel met de brandstofintensiteit. Als er meer brandstof wordt verstoekt zal er namelijk meer elektriciteit nodig zijn voor de branderventilator en voor de pompen van het verwarmingssysteem. Het elektriciteitsgebruik wordt daarom gecorrigeerd op basis van een empirische relatie over een reeks van jaren tussen de elektriciteitsintensiteit en de brandstofintensiteit. Voor de correctie wordt uitgegaan van de coëfficiënt 0,067 kWh per m³ a.e. [18]. Dat betekent als de brandstofintensiteit $0,66 \text{ m}^3$ per m² hoger wordt als gevolg van de temperatuurcorrectie, de elektriciteitsintensiteit met $0,66 \times 0,067 = 0,044$ kWh per m² hoger wordt.

De temperatuurcorrectie in de basisjaargegevens van het SAVE-model is eveneens gebaseerd op graaddagen uitgaande van een stookgrens van 18 graden. Als referentie is echter een 30-jarig voortschrijdend gemiddelde gehanteerd in plaats van een vaste periode van 30 jaar. Voorts wordt het energieverbruik voor verwarming (CBS, NEH, betreft meer dan alleen verwarming) geacht volledig samen te hangen met de buitentemperatuur, zodat de correctie eenvoudig gelijk is aan het verbruik in het lopende jaar vermenigvuldigd met de factor (graaddagen gemiddeld/graaddagen lopend jaar). Het verbruik in het basisjaar 1990 is dientengevolge vermenigvuldigd met $312/2677 = 1,2$: een forse ophoging van 20%. Het LEI rapporteert voor dat jaar 2680 graaddagen en hanteert als gemiddelde 3198. De correctie bedraagt $0,66 \times$ het areaal (9368 ha) in $\text{m}^2 \times 518$ graaddagen is 320 mln m^3 gas, derhalve een verhoging van 9%. In het SAVE-model is geen temperatuurcorrectie voor elektriciteit verwerkt. Bij de LEI/MJA-methode bedraagt deze correctie in het basisjaar 1990 ongeveer 4% op het totale elektriciteitsverbruik [19].

BIJLAGE B BEPALEN VAN DE FYSIEKE PRODUCTIE

In de volgende tabel is een fictief voorbeeld gemaakt van de methode tot bepaling van de fysieke productie, zoals ongeveer toegepast ten behoeve van de MJA-E. Het was niet mogelijk in het kader van dit project een exacte weergave te produceren en analyses uit te voeren. Essentieel is de prijsindexering van jaar op jaar. De veilingomzet van een product wordt jaarlijks gecorrigeerd met de prijsstijging ten opzichte van het vorige jaar. De methode staat zeer beknopt beschreven in de LEI-voortgangsrapportage van de MJA-E 1996. In de rapportage van 1997 is een methodewijziging toegepast, waarover geen details vermeld zijn.

Het totale pakket producten wordt niet gefixeerd op de omzetverhouding van 1980 (Laspeyres index) maar op de omzetverhouding in het voorgaande jaar. Is er nu sprake van een nieuw product met een hogere marktwaarde (door kwaliteit), zoals de tomatomaat ten opzichte van de ronde tomaat, dan maakt de gemiddelde kwaliteitsverbetering deel uit van de aldus berekende fysieke productie. Deze productie is dus beter aan te duiden met gedefleerde productie (volgens Paasche) dan fysieke productie. Vergelijk de toename in kilo's van 20% in dit voorbeeld met de toename van 77% in de laatste regel. Of in de berekening onderscheid gemaakt wordt tussen de afzonderlijke producten is van weinig belang. De in de tabel opgenomen waarden zijn fictief, niettemin is getracht een reële ontwikkeling te schetsen.

