

# **Optimaal Belichtingsniveau roos in relatie tot Glami-normen**

J. Benninga

Projectcode 64566

Maart 2004

Rapport 3.04.02

LEI, Den Haag

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

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

## Optimaal Belichtingsniveau roos in relatie tot Glami-normen

Benninga, J.

Den Haag, LEI, 2004

Rapport 3.04.02; ISBN 90-5242-889-1; Prijs € 17,50 (inclusief 6% BTW)

79 p., fig., tab., bijl.

In dit onderzoek is bepaald of en in hoeverre er bij belichtende rozenbedrijven een economisch optimum is, in relatie tot de belichtingsintensiteit. Daarnaast is bepaald hoe het energiegebruik van belichtende rozenbedrijven zich verhoudt tot de huidige Glami-normen (Besluit Glastuinbouw) en in welke mate energiebesparende maatregelen een bijdrage kunnen leveren aan het verminderen van het energiegebruik.

De intensiteit van belichten is van grote invloed gebleken op het bedrijfsresultaat. Deze invloed loopt voornamelijk via de relatie met de opbrengst via de productie. Opmerkelijk is de geringe invloed via de prijs en de geringe invloed van de belichtingsuren op de productie.

Het energiegebruik wordt in veel hogere mate bepaald door de belichtingsintensiteit dan door het aantal belichtingsuren per jaar. Ondanks dat energiebesparende maatregelen leiden tot een lager energiegebruik, blijft de afstand tot de Glami-norm voor 2010 blijft groot. Al bij een belichtingsintensiteit van tussen de 20 en 30 W/m<sup>2</sup> zitten bedrijven met hun energiegebruik boven dat van de huidige Glami-norm.

In de huidige marktsituatie leidt intensivering van belichting gemiddeld genomen tot betere bedrijfsresultaten. Binnen het bereik van de gebruikte bedrijfsgegevens is het optimum van belichtingsintensiteit nog niet bereikt is. Nadeel van intensivering van belichting is, dat de risico's verbonden met een slechter wordende markt, groter zullen zijn.

### Bestellingen:

Telefoon: 070-3358330

Telefax: 070-3615624

E-mail: publicatie.lei@wur.nl

### Informatie:

Telefoon: 070-3358330

Telefax: 070-3615624

E-mail: informatie.lei@wur.nl

© LEI, 2004

Vermenigvuldiging of overname van gegevens:

- toegestaan mits met duidelijke bronvermelding
- niet toegestaan



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



# Inhoudsopgave

	Blz.
<b>Voorwoord</b>	7
<b>Samenvatting</b>	9
<b>1. Inleiding</b>	17
<b>2. Methode</b>	19
2.1 Bedrijfsvergelijking	19
2.2 Calculatie	22
2.2.1 Simulatie energiegebruik	22
2.2.2 Bedrijfsresultaat	23
2.2.3 Uitgangspunten calculatie	23
<b>3. Resultaten bedrijfsvergelijking</b>	31
3.1 Inleiding	31
3.2 Te verklaren verschillen	31
3.3 Factoranalyse	31
3.4 Padanalyse	34
3.5 Regressieanalyse	36
<b>4. Resultaten calculatie</b>	43
4.1 Calculatie energiegebruik	43
4.2 Calculatie bedrijfsresultaten	49
4.2.1 Energiekosten	49
4.2.2 Opbrengsten	52
4.2.3 Bedrijfsresultaat	52
<b>5. Conclusie en Aanbevelingen</b>	57
5.1 De praktijk	57
5.2 Calculatie	58
5.3 Aanbevelingen	60
<b>Literatuur</b>	63

**Bijlagen**

1	Diverse investeringsbedragen en bijhorende kosten	67
2	Opbrengstscenario's	69
3	Arbeidskosten per roos	70
4	Referentieproducties per cultivar	71
5	Beschrijving van de variabelen	73
6	Diverse regressievergelijkingen	75
7	De illustraties (factoranalyse) van het boekjaar 2001	77
8	Padanalyse voor het boekjaar 2000	79

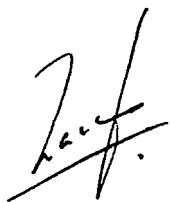
## Voorwoord

De Nederlandse overheid heeft met het bedrijfsleven een overeenkomst gesloten om het gebruik van energie te beperken. Dit Besluit Glastuinbouw houdt onder andere in dat per gewas of gewasgroep voor het jaar 2010, niet meer dan een bepaalde hoeveelheid energie per oppervlakte-eenheid per jaar gebruikt mag worden. Een gewasgroep waar het halen van deze norm problemen oplevert is de belichte roos.

De vraag die aan het LEI gesteld is, is in hoeverre er vanuit economisch perspectief in de praktijk sprake is van een optimale belichtingsintensiteit. Om dit voor de huidige situatie na te gaan, is voor de jaren 2000 en 2001 een bedrijfsvergelijkend onderzoek uitgevoerd, waarvoor boekhoudgegevens van bedrijven die hun boekhouding laten verzorgen door LTB adviseurs en accountants, als uitgangspunt hebben gediend. Vervolgens is een gevoeligheidsanalyse uitgevoerd om het effect van toekomstige ontwikkelingen zichtbaar te maken.

Dit onderzoek is gefinancierd door het Ministerie van Landbouw Natuurbeheer en Visserij. Contactpersoon van de opdrachtgever was drs. Ing. L. Oprel. Het onderzoek is tot stand gekomen door samenwerking tussen het LEI en LTB adviseurs en accountants. Contactpersonen van de LTB waren P. Engelen en P. Nugteren. Het onderzoek is namens het LEI uitgevoerd door J. Benninga.

Tot slot een woord van dank aan de ruim vijftig bedrijven welke hun gegevens beschikbaar hebben gesteld ten behoeve van dit onderzoek.



Prof.dr.ir. L.C. Zachariasse  
Algemeen directeur LEI B.V.





# Samenvatting

## *Probleemstelling en doel*

Assimilatiebelichting wordt in de rozenteelt algemeen toegepast. Geschat wordt dat 95% van het areaal rozen wordt belicht, wat overeenkomt met ongeveer 900 ha in 2001. Belichting heeft grote invloed op de bedrijfsvoering en werkt zowel sterk door in de kosten als de opbrengsten (Benninga en Duys, 1996).

De norm in het Besluit Glastuinbouw, in dit onderzoek Glami-norm genoemd, omvat voor belichte roos een energiegebruik van 25.170 GJ/ha in 2000, wat moet worden teruggebracht naar 20.820 GJ per ha in 2010. Het halen van deze energienorm in 2010 levert voor vrijwel alle belichtende rozenbedrijven problemen op.

Het is niet bekend hoe en in welke mate de belichtingsintensiteit op dit moment van invloed is op het bedrijfsresultaat en hoe de samenhang is met andere belangrijke factoren zoals arbeid en prijs. Aan de ene kant is er het opbrengstverhogende effect van assimilatiebelichting, aan de andere kant nemen de kosten bij hogere intensiteiten toe. De vraag of er een economisch optimum is en zo ja, bij welke belichtingsintensiteit dit ligt.

In opdracht van het Ministerie van LNV is hierop onderzoek uitgevoerd. De gevoeligheden van de uitkomsten in relatie tot mogelijke toekomstige ontwikkelingen van energieprijzen, productprijzen en schaalvergroting zijn doorgerekend. Daarbij is aangegeven hoe deze uitkomsten zich verhouden tot de Glami-doelstelling.

## *Aanpak bedrijfsvergelijking*

Op basis van boekhoudgegevens (bedrijfseconomische boekhouding) van de LTB is met behulp van factoranalyse en padanalyse bepaald wat de meest bepalende factoren zijn voor het verklaren van verschillen in netto-overschot (bedrijfsresultaat) van rozenbedrijven. Centraal binnen het geheel van verklarende factoren voor het netto-overschot staat de invloed van de factor belichtingsintensiteit (geïnstalleerd vermogen ( $W/m^2$  of  $Lux/m^2$ )). Daarnaast is de invloed van de belichtingsintensiteit op het energiegebruik in beschouwing genomen.

Vanwege de verschillen in productie tussen de verschillende cultivars is het niet mogelijk de producties van bedrijven zomaar te vergelijken. Om bedrijven qua productie te kunnen vergelijken is per cultivar niet uitgegaan van het aantal stuks, maar de productie ten opzichte van een norm. Deze norm is per cultivar bepaald op basis van de gemiddelde omzet van alle bedrijven (LTB in 2001) en de middenprijs per cultivar (VBN, 2000 en 2001).

In dit onderzoek is gekozen voor twee methoden om bepaling van de energie-efficiëntie om bedrijven vergelijkbaar te maken. Bij de eerste methode wordt uitgegaan van de omzet. De omzet van een groep bedrijven wordt gecorrigeerd voor de prijsinvloed

(via de relatieve prijs ten opzichte van de middenprijs). Wat resteert is een omzet, welke is ontdaan van de prijsinvloed en daarom een objectieve weergave is van de productie.

Omdat er geen eenduidige methode voor de bepaling van de energie-efficiëntie bestaat, is ook een tweede methode gevolgd, waarbij de energie-efficiëntie is bepaald door het gasverbruik te delen door de productie, rekening houdend met de afhankelijkheid van het takgewicht van de belichtingsintensiteit. Wat betreft deze afhankelijkheid, zijn twee verbanden doorgerekend: 1000 lux/m<sup>2</sup> extra geeft 1 of 2% hoger takgewicht over de hele jaarproductie (De Hoog et al., 2001; Benninga, 1998).

### *Calculatie*

Aan de calculatie liggen uitgangspunten ten grondslag die overeenkomen met bepaalde bedrijfssituaties. Door de uitgangspunten, zoals de gasprijs of de bedrijfsoppervlakte te variëren, ontstaat een gevoeligheidsanalyse. Om de energiehuishouding van belichtende rozenbedrijven in kaart te brengen, is een simulatie uitgevoerd, waarbij het gasverbruik van uur tot uur is begroot. Per uur is de benodigde warmte in aardgasequivalenten (ae) vergeleken met de geleverde warmte in aardgasequivalenten.

Afhankelijk van het aantal belichtingsuren en de verdeling ervan in het jaar, zijn vier belichtingsstrategieën doorgerekend. Bij één van deze strategieën is uitgegaan van twee belichtingscircuits, ieder met hun eigen capaciteit. Per circuit verschilt het aantal belichtingsuren.

Een tweetal energiebesparende maatregelen zijn doorgerekend, te weten, zuivere CO<sub>2</sub> en warmtebuffer. Het toepassen van groene stroom is strikt genomen geen energiebesparing, maar heeft wel gevolgen voor het voldoen aan de Glami-norm. De gevolgen van de inzet van 25% van de benodigde capaciteit door groene stroom zijn bepaald.

### *Bedrijfsvergelijking*

Bedrijfsvergelijking is alleen interessant als de verschillen tussen bedrijven groot zijn. Daarbij geldt de voorwaarde dat deze bedrijven wel een zekere mate van overeenkomst moeten vertonen. De verschillen tussen de rozenbedrijven die aan dit onderzoek hebben deelgenomen waren groot, niet alleen in bedrijfsresultaat, maar ook in de variabelen waarmee de verschillen in bedrijfsresultaat zijn verklaard.

Er zijn groepsindelingen gemaakt, waarbij de onderzochte bedrijven in vijf groepen zijn verdeeld naar oplopende- of aflopende waarden van één aspect. In de tabel is dit gedaan op basis van de belichtingsintensiteit. Per groep bedrijven zijn per variabele groepsgemiddelden berekend.

Tabel 1 Groepsindeling voor het boekjaar 2000 waarbij de bedrijven zijn ingedeeld op basis van aflopende belichtingsintensiteit

	1	2	3	4	5
Aantal bedrijven per groep	11	17	13	8	3
Variabele:					
Belichtingsintensiteit (lux/m <sup>2</sup> )	7.082	5.253	4.565	3.443	0
Belichtingsintensiteit (W/m <sup>2</sup> )	59	43	38	29	0
Netto-overschot (€/m <sup>2</sup> jaar)	12,91	-0,43	-5,96	-6,56	-7,89
Opbrengst (€/m <sup>2</sup> jaar)	83,37	63,80	53,22	47,30	30,02
Totale kosten (€/m <sup>2</sup> jaar)	70,46	64,23	59,18	53,81	38,04
Relatieve productie (%)	106	92	84	79	52
Relatieve prijs (%)	115	114	107	107	110
Energiegebruik totaal (GJ/ha)	36.900	30.200	27.800	24.912	15.700
Arbeidskosten (€/m <sup>2</sup> jaar)	18,63	19,00	18,52	17,-	14,56
Afschrijvingen (€/m <sup>2</sup> jaar)	14,28	13,50	11,22	9,69	6,57
Inhoud warmtebuffer (m <sup>3</sup> /ha)	104	72	63	74	0
Belichtingssom (kWh/ m <sup>2</sup> )	236	187	152	94	0
Belichtingsuren (uren/jaar)	4.000	4.349	4.000	3.241	0

Bron: LTB.

Uit tabel 1 blijkt de grote invloed van de belichtingsintensiteit op relatieve productie, de opbrengst, de totale kosten en het netto-overschot. De relatieve productie en de relatieve prijs geven de positie aan ten opzichte van een normproductie of -prijs. Als wordt uitgegaan van bijvoorbeeld een van 190 stuks/m<sup>2</sup>.jaar is, dan is de omgerekende productie van groep 1:  $(106/100)*190 = 201$ . Hetzelfde principe geldt voor de relatieve prijs. Een relatieve prijs van 115 houdt in dat de prijs 15% hoger is geweest dan de middenprijs (VBN 2000 en 2001).

Tabel 2 Verschil in energiegebruik per groep ten opzichte van de Glami-normen voor 2000 en 2010

	Groep 1	Groep 2	Groep 3	Groep 4	Groep 5
Belichtingsintensiteit (lux/m <sup>2</sup> )	7.082	5.253	4.565	3.443	0
Vershil met norm 2000 (GJ/ha) (=19403+5767 GJ/ha)	11.730	5.030	2.630	258	-3.703
Vershil met norm 2000 (m <sup>3</sup> gas/m <sup>2</sup> ) (= 71,6 m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> .jaar)	33	14	8	1	-11
Vershil met norm 2010 (GJ/ha) (=16597+4223 GJ/ha)	16.070	9.370	6.970	4.092	-8.97
Vershil met norm 2010 (m <sup>3</sup> gas/m <sup>2</sup> ) (=59,2 m <sup>3</sup> / m <sup>2</sup> .jaar)	46	27	20	12	-3

Uitgaande van de groepsindeling in tabel 1 is bepaald wat het verschil is in het energiegebruik van deze groepen ten opzichte van de Glami-norm voor 2000 en 2010 (tabel 2).

Hieruit blijkt dat de afstand van het energiegebruik van de bedrijven tot dat van de huidige Glami-norm hoog is. Deze tabel en de vorige tabel zijn illustratief voor de spanning die bestaat tussen het halen van de Glami-normen in 2010 en de bedrijfsresultaten.

De energie-efficiëntie is volgens twee methoden bepaald. Eerst is dit gedaan via de omzet en daarna voor twee afhankelijkheden tussen takgewicht en belichtingsintensiteit. In tabel 3 staat het resultaat van beide berekeningen.

Tabel 3 Groepsindeling op basis van belichtingsintensiteit met de twee berekende energie-efficiëntie getallen (2000)

	1	2	3	4	5
Aantal bedrijven per groep	11	17	13	8	3
Variabele:					
Belichtingsintensiteit (lux/m <sup>2</sup> )	7.082	5.253	4.565	3.443	0
Energiegebruik (omgerekend m <sup>3</sup> gas/m <sup>2</sup> .jaar)	104,9	85,9	79,0	70,8	44,7
Energie-efficiëntie (m <sup>3</sup> /€ productie)	1,30	1,38	1,43	1,44	1,48
Energie-efficiëntie bij 1% verhoging takgewicht per 1.000 lux (m <sup>3</sup> /stuk)	0,49	0,47	0,47	0,46	0,45
Energie-efficiëntie bij 2% verhoging takgewicht per 1.000 lux (m <sup>3</sup> /stuk)	0,46	0,44	0,45	0,44	0,45

Het verloop van de groepsgemiddelden laat zien dat, als de 'omzetmethode' wordt gevolgd bij de energie-efficiëntie toeneemt en dus verslechtert bij afnemende belichtingsintensiteit. Als de 'takgewichtmethode' wordt gevolgd, is de energie-efficiëntie in 2000 iets slechter geweest bij toenemende belichtingsintensiteit.

### Resultaat calculatie

#### Energiegebruik

Door energiebesparende maatregelen kan de afstand van gasgebruik tot Glaminorm worden verkleind. Dit onderdeel van de calculatie richt zich op het gasgebruik de gevolgen van verschillende energiebesparende maatregelen op en de financiële consequenties van het toepassen van deze maatregelen.

Het rendement van een warmtebuffer is het grootst bij een waterinhoud van rond de 100 m<sup>3</sup>/ha. Afhankelijk van de belichtingsintensiteit kan maximaal 7 m<sup>3</sup> gas/m<sup>2</sup>.jaar met een warmtebuffer worden bespaard. Het doseren van zuivere CO<sub>2</sub> tijdens uren met weinig warmtevraag levert een behoorlijke energiebesparing op, ook in combinatie met een warmtebuffer. Bij een doseerniveau van 20 m<sup>3</sup> aardgasequivalenten/ha.uur kan 6 tot 10 m<sup>3</sup> aardgas per m<sup>2</sup>.jaar worden bespaard. Het inzetten van een rookgasreiniger heeft energetisch hetzelfde effect als het doseren van zuivere CO<sub>2</sub>. Door een rookgascondensor neemt her w/k rendement met 5% toe. Met groene stroom kan uit Glami-oogpunt veel energie

worden bespaard. Bij een vermogen van 25% groene stroom van het totaal benodigde vermogen kan bij een lampvermogen van  $60 \text{ W/m}^2$   $16 \text{ m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{jaar}$  worden bespaard. Bij grotere lampvermogens is dit meer, bij kleinere minder.

Door energiebesparende maatregelen kan een deel van het verschil tussen het gasverbruik en de Glami-norm voor 2010 worden overbrugd. In volgende tabel zijn de gasverbruiken bij toepassing van de verschillende maatregelen voor een belichtingsstrategie met 4.000 belichtingsuren per jaar voor verschillende lampvermogens, naast elkaar gezet.