Tabel B1 *Rekenvoorbeelden van de ontwikkeling fysieke productie bij invoering van een nieuw product met hogere toegevoegde waarde*

	1991	1992	1993	1994	1995		Rekenwijze
Productie [kg]							
- rond	100	80	60	40	20	A	
- tros	1	20	50	80	100	B	
- samen	101	100	110	120	120	C	A+B
Prijs [fl/kg]							
- rond	2	2	2	2	2	D	
- tros	4	3,75	3,5	3,25	3	E	
- samen	2,02	2,35	2,68	2,83	2,83	F	G/C
- Omzet [fl]							
- samen	204	235	295	340	340	G	H+I
- rond	200	160	120	80	40	H	A×D
- tros	4	75	175	260	300	I	B×E
Geen onderscheid							
- prijsindex	1,00	1,16	1,14	1,06	1,00	J	F/F _[-1]
- fysieke productie	204	202,0	258,5	321,8	340	K	G/J
Apart geïndexeerd							
- prijsindex							
- rond	1	1	1	1	1	L	D/D _[-1]
- tros	1	0,938	0,933	0,929	0,929	M	E/E _[-1]
- fysieke productie							
- rond	200	160	120	80	40	N	H/L
- tros	4	80	187,5	280	325	O	I/M
- som	204	240	307,5	360	365	P	N+O
Omzetgewogen index voor totaal pakket (waarschijnlijk conform MJA-E)							
Prijsindex totaal pakket	1,00	0,999	0,979	0,958	0,941	Q	(L×H _[-1] +M×I _[-1])/G _[-1]
Fysieke productie	204	235,3	301,4	355,0	361,3	R	G/Q

REFERENTIES

- [1] LEI-DLO/ECN/IKC: *Quick Scan CO₂-emissie en landbouw*, interne nota 487 LEI-DLO, Den Haag, december 1997.
- [2] M. Beeldman et. al.: *Optiedocument reductie van broeikasgassen 1998*, ECN/RIVM98, Petten oktober 1998.
- [3] *Convenant Glastuinbouw en Milieu 1995-2010 met Integrale Milieu Taakstelling*, (datum en uitgever niet vermeld).
- [4] A.W.N. van Dril et.al: *SAVE-module productiebedrijven ; de modellering van energieverbruiksontwikkelingen*. ECN-I--94-043, ECN Petten, januari 1995.
- [5] LEI-DLO, N.J.A. van der Velden e.a.: *Energie in de glastuinbouw in Nederland, ontwikkelingen in de sector en op bedrijven t/m 1997*, Den Haag, oktober 1998.
- [6] CPB, Stolwijk, persoonlijke mededeling 5-1-1999.
- [7] CPB, Economie en fysieke omgeving: *Beleidsopgaven en oplossingsrichtingen 1995-2020*, Den Haag, SDU, juli 1997.
- [8] LEI-DLO/PBG/CLM: *Kansen voor kassen*, Den Haag, december 1997.
- [9] N.S.P. de Groot, C.P.C.M. van der Hamsvoort, H. Rutten: *Voorbij het verleden, drie toekomstbeelden van de Nederlandse agribusiness 1990-2015*. LEI/IKC, Den Haag, oktober 1994.
- [10] LEI-DLO, R. Bakker e.a.: *Intensivering in de glastuinbouw*, Den Haag, november 1998.
- [11] CLM, PBG, LEI-DLO, *Onderzoek heffingen glastuinbouw*. 1998.
- [12] IKC: *Deskstudie Integrale Milieutaakstelling en Bedrijfsmilieuplan voor de Glastuinbouw*. Ede, maart 1997.
- [13] IKC: *Kwantitatieve Informatie Glastuinbouwbedrijven (KWIN)*
- [14] NW&S, Universiteit Utrecht: *ICARUS-3: The potential of Energy Efficiency Improvement in the Netherlands up to 2000 and 2015*, Utrecht, oktober 1994.
- [15] N.J.A. van der Velden: *Potentiële penetratiegraden energiebesparende opties in de glastuinbouw*. Den Haag, juli 1996.
- [16] C.J.M. Vernooy: *Belichten roos: geld verdienen en milieu sparen*. Vakblad voor de bloemisterij 41 (1995).
- [17] B.J. van der Sluis e.a.: *Het gebruik van energieschermen bij tomaat*. LEI-DLO, Den Haag, september 1995.
- [18] N.J.A. Velden, B van der Sluis en A.P. Verhaegh: *Energie in de glastuinbouw van Nederland in 1991; Ontwikkelingen in de sector en op de bedrijven*, Landbouw-Economisch Instituut (LEI-DLO), Periodieke Rapportage 39-91, Den Haag 1993.
- [19] N.J.A. Velden en A.P. Verhaegh: *Analyse IPCC-methode en temperatuurcorrectie energiegebruik glastuinbouw*, Den Haag, Landbouw-Economisch Instituut (LEI-DLO); Interne Nota 497, Den Haag 1998.