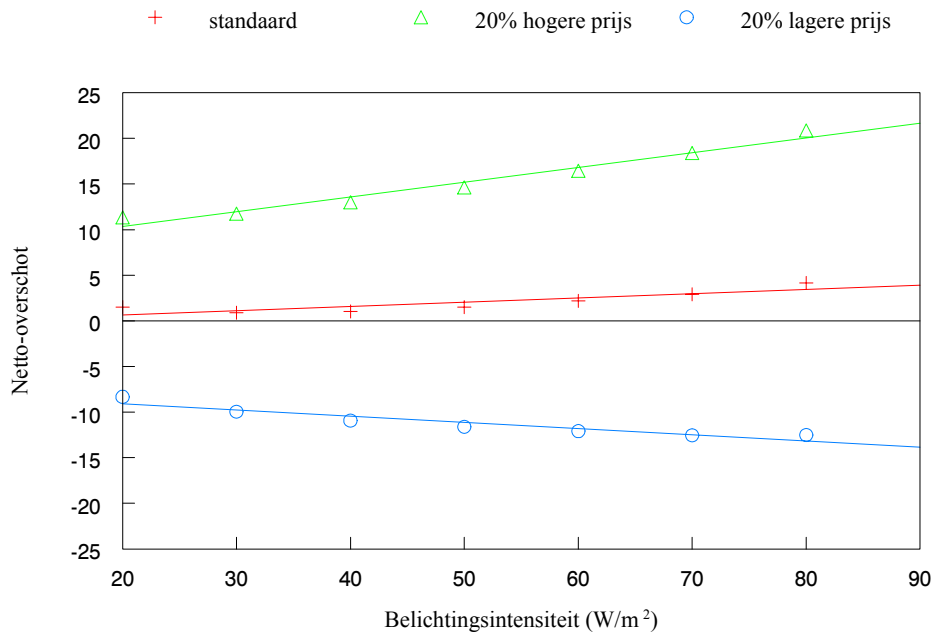
Tabel 4 Gasverbruik na toepassing van de van de verschillende gasbesparende maatregelen bij 4000 uur belichten ( $\text{m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{jaar}$ )

	Belichtingsintensiteit						
	20 $\text{W/m}^2$	30 $\text{W/m}^2$	40 $\text{W/m}^2$	50 $\text{W/m}^2$	60 $\text{W/m}^2$	70 $\text{W/m}^2$	80 $\text{W/m}^2$
Zonder besparende maatregelen	61	73	87	102	117	132	148
Warmtebuffer $100 \text{ m}^3/\text{ha}$	60	68	81	95	111	126	141
Warmtebuffer $100 \text{ m}^3/\text{ha}$ + zuivere $\text{CO}_2$	60	67	76	89	104	119	134
Warmtebuffer $100 \text{ m}^3/\text{ha}$ + 25% groene stroom	57	66	75	87	101	113	126
Warmtebuffer $100 \text{ m}^3/\text{ha}$ + 25% groene stroom + zuivere $\text{CO}_2$	57	63	70	82	96	108	119
Berekende warmte overschotten zonder besparende maatregelen	4	14	25	38	48	61	75

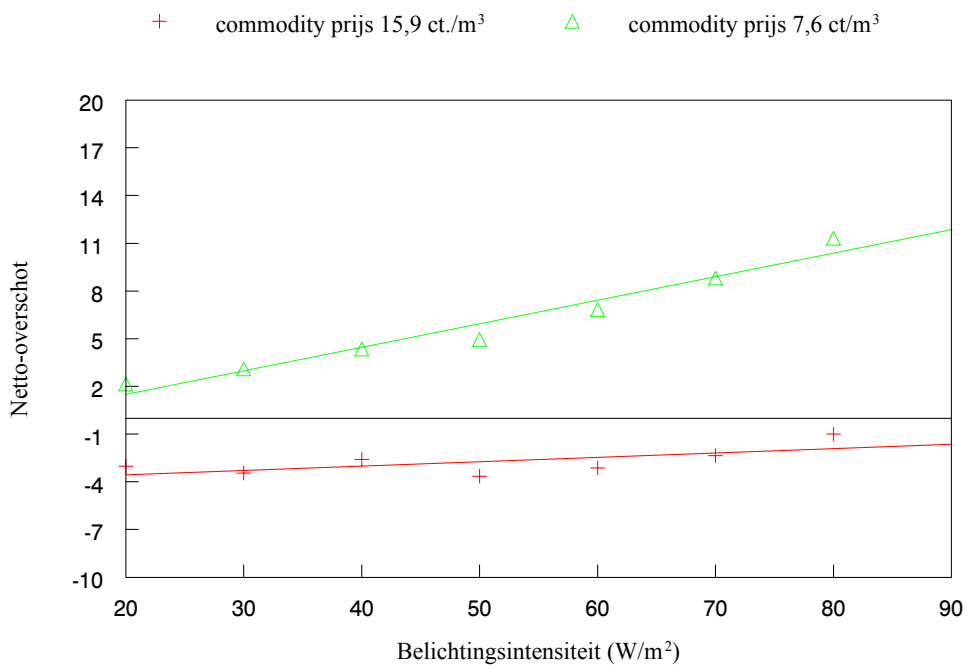
Uit tabel 4 blijkt al bij een belichtingsintensiteit tussen 20 en  $30 \text{ W/m}^2$  problematisch wordt om aan de (ongeëvalueerde) Glami-norm 2010 te voldoen ( $59 \text{ m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{jaar}$  voor belichtende bedrijven voor 2010), ook al worden allerlei energiebesparende maatregelen getroffen. De warmteoverschotten zijn groot en lopen parallel met het verschil met de Glami-norm 2010. Hieruit kan worden geconcludeerd dat deze warmteoverschotten verantwoordelijk zijn voor het verschil met de (ongeëvalueerde) Glami-norm 2010.

#### Bedrijfsresultaat

Uitgaande van een vastgestelde beginsituatie is de invloed van de verandering van bepaalde factoren bepaald. Dit is gedaan voor veranderingen in productprijs, energieprijs (commodity=variabel deel van de gasprijs in de geliberaliseerde aardgasmarkt). Voor een 20% hogere of 20% lagere prijs geeft dit het beeld zoals weergegeven in figuur 1. De berekende warmteoverschotten zijn niet van toepassing voor bedrijven in een energiecluster (in- of extern).



Figuur 1 Netto overschot (€/m<sup>2</sup>-jaar) afhankelijk van de belichtingsintensiteit bij drie productprijsniveaus (commodity € 0,11; strategie 2; 4.000 belichtingsuren; volproductief gewas)



Figuur 2 Netto-overschot afhankelijk van de belichtingsintensiteit bij twee commodity-prijs niveaus van aardgas

Uit figuur 1 blijkt dat bij toenemende belichtingsintensiteit de gevoeligheid voor marktinvoed toeneemt. De gevoeligheid van het netto-overschot van de gasprijs (commodity) staat weergegeven in figuur 2 (€ 0,159 tegen € 0,076 per m<sup>3</sup> gas).

Bij een hoger gasgebruik is de invloed van de commodityprijs op het netto-overschot groot, zo leert figuur 2.

### *Conclusies*

- Het bedrijfsresultaat (netto-overschot) wordt sterk beïnvloed door de belichtingsintensiteit. Het is vooral de invloed op de productie die hierin doorwerkt. Binnen de onderzochte range van belichting is er geen gevonden optimum belichtingsintensiteit. Een omslagpunt ligt voorbij de 90 w/m<sup>2</sup>.
- Zelfs als het energiegebruik, dat sterk afhankelijk is van de belichtingsintensiteit, wordt verminderd door energiebesparende maatregelen, blijft de afstand tot de huidige ongeëvalueerde Glami-norm groot. Deze afstand loopt parallel aan de berekende warmteoverschotten. De belichtingsintensiteit heeft meer bijgedragen dan de belichtingsduur aan een hoger energiegebruik.
- Een eenduidige conclusie over de energie-efficiëntie is niet te geven. Hoe de energie-efficiëntie zich verhoudt tot de belichtingsintensiteit hangt af van de gevolgde methode om dit kengetal te berekenen. Als wordt uitgegaan van het gasgebruik per euro productie (omzet met prijscorrectie) is de energie-efficiëntie beter, naarmate de belichtingsintensiteit toeneemt. Als wordt uitgegaan van de productie met een correctie voor de afhankelijkheid van het takgewicht van de belichtingsintensiteit, neemt de energie-efficiëntie licht toe of blijft gelijk bij toenemende belichtingsintensiteit.
- In de huidige marktsituatie heeft intensivering van assimilatiebelichting gemiddeld genomen tot betere bedrijfsresultaten geleid. Nadeel van intensivering is dat de gevolgen van een slechter wordende markt groter zullen zijn. Hetzelfde geldt voor de gevolgen van gasprijsverhoging.





# 1. Inleiding

Assimilatiebelichting wordt in de rozenteelt algemeen toegepast. Geschat wordt dat 95% van het areaal rozen wordt belicht, wat overeenkomt met ongeveer 900 ha in 2001. Belichting heeft grote invloed op de bedrijfsvoering en werkt sterk door in zowel de kosten als de opbrengsten (Benninga en Duys, 1996). Belangrijke oorzaken van de ontwikkeling naar een toenemende toepassing en intensivering van assimilatiebelichting zijn de omschakeling van de teelt in de grond naar de teelt op substraat, de sterke toename van importen van rozen in Nederland en de versterkende invloed van de ontwikkeling zelf. Met dit laatste wordt bedoeld dat meer aanbod in de winter van 'belichte kwaliteit' leidt tot lagere prijzen van 'onbelichte' kwaliteit, waardoor weer meer telers zijn gaan belichten.

De norm in het Besluit glastuinbouw, in dit onderzoek Glami-norm genoemd, omvat voor onbelichte roos een energiegebruik van 19403 GJ/ha in 2000, wat moet worden gereduceerd naar 16597 GJ per ha in 2010. Dit komt overeen met een daling van het gasverbruik van 55,2 naar 47,2 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>.jaar. Voor belichtende bedrijven ligt deze norm hoger met 5767 GJ voor 2000 naar 4223 GJ per ha voor 2010 ten opzichte van niet belichtende bedrijven. Dit komt overeen met 16,4 en 12 extra m<sup>3</sup> gas/m<sup>2</sup>/jaar. Belichtende rozenbedrijven mogen in 2010 niet meer gas verbruiken dan 59 m<sup>3</sup> gas/m<sup>2</sup>/jaar. Het gros van de belichtende rozenbedrijven heeft een gasverbruik dat hier ver boven ligt, ondanks het feit dat al veel energiebesparende maatregelen worden toegepast. Het gasgebruik op belichtende rozenbedrijven varieert, mede afhankelijk van het w/k-vermogen, stooktemperatuur en bedrijfsuitrusting, van 60 tot meer dan 100 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>.jaar.

Het vermogen van de assimilatielampen wordt via straling voor ongeveer 100% omgezet in warmte. Dit leidt er toe dat er, vooral bij hogere belichtingsintensiteiten en hogere buitentemperaturen, een warmteoverschot is, wat wordt versterkt door de aanwezigheid van schermen op veel bedrijven. Een toename van de belichtingsintensiteit houdt in dat het energiegebruik nog meer toeneemt. Bij de hogere belichtingsintensiteiten kan er vanwege te hoog oplopende kastemperaturen minder frequent worden geschermd. Warmteoverschotten staan voor warmte die niet nuttig wordt aangewend. De vraag is: wat is nuttig? Dit is vaak niet eenduidig te beantwoorden. Een voorbeeld is het vaker openen van luchtramen uit kwaliteitsoverweging, omdat er toch genoeg energie is om de kas op temperatuur te houden.

Het bedrijfsresultaat van rozenbedrijven wordt door veel factoren beïnvloed (Benninga en Duys, 1996). Het is niet bekend hoe en in welke mate de belichtingsintensiteit op dit moment van invloed is op het bedrijfsresultaat en hoe de samenhang is met andere belangrijke factoren zoals arbeid en prijs. Aan de ene kant is er het opbrengstverhogende effect van assimilatiebelichting, aan de andere kant nemen de kosten bij hogere intensiteiten toe. De vraag is of er een economisch optimum is en zo ja, bij welke belichtingsintensiteit dit ligt.

Licht is in de winter 'dé' beperkende groeifactor. Uit onderzoek blijkt dat de productie (stuks en geoogst gewicht) een lineair verband heeft met het lampvermogen/m<sup>2</sup> (Van

Rijssel et al., 1995, De Hoog et al., 2000). Dit geldt binnen het vermogenbereik dat thans in de praktijk wordt toegepast. In de praktijk ligt het belichtend vermogen tussen de 20 en de 65 W/m<sup>2</sup> met uitschieters boven de 65 W/m<sup>2</sup> (circa 8.000 Lux/m<sup>2</sup>).

De elektriciteitsvoorziening wordt in de meeste gevallen geheel of gedeeltelijk verzorgd door een eigen w/k-installatie. Andere mogelijkheden zijn het betrekken van de elektriciteit uit het elektriciteitsnet of uit een w/k-installatie van het nutsbedrijf. Hoe dit zich in de toekomst zal ontwikkelen hangt af van de ontwikkeling van de elektriciteit- en aardgasprijzen.

Het doel van dit onderzoek is het bepalen van het economisch optimum van de intensiteit van belichting bij roos onder gegeven condities van de prijzen en de energiemarkt van de te onderzoeken jaren 2000 en 2001. De gevoeligheden van de resultaten op dit punt zullen ook worden behandeld, in relatie tot mogelijke toekomstige ontwikkelingen van energieprijzen, productprijzen en schaalvergroting. Daarbij wordt aangegeven hoe dit zich verhoudt tot de ongeëvalueerde Glami-doelstelling. Met bepaalde maatregelen kan het energiegebruik worden verlaagd. De toepassing hiervan in de praktijk hangt af van de besparingen die hiermee kunnen worden gerealiseerd en de kosten die hier tegenover staan. De effecten van energiebesparende maatregelen op het energiegebruik en de energiekosten komt in dit onderzoek aan de orde.

Dit onderzoek bestaat uit twee delen, een bedrijfsvergelijkend onderzoek gebaseerd op boekhoudgegevens(2000 en 2001, LTB) en een calculatie (bureaustudie). Het bedrijfsvergelijkend onderzoek geeft als resultaat een weergave van de werkelijkheid op zeker moment. Het onderdeel calculatie geeft een beeld van de effecten van mogelijke toekomstige veranderingen in productprijzen, gasprijzen en schaalgrootte. Daarnaast is berekend wat het mogelijke effect is van bepaalde energiebesparende maatregelen.

## 2. Methode

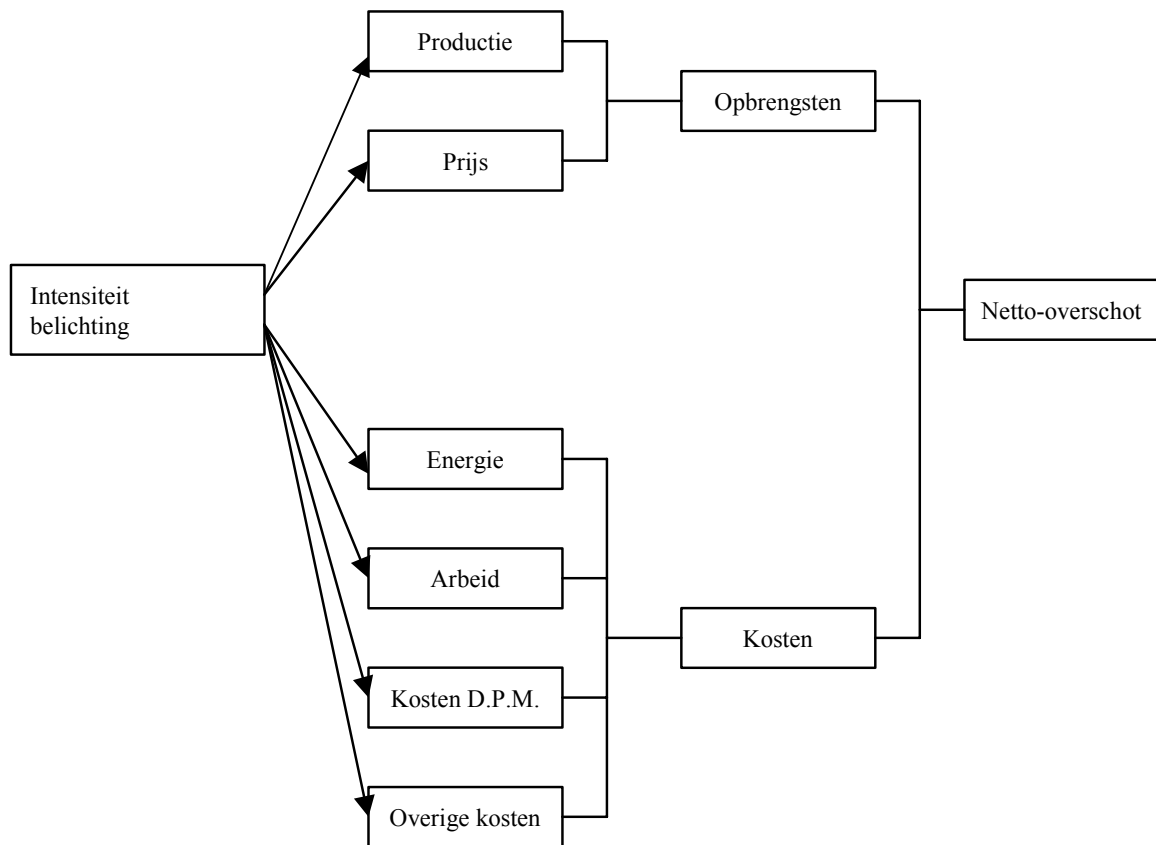
Om het effect van de belichtingsintensiteit op het energiegebruik en het bedrijfsresultaat nu en in de toekomst in kaart te brengen, zijn twee methoden gevolgd. De huidige situatie is vastgelegd door de methode van bedrijfsvergelijking (par. 2.1) en het effect van mogelijke toekomstige ontwikkelingen is berekend in paragraaf 2.2 (calculatie).

### 2.1 Bedrijfsvergelijking

Op basis van boekhoudgegevens (bedrijfseconomische boekhouding) van de LTB wordt bepaald wat de meest bepalende factoren zijn voor het verklaren van verschillen in netto-overschot (bedrijfsresultaat) van rozenbedrijven. Centraal binnen het geheel van verklarende factoren voor het netto overschot staat de invloed van de factor belichtingsintensiteit (geïnstalleerd vermogen). Daarnaast zal de invloed van de belichtingsintensiteit op het energiegebruik in beschouwing worden genomen. De analysemethode is factoranalyse (inclusief groepsindeling) (Marissen et al., 2002, D.W. de Hoop, 1981), gevolgd door een padanalyse (C.C. Li, 1975; H.O. Jackson, 1991; M.G. Guelzow et al., 1991), en regressie-analyse (J.H. Oude Voshaar, 1994).

De data zijn afkomstig van rozenbedrijven die hun bedrijfseconomische boekhouding laten uitvoeren door de LTB. Voor dit onderzoek worden naast gegevens die in het bedrijfsvergelijkend overzicht van de LTB staan, gebruikgemaakt van extra informatie die wel is verzameld maar niet als zodanig in de boekhouding is opgenomen. Het betreft hier vooral specifieke informatie per cultivar, zoals de fysieke opbrengst en de prijs. De boekjaren 2000 en 2001 zijn de jaren die onderzocht zijn. In 2000 zijn 89 bedrijven in het bedrijfsvergelijkend overzicht van de LTB, waarvan 52 toestemming hebben verleend om aan dit onderzoek deel te nemen. In 2001 namen 86 bedrijven deel aan het bedrijfsvergelijkend overzicht van de LTB, waarvan 53 hun gegevens beschikbaar hebben gesteld aan dit onderzoek. De diverse variabelen, die in beschouwing zijn genomen, staan omschreven in bijlage 5.

Uit het relatieschema (figuur 2.1) blijkt hoe de belichtingsintensiteit ingrijpt op het bedrijfsresultaat (netto-overschot) en veel andere variabelen die vermoedelijk van invloed zijn op het netto-overschot.



Figuur 2.1 Relatieschema

### *Vergelijkbaar maken van de productie*

Vanwege de verschillen in productie tussen de verschillende cultivars is het niet mogelijk de producties van bedrijven zomaar te vergelijken. Er zijn niet genoeg rozenbedrijven te vinden met dezelfde cultivar, om één cultivarspecifiek onderzoek uit te voeren. Vaak hebben rozenbedrijven ook meerdere cultivars. Om bedrijven qua productie toch te kunnen vergelijken is per cultivar niet uitgegaan van het aantal stuks, maar de productie ten opzichte van een norm. Deze referentie is per cultivar bepaald op basis van de gemiddelde omzet van alle bedrijven in het bedrijfsvergelijkend overzicht van de LTB in 2001. Dit is € 56,24/m<sup>2</sup>.jaar. Vervolgens wordt de referentieproductie per cultivar bepaald door deze gemiddelde omzet te delen door de gemiddelde prijs per cultivar in 2001 (VBN-prijs exclusief import). De bepaalde referentieproducties per cultivar staan in bijlage 4 en zijn voor bepaalde cultivars (indien beschikbaar) gezet naast de normproducties per cultivar van vermeerderaar Stokman (Stokman 2002). Via deze normproducties per cultivar is per bedrijf één relatief productiegetal bepaald, door een gewogen gemiddelde naar oppervlakte per cultivar. Hierbij moet de kanttekening worden gemaakt dat de verschillen tussen cultivars qua productiegevoeligheid voor assimilatiebelichting op deze wijze niet wordt ondervangen, wat een nadelig effect heeft op de mate van verklaring van bepaalde verbanden.

- Voorbeeld berekening relatieve productie voor een bepaald bedrijf:
- een bedrijf teelt twee cultivars; 6.000 m<sup>2</sup> cultivar A en 8.000 m<sup>2</sup> cultivar B;
  - middenprijs A € 0,40; referentieproductie is  $56,24/0,40 = 140,6$  stuks;
  - middenprijs B € 0,35; referentieproductie is  $56,24/0,35 = 160,6$  stuks;
  - productie cultivar A is 160 stuks/m<sup>2</sup>; relatieve productie is  $(160/140,6)*100\% = 113,7\%$ ;
  - productie cultivar B is 175 stuks/m<sup>2</sup>; relatieve productie is  $(175/160,6)*100\% = 109\%$ .

Relatieve productie bedrijf is  $(6.000 \text{ m}^2 * 113,7\% + 8.000 \text{ m}^2 * 109\%) / 14.000 \text{ m}^2 = 111\%$

#### *Vergelijkbaar maken van de prijs*

De prijs is op dezelfde wijze vergelijkbaar gemaakt als de productie, met het verschil dat bij de prijs niet is uitgegaan van de gemiddelde omzet maar direct van gemiddelde prijzen per boekjaar, exclusief importen (VBN, 2002).

#### *Factoranalyse*

Factoranalyse is een zogenaamde multivariate statistische analysemethode. Hiermee kan in een aantal onafhankelijke factoren, aspecten genaamd, aangegeven worden in welke mate en in welke richtingen een (groot) aantal variabelen met elkaar samenhangen. Voor de mathematische achtergronden van deze methode wordt verwezen naar De Hoop (1981) en Mol (1976). Een aspect is een denkbeeldige variabele, die wordt bepaald door een deel van de oorspronkelijke variabelen. In de aspecten vinden we de bindingspercentages, die de mate van samenhang tussen variabelen binnen aspecten aangeven. Het aantal aspecten kiest de onderzoeker zelf, maar is redelijkerwijs afhankelijk van het aantal variabelen. De winst ten opzichte van de correlatiematrix zit in de onafhankelijkheid van de aspecten, waardoor het geheel veel inzichtelijker is.

Op basis van de aspecten en de scores hierop per bedrijf kunnen bedrijven worden ingedeeld in groepen. Per groep wordt per variabele een groepsgemiddelde berekend. Op deze wijze wordt zichtbaar gemaakt hoe bedrijven per aspect zijn gerangschikt en worden verbanden zichtbaar gemaakt aan de hand van het verloop van de groepsgemiddelden en de verschillen tussen de groepen.

In dit onderzoek gaat het vooral om de invloed die de assimilatiebelichting heeft op een groot aantal variabelen en uiteindelijk op het netto-overschot. Daarom wordt via zogenaamde voorkeursdraaiingen (rotaties) getracht de variatie (binding) van de belichtingsintensiteit en belichtingsduur zoveel mogelijk in één of twee aspecten geconcentreerd te krijgen.

#### *Regressieanalyse*

De relaties die bepalend zijn voor de doelstelling van dit onderzoek, zijn die tussen de relatieve productie en de belichtingsintensiteit en gerealiseerde belichtingsuren en tussen de belichtingsintensiteit en de benodigde energie. Voor het kwantificeren van de relatie tussen belichtingsintensiteit en relatieve productie zijn twee regressieanalyses uitgevoerd; de eerste zonder restricties op basis van alle deelnemende bedrijven. De tweede op grond van een

gereduceerd aantal bedrijven, waarbij uit de relatieve productie het aandeel eerste jaars gewas weggecorrigeerd is of dat bedrijven geschrapt zijn omdat het percentage eerste jaars gewas hoog was of omdat de productie niet te scheiden was naar cultivar/eerste jaars gewas. De reden hiervan is dat van het percentage eerste jaars gewas een versturende werking uit zou kunnen gaan omdat bij teeltwisseling de productie sterk wordt gereduceerd. De tweede analyse, exclusief eerste jaarsgewas, is daarom voor 2000 uitgevoerd voor 35 bedrijven en voor 2001 voor 36 bedrijven.

### *Padanalyse*

Veel variabelen die in regressievergelijkingen zijn opgenomen, hebben verschillende eenheden. Daarom hebben ze een verschillend getallenbereik. Het is om deze reden niet mogelijk variabelen onderling te vergelijken als het gaat om hun invloed op de te verklaren variabele. Een methode waardoor dit wel mogelijk is, is padanalyse. De coëfficiënten hoorend bij een bepaald pad (relatie) geven direct aan wat de bijdrage is aan de verklaring van verschillen (Li, 1975; Breen, 1983).

## **2.2 Calculatie**

Aan de calculatie voor het bepalen van het effect van de belichtingsintensiteit op het bedrijfsresultaat, liggen uitgangspunten ten grondslag die overeenkomen met bepaalde bedrijfssituaties. Door de uitgangspunten te variëren ontstaat een gevoeligheidsanalyse. Op deze wijze is berekend wat het effect is van een 20% hogere of lagere prijs, een hoog of een laag gasprijsniveau, meer of minder uren belichten en een grotere of kleinere bedrijfsoppervlakte. Het resultaat van deze calculatie zijn financieel bedrijfsresultaat (netto-overschot), energieverbruiken en bijbehorende energiekosten, afhankelijk van de belichtingsintensiteit. Wat betreft het energiegebruik wordt aangegeven wat het effect is van warmtebuffer, doseren van zuivere CO<sub>2</sub> en gedeeltelijke elektriciteitsvoorziening uit het net, op het gasverbruik, de Glami-normen en het netto-overschot.

### 2.2.1 Simulatie energiegebruik

Om een goed beeld van de energiehuishouding van belichtende rozenbedrijven te krijgen, is een simulatie uitgevoerd, waarbij het gasverbruik van uur tot uur is begroot. Per uur is de benodigde warmte in aardgasequivalenten vergeleken met de geleverde warmte in aardgasequivalenten. Het verschil is overtollige warmte (warmteoverschot). De uursimulatie is uitgevoerd voor één etmaal per periode van vier weken. De benodigde warmte per uur is geschat via het verschil tussen binnen en buitentemperatuur (delta T) en een bepaald gasverbruik/uur.°C. Voor het gasverbruik/uur.°C hebben ervaringen uit het meetprogramma 'gasverbruik per uur' als basis gediend (Ravensbergen et al., 2002). Hierbij is rekening gehouden met instraling en luchten. Voor de situaties met hogere belichtingsintensiteit zijn, naast simulaties met een normaal schermgebruik, aparte simulaties uitgevoerd om het effect van minder uren schermen te bepalen.

Voor de bepaling van warmteoverschotten in dit onderzoek is uitgegaan van dezelfde wijze van handelen van de teler bij verschillende belichtingsintensiteiten.

Het energiegebruik valt uiteen in de volgende componenten:  
Energiegebruik = basis + rendementsverlies w/k + temperatuurverhoging tijdens belichting + warmteoverschot. De basis is in deze formule de energie die nodig is voor het gewas, zonder belichting. Het rendementsverlies van de w/k-installatie en de toename van de energiebehoefte door temperatuurverhoging worden als logische gevolgen van belichting gezien.

In de simulatie is een situatie zonder warmtebuffer, vergeleken met situaties met warmtebuffers met verschillende bufferinhoud. Andere vergelijkingen die zijn uitgevoerd zijn die tussen volledige CO<sub>2</sub>-dosering via de ketel met zuivere CO<sub>2</sub>-dosering in uren dat het warmteaanbod groter is dan de warmtevraag en volledige elektriciteitsvoorziening via de eigen w/k met deels elektriciteitsvoorziening uit het net. De uitgangspunten staan in een aparte paragraaf vermeld (paragraaf 2.3).

### 2.2.2 Bedrijfsresultaat

Aan de kostenkant worden de energiekosten berekend via het gesimuleerde gasgebruik per bedrijfssituatie. Voor de gasprijs wordt uitgegaan van het CDS (Commodity Diensten Systeem) en wordt gerekend met een hoge en een lage commodityprijs. Om de kosten van het dienstendeel van de CDS-prijs te bepalen is per situatie afhankelijk van het lampvermogen een maximum gasverbruik (contractcapaciteit) bepaald. De kosten van belichting bestaan uit afschrijving, rente en onderhoud. De arbeidskosten zijn afhankelijk gesteld van de productie, de afzetkosten zijn afhankelijk van de omzet (bijlage 3).

Bij de opbrengsten is gerekend met bepaalde relaties tussen productie en belichtingsintensiteit, waarbij rekening gehouden is met de belichtingsstrategie. Per bedrijfssituatie, gekenmerkt door een bepaalde belichtingsintensiteit en -strategie, zijn de opbrengsten verminderd met de kosten, met als resultaat het netto-overschot van een volproductief gewas. Daar bovenop is berekend wat het effect is van variatie in prijs, productie, gasprijs en bedrijfsoppervlakte.

### 2.2.3 Uitgangspunten calculatie

Voor het onderdeel calculatie is uitgegaan van een goed geoutilleerd bedrijf, dat wil zeggen een bedrijf met een bovenscherm en een gevelscherm met vrij moderne kassen (jonger dan vijf jaar).

#### *Energiegebruik*

Voor de berekening van de benodigde warmte per uur (simulatie) is uitgegaan van de gemiddelde buitentemperaturen per periode over de periode 1986 - 1996 in het Westland (tabel 2.1). Er is vanuit gegaan dat midden op de dag de buitentemperatuur 2°C boven dit gemiddelde ligt en dat gedurende de nacht een temperatuur van 2°C onder dit gemiddelde wordt bereikt. Dit is het gemiddelde verschil tussen dag- en nachttemperatuur in het winterhalfjaar.

Tabel 2.1 Gemiddelde buitentemperaturen (°C) per vierweekse periode over de periode 1986 - 1996 in het Westland (Naaldwijk)

Periode	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
temperatuur	4,5	4,0	6,4	8,2	12,2	14,6	17,1	18,7	17,2	14,5	11,6	7,7	5,4

Bron: PPO-Naaldwijk.

Voor de kastemperatuur is uit gegaan van 20°C overdag, 18°C in de nacht met de lampen aan en 16°C in de nacht tijdens de vier uur durende donkerperiode. Voor het gasverbruik per uur/°C.ha is in de nacht bij gesloten scherm uitgegaan van 6 m<sup>3</sup>/uur.°C.ha en overdag bij geopend scherm van 9 m<sup>3</sup>/uur.°C.ha, wat afneemt met circa 2 m<sup>3</sup>/uur.°C.ha gedurende de dag door instraling of toeneemt door opening van de luchtramen (Ravensbergen et al., 2002).

In de energiehuishouding van belichtende rozenbedrijven nemen de assimilatiebelichting en de daarmee gepaard gaande warmteproductie, een centrale plaats in. In de elektriciteitsvoorziening voor de belichting kan worden voorzien met een eigen w/k-installatie of geheel of gedeeltelijk door elektriciteit uit het net te betrekken. In de situatie met een eigen w/k-installatie is voor de verhouding elektriciteit/warmte, uitgegaan van de verhouding 38 : 50. Het (energie-)rendement van een Warmte-Kracht-installatie (w/k) was in 1995 gemiddeld 84% (Verhoeven et al., 1995), waarvan elektrisch 33% en thermisch 51%. De techniek heeft niet stilgestaan en omdat de w/k's een steeds groter vermogen per installatie hebben, is het reëel te veronderstellen dat het elektrisch rendement is gestegen naar 38% bij een thermisch rendement van 50% (Van der Knijff et al., 2002). Uitgangspunt voor de berekeningen is, dat de elektriciteit voor assimilatiebelichting via lamplicht/straling één op één als warmte in de kas terechtkomt. In de simulatie is er daarom vanuit gegaan dat 1 m<sup>3</sup> gasverbruik door de w/k-installatie 0,88 m<sup>3</sup> gas aardgasequivalenten aan warmte levert.

### *Energie-efficiëntie*

De definitie van energie-efficiëntie is het primaire brandstofverbruik per eenheid product. De energie-efficiëntie kan zowel op sector- als bedrijfsniveau worden bepaald. De definitie levert geen problemen op zolang niet de energie-efficiëntie van bedrijven of groepen bedrijven met verschillende producten worden vergeleken. Als er wel wordt vergeleken tussen bedrijven, dient de vergelijkingsbasis, de productie, betrekking te hebben op hetzelfde product. In dit onderzoek gaat het om gegevens van verschillende bedrijven en wordt de energie-efficiëntie in verband gebracht met de belichtingsintensiteit. Naast een waarschijnlijke invloed op de productie beïnvloedt de belichtingsintensiteit ook het gewicht van de rozen. Om deze reden kan de energie-efficiëntie niet zomaar worden gerelateerd aan de productie, of zoals in dit onderzoek, aan de relatieve productie.

Er is in dit onderzoek gekozen voor twee methoden van bepaling van de energie-efficiëntie om de eenheid product in uit te drukken waarbij bedrijven wel vergelijkbaar zijn. Bij de eerste methode wordt uitgegaan van de omzet. De omzet van een groep bedrijven wordt gecorrigeerd voor de prijsinvloed (Van der Knijff et al 2002). Wat resteert is een omzet, welke is ontdaan van de prijsinvloed en daarom een objectieve weergave is van de



productie. In tegenstelling tot de methode die bij de jaarlijkse energiemonitoring voor de gehele glastuinbouw wordt gebruikt, kan de energie-efficiëntie per gewas niet worden gerelateerd aan het referentiejaar 1980 (Van der Knijff et al., 2002). De prijscorrectie is uitgevoerd via de al bepaalde relatieve prijs. De berekening van de energie-efficiëntie is uitgevoerd op de groepen van de groepsindeling welke het resultaat is van de factoranalyse (bedrijfsvergelijking). Per groep is de relatieve prijs gedeeld door de gemiddelde relatieve prijs van alle deelnemende bedrijven. Hiermee is de omzet door vermenigvuldiging gecorrigeerd. Tenslotte wordt het primair brandstofgebruik gerelateerd aan deze gecorrigeerde omzet ( $\text{m}^3/\text{€}/\text{m}^2 = \text{weergave van de productie}$ ).

De tweede methode houdt in dat de productie wordt gecorrigeerd voor het takgewicht. Daarbij is uitgegaan van twee belichtingsintensiteit - takgewichtrelaties, namelijk respectievelijk 1 en 2% takgewicht verhoging per 1.000 lux/ $\text{m}^2$  extra.

#### *Voorbeeld berekening energie-efficiëntie via de omzet*

Voor een groep bedrijven is berekend hoe de energie-efficiëntie is bepaald. De gemiddelde relatieve prijs van alle bedrijven is 111. De relatieve prijs van een groep bedrijven is 115. De gecorrigeerde omzet (productie) van groep 1 is  $111/115 * 83,37 = \text{€ } 80,47$ .

De energie-efficiëntie is:  $104 \text{ m}^3/\text{m}^2 \text{ jaar}/80,47 = 1,29 \text{ m}^3/\text{€}/\text{m}^2$  productie.

Daarnaast is een tweede methode gevolgd, waarbij de berekening energie-efficiëntie is bepaald door het gasverbruik te delen door de productie, rekening houdend met de afhankelijkheid van het takgewicht van de belichtingsintensiteit. Daarbij is ook uitgegaan van de groepsindeling van als uitkomst van de factoranalyse (tabel 4.2). Wat betreft de afhankelijk van het takgewicht van de belichtingsintensiteit, zijn twee verbanden doorgerekend: 1000 lux/ $\text{m}^2$  meer geeft 1 of 2% hoger takgewicht over de hele jaarproductie (De Hoog et al., 2000; Benninga 1998). Voor de productie is uitgegaan van 190 stuks/ $\text{m}^2$ .jaar. Deze productie is gecorrigeerd voor het takgewicht.

#### *Voorbeeld berekening energie-efficiëntie via de productie*

De relatieve productie van een groep bedrijven is 106%. De gemiddelde belichtingsintensiteit van deze groep bedrijven is 7.000 lux/ $\text{m}^2$ . Bij een referentieproductie van 190 stuks/ $\text{m}^2$ .jaar (100%) wordt de productie van deze groep bedrijven 201,4 stuks/ $\text{m}^2$ .jaar. Bij een takgewichtverhoging van 1% per 1.000 Lux wordt de takverhoging 7 % (1% van 7000 Lux) ten opzichte van niet belichten. De gecorrigeerde productie voor takgewicht wordt  $201,4 + (7\% \text{ van } 201,4) = 215,5$  stuks/ $\text{m}^2$ .jaar. Het gemiddelde gasgebruik van de groep bedrijven is  $105 \text{ m}^3/\text{m}^2$ .jaar. De energie-efficiëntie wordt  $105 \text{ m}^3/\text{m}^2 \text{ jaar}/215,5$  stuks/ $\text{m}^2$ .jaar =  $0,487 \text{ m}^3/\text{stuk}$ .

#### *Energieprijzen*

In de berekeningen is uitgegaan van aardgasprijzen in een geliberaliseerde aardgasmarkt, gezien het feit dat waarschijnlijk per 1-1-2004 het merendeel van de bedrijven 'vrij' zal zijn. Daarbij is uitgegaan van het CDS-prijssysteem (Commodity Diensten Systeem) zoals de Gasunie die in 2001 hanteerde en wat momenteel de basis is bij veel gasleveranciers. De gasprijs volgens het CDS bestaat uit een dienstendeel en een commoditydeel. In dit onderzoek is voor de diensten uitgegaan van de prijs hiervoor in 2001 (v.d. Velden et al.). Voor het maximum te contracteren gasvolume is uitgegaan van een geschermd bedrijf en een

verschil tussen buiten- en teelttemperatuur van 30°C. Gemiddeld genomen is 180 m<sup>3</sup>/uur.ha voor deze situatie reëel en dit is dan ook als uitgangspunt genomen.

Als de w/k-installatie per uur meer m<sup>3</sup>/uur.ha gas verbruikt dan 180, is dit verbruik als uitgangspunt gebruikt. Dit is het geval bij een belichtingsintensiteit van 60W/m<sup>2</sup> of hoger. Bij de commodityprijs is uitgegaan van een gemiddelde van € 0,11/m<sup>3</sup> gas. Er is daarnaast een gevoeligheidsanalyse uitgevoerd voor een hoog en een laag niveau (€ 0,159 en € 0,076) (Van der Velden et al., 2001). Voor de elektriciteitsprijs is uitgegaan van € 0,09/kWh. Dit was de gemiddelde elektriciteitsprijs die telers in 2001 hebben betaald (LTB 2002).

### *Belichtingsstrategie*

Als er belicht wordt, is een belichtingstijd van twintig uur per etmaal maximaal mogelijk en in de wintermaanden ook gangbaar. Aan het begin en aan het eind van de belichtingsperiode kan het aantal uren geleidelijk op- of afgebouwd worden. Uitgangspunt in dit onderzoek is een situatie met respectievelijk circa 3.300, 4.000 en 4.600 uur belichten(strategie 1 tot en met 3).

Tabel 2.2 *Belichtingsschema's (uren per etmaal) per vierweekse periode*

Periode	Strategie 1	Strategie 2	Strategie 3	Strategie 4	
				basis	top
9			4	4	-
10	7	11	16	16	-
11	12	20	18	18	6
12	20	20	20	20	15
13	20	20	20	20	15
1	20	20	20	20	15
2	20	20	20	20	15
3	12	20	18	18	6
4	7	11	16	16	-
5	-	-	10	10	-
6			4	4	-
Totaal uren	3.300	4.000	4.648	4.648	2.016

Naast de strategieën met één belichtingscircuit is een berekening uitgevoerd voor een belichtingsstrategie waarbij belicht wordt in twee belichtingscircuits (strategie 4) waarmee verschillend aantal uren per jaar wordt belicht. Er is dan sprake van een basiscapaciteit en een topcapaciteit met minder belichtingsuren. Telers passen deze strategie toe om warmteoverschotten te beperken en hun belichtingsuren qua productie-effect optimaal in te zetten. Vaak wordt bij toepassing van deze strategie een deel van de benodigde elektriciteit uit het openbare net betrokken. Een andere mogelijkheid is om dit via een (kleinere) w/k-installatie te doen. Vanwege het vooral toepassen van deze strategie bij hogere belichtings-

intensiteiten zijn de gevolgen alleen bepaald voor een belichtingsintensiteit groter of gelijk aan  $60\text{W/m}^2$ . Voor de topbelichtingscapaciteit (tweede circuit) is bij  $60$  en  $70\text{W/m}^2$  uitgegaan van  $20\text{W/m}^2$  en bij  $80\text{W/m}^2$  van  $30\text{W/m}^2$ . Er is daarbij van uitgegaan dat bij circuits met elektriciteit uit eigen w/k-installaties wordt voorzien. De gevolgen van het deels betrekken van elektriciteit uit het openbare net zijn in een aparte paragraaf berekend. In tabel 2.2 staat weergegeven welk schema bij welke strategie hoort.

### *CO<sub>2</sub> doseren*

Naast de belichting is het doseren van CO<sub>2</sub> van invloed op het gasverbruik. Dit geldt voor uren waarin gedoseerd wordt met rookgas-CO<sub>2</sub> via de verwarmingsketel zonder dat er warmtevraag is. In de berekening is uitgegaan van  $20\text{m}^3$  aardgas voor CO<sub>2</sub> doseren per uur per ha, tijdens de periode dat belicht wordt en bij lichte buitenomstandigheden. Dit komt overeen met  $36\text{kg CO}_2/\text{ha.uur}$ . Door zuivere CO<sub>2</sub> te doseren in perioden met weinig warmtevraag kan het gasverbruik worden verminderd. Hier staan wel extra kosten tegenover. Voor de berekening is uitgegaan van de volgende tariefstelling:  
Vast tarief € 300,- per maand. Variabel tarief € 0,09 per kg.

### *Warmtebuffer*

Door een warmtebuffer kan energie nuttiger worden aangewend als in bepaalde perioden het warmteaanbod de warmtevraag, vanwege warmtelevering door w/k-installatie en/of CO<sub>2</sub> doseren, overtreft. In de berekening is, om het effect zichtbaar te maken, uitgegaan van  $50, 100, 150$  en  $200\text{m}^3$  bufferinhoud per ha en er is vanuit gegaan dat het water in de buffer wordt afgekoeld van  $90$  naar  $30^\circ\text{C}$  met een rendement van  $95\%$ . In de simulatie is per periode begonnen met een volledig 'lege' buffer. In perioden met weinig warmtevraag in relatie tot de warmte die nodig is, komt het regelmatig voor dat de buffer aan het eind van zo'n etmaal niet leeg is. Daarom is vervolgens als uitgangspunt de warmte-inhoud aan het eind van een etmaal gekozen, waar de warmtebuffer aan het begin geheel leeg was, in de simulatie als begininhoud te nemen. Dit is verduidelijkt aan de hand van het volgende voorbeeld:

Begin simulatie: bufferinhoud =  $100\%$  leeg

Einde etmaal: bufferinhoud =  $450\text{m}^3$  ae (aardgas equivalenten)

Begin etmaalsimulatie: bufferinhoud =  $450\text{m}^3$  ae (hiermee is gerekend)

### *Elektriciteit uit het net*

Als een deel van de elektriciteitsbehoefte wordt verzorgd door elektriciteit uit het net, heeft dit de volgende gevolgen voor de warmtehuishouding:

- het w/k-vermogen neemt af en daardoor ook het rendementsverlies door gebruik van een w/k-installatie;
- om aan de warmtevraag te voldoen wordt meer gas verstoekt via de ketel;
- de warmte die via straling door de lampen in de kas wordt gebracht blijft gelijk aan de situatie waarin de elektriciteitsbehoefte volledig door een w/k wordt gedekt.

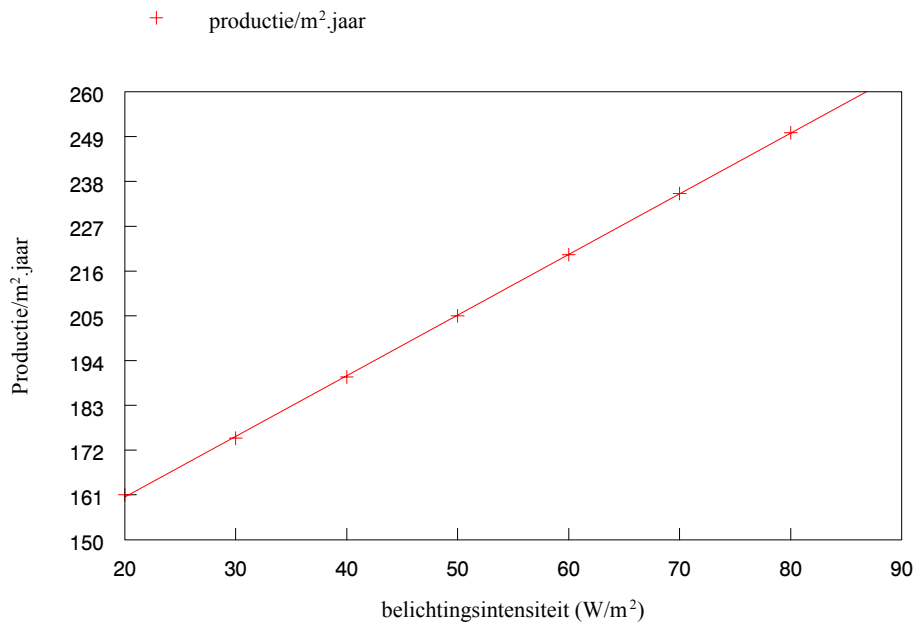
De berekeningen zijn uitgevoerd met als uitgangspunt dat  $25\%$  van de elektriciteit behoefte wordt gedekt door elektriciteit uit het net.

### Arbeids- en overige kostenposten

De arbeidskosten zijn afhankelijk gesteld van de arbeidskosten per tak (bijlage 3) op basis van de LTB-boekhouding in 2001. De afleveringskosten zijn op 6% van de omzet gesteld. Voor de overige kosten, die onafhankelijk zijn van de belichtingsintensiteit, is uitgegaan van een vast bedrag dat reëel is voor een modern rozenbedrijf (LTB 2003). De kosten van belichten zijn apart berekend en staan gespecificeerd in bijlage 1. Het maximumvermogen per w/k op 1.000 Kw<sub>e</sub> gesteld.

### Opbrengsten

Bij de berekening van de opbrengsten is voor de productie in eerste instantie uitgegaan van een lineair verband tussen belichtingsintensiteit en totale productie zoals weergegeven in figuur 2.2. Voor de productprijs is uitgegaan van een gemiddeld prijsniveau voor grootbloemige rozen in 2001 voor de laagste belichtingsintensiteit. Dit staat in relatie tot de productie, zodat de omzet een reëel beeld oplevert. Een gevolg van belichting is, dat een deel van de extra productie in een qua prijsvorming gunstige periode valt. Hiermee is rekening gehouden door het gemiddelde prijsniveau bij belichting iets hoger te stellen dan bij geen belichting. Een deel van de extra productie valt ook in een prijsongunstige periode. Voor elke 10 W/m<sup>2</sup> extra lampvermogen is uitgegaan van een 0,5 eurocent hogere prijs voor de totale productie (LTB, 2002).

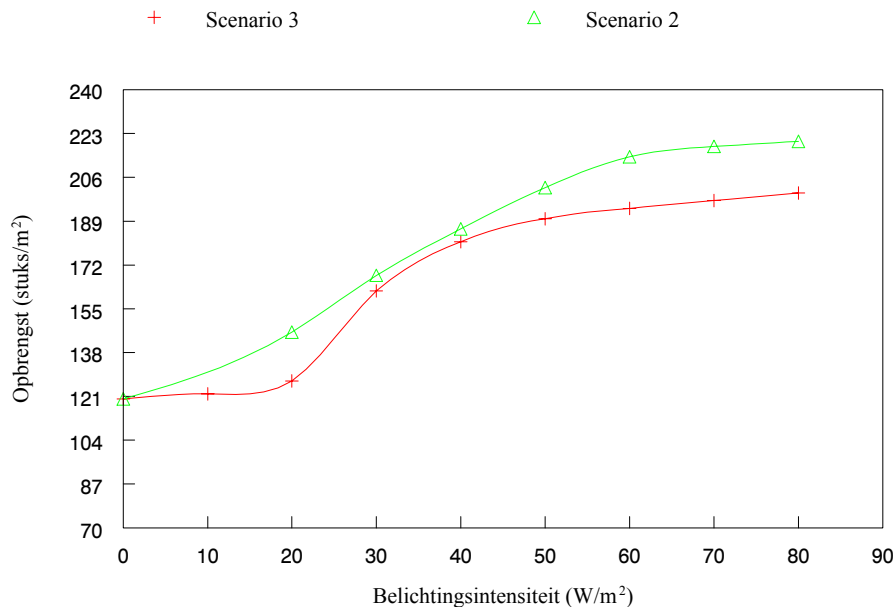


Figuur 2.2 De productie (stuks/m<sup>2</sup>.jaar) in relatie tot de belichtingsintensiteit (W/m<sup>2</sup>), uitgangspunt voor de calculatie van het netto-overshot (volproductief gewas)

$$\text{Formule: productie/m}^2\text{.jaar} = 130,7 + 1,49 * \text{belichtingsintensiteit (W/m}^2\text{)}$$

### *Kromlijinig verband*

Binnen het gebruikte bereik van belichting, is het niet zeker dat productie en belichtingsintensiteit een lineair verband vertonen. Daarom zijn ook berekeningen uitgevoerd om aan te tonen wat het effect zou zijn van zo'n kromlijinig verband op het netto-overschot. Dit is gedaan voor twee productielijnen, die gekarakteriseerd zijn als sterk en minder sterk kromlijinig. Deze twee scenario's staan weergegeven in figuur 2.3, waarvoor het netto-overschot is berekend (op basis van 4.000 belichtingsuren per jaar).



*Figuur 2.3 Twee mogelijke kromlijnige verbanden tussen belichtingsintensiteit en productie*

### *Productie Afhankelijk van belichtingsuren*

Meer belichtingsuren leiden tot een hogere productie. Als 3.300 uur wordt belicht in plaats van 4.000 uur, neemt de hoeveelheid assimilatiebelichting per jaar met 17% af. De schatting van de hogere/lagere productie als gevolg van meer of minder uren belichten dan 4.000 per jaar is gebaseerd op het verschil in lichtsom, met de bedoeling het effect van meer uren belichten zichtbaar te maken. Deze schatting is vergeleken met de resultaten van in het verleden uitgevoerde proeven en praktijkgegevens (Van Rijssel, 1995; De Hoog 2000, et al.). In tabel 2.3 staan de producties afhankelijk van belichtingsuren en belichtingsintensiteit, als uitgangspunt voor de berekening weergegeven.

Tabel 2.3 *Uitgangspunt voor productie (stuks/m<sup>2</sup>) afhankelijk van belichtingsuren en belichtingsintensiteit*

Belichtingsintensiteit (W/m <sup>2</sup> )	3.300 belichtingsuren	4.000 belichtingsuren	4.600 belichtingsuren
20	153	161	167
30	168	175	181
40	183	190	196
50	198	205	211
60	213	220	226
70	227	235	241
80	242	250	256

## 3. Resultaten bedrijfsvergelijking

### 3.1 Inleiding

De bedrijfsvergelijking is uitgevoerd in drie onderdelen: factoranalyse, padanalyse en regressieanalyse. Met behulp van factoranalyse is het datamateriaal aan een eerste screening onderworpen, waarbij natuurlijk bijzonder gelet is op de samenhang tussen belichtings-som/belichtingsintensiteit en netto-overschot. Met behulp van padanalyse wordt aangegeven in hoeverre verschillen van de ene variabele worden veroorzaakt door verschillen in andere variabelen. Door regressievergelijkingen te bepalen worden relaties gekwantificeerd.

### 3.2 Te verklaren verschillen

De verschillen in bedrijfsresultaat tussen rozenbedrijven zijn in de vorm van groepsgemiddelden van drie groepen naar oplopend netto-overschot in 3.1 weergegeven. Het zijn deze verschillen die moeten worden verklaard, waarbij de bijzondere interesse uitgaat naar de invloed van de belichtingsintensiteit en belichtingssom.

*Tabel 3.1 Verdeling in groepen bedrijven op basis van aflopend netto-overschot in netto-overschot van het totale bedrijvenbestand rozenbedrijven die hun boekhouding hebben laten uitvoeren door de LTB voor de boekjaren 2000 en 2001 (€/m<sup>2</sup>.jaar)*

Jaar	Groep 1	Groep 2	Groep 3	Gemiddelde
2000	15,00	-3,10	-12,00	-0,36
2001	15,26	-2,89	-12,17	-0,58

Bron: LTB 2002 en 2001.

Het gemiddelde netto-overschot van de deelnemende bedrijven aan dit onderzoek ligt in 2000 € 2,88 en in 2001 € 2,34 per m<sup>2</sup>.jaar hoger dan het gemiddelde van alle bedrijven die in het LTB-bedrijfsvergelijkende overzicht zijn opgenomen (LTB 2002). Ten opzichte van alle bedrijven in de LTB boekhouding zijn de bedrijven met een goed bedrijfsresultaat in dit onderzoek relatief oververtegenwoordigd.

### 3.3 Factoranalyse

Factoranalyse valt onder de categorie multivariate technieken en is een analysemethode die in dit onderzoek vooral gericht is op het aantonen van de samenhang tussen belichtings-som

en belichtingsintensiteit en het netto-overschot. Daarbij is het streven dat de invloed van de assimilatiebelichting op alle variabelen die ook van invloed zijn op het netto-overschot aan het licht komt. Door alle variatie die met assimilatiebelichting samenhangt in één aspect te concentreren wordt duidelijk wat de invloed is van assimilatiebelichting op alle andere variabelen in het relatieschema (figuur 2.1). Van alle aspecten uit de aspectentabel is er één die in het teken staat van de assimilatiebelichting. Dit aspect staan weergegeven in tabel 3.2. Het bindingspercentage is het eigenlijke resultaat van de factoranalyse. Een hoog bindingspercentage betekent een hoge mate van samenhang binnen dit aspect. De groepsgemiddelden vormen de illustratie. Een hoog bindingspercentage gaat samen met in sterke mate oplopende of aflopende groepsgemiddelden voor een bepaalde variabele. De groep van niet belichtende bedrijven (groep 5) is apart onderscheiden.

Tabel 3.2 Groepsindeling en bindingspercentages voor het aspect dat bepaald wordt door assimilatiebelichting voor het boekjaar 2000 (€/m<sup>2</sup>.jaar)

	1	2	3	4	5	
Aantal bedrijven per groep	11	17	13	8	3	Bindingspercentage
Variabele:						
Netto-overschot (€/m <sup>2</sup> .jaar)	12,91	-0,43	-5,96	-6,56	-7,89	23
Opbrengst (€/m <sup>2</sup> .jaar)	83,37	63,80	53,22	47,30	30,02	58
Totale kosten (€/m <sup>2</sup> .jaar)	70,46	64,23	59,18	53,81	38,04	
Relatieve productie (%)	106	92	84	79	52	27
Relatieve prijs (%)	115	114	107	107	110	4
Energiegebruik totaal (GJ/ha)	36.900	30.200	27.800	24.912	15.700	72
Arbeidskosten (€/m <sup>2</sup> .jaar)	18,63	19,00	18,52	17,-	14,56	5
Afschrijvingen (€/m <sup>2</sup> .jaar)	14,28	13,50	11,22	9,69	6,57	53
Inhoud warmtebuffer (m <sup>3</sup> /ha)	104	72	63	74	0	19
Belichtingssom (kWh/ m <sup>2</sup> )	236	187	152	94	0	81
Belichtingsintensiteit (lux/m <sup>2</sup> )	7.082	5.253	4.565	3.443	0	88
Belichtingsintensiteit (W/m <sup>2</sup> )	59	43	38	29	0	
Belichtingsuren (uren/jaar)	4.000	4.349	4.000	3.241	0	

n.b. 1) Indien geen bindingspercentage is vermeld is deze variabele niet in de factoranalyse betrokken en zijn de groepsgemiddelden naderhand berekend; 2) Het gemiddelde van relatieve productie en relatieve prijs is door de berekeningswijze geen 100.

Uit de bindingspercentages (mate van samenhang) wordt duidelijk dat de opbrengsten een grote invloed hebben op het netto-overschot en dat dit vooral wordt veroorzaakt door de relatieve productie en nauwelijks door de relatieve prijs. De invloed van de belichtingsintensiteit en belichtingssom is groot, zo blijkt uit de bindingspercentages. De groepsgemiddelden maken duidelijk dat de verschillen tussen bedrijven voor dit aspect groot zijn. De groep van elf bedrijven met de hoogste belichtingsintensiteit zit gemiddeld op 7.082 Lux per m<sup>2</sup> en heeft een gemiddeld netto-overschot van € 12,91/m<sup>2</sup>.jaar, bij een relatieve productie (106) die duidelijk hoger is dan die van de andere groepen. Uitgaande



van de groepsindeling in tabel 3.2 is bepaald wat het verschil is in het energiegebruik van deze groepen ten opzichte van de ongeëvalueerde Glami-norm voor 2000 en 2010 (tabel 3.3).

Tabel 3.3 *Vershil in energiegebruik per groep ten opzichte van de Glami-normen voor 2000 en 2010*

	1	2	3	4	5
Belichtingsintensiteit (lux/m <sup>2</sup> )	7.082	5.253	4.565	3.443	0
Vershil met norm 2000 (GJ/ha) (=19403+5767 GJ/ha)	11.730	5.030	2.630	258	-3.703
Vershil met norm 2000 (m <sup>3</sup> gas/m <sup>2</sup> ) (=70,5 m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> )	33	14	8	1	-11
Vershil met norm 2010 (GJ/ha) (=16597+4223 GJ/ha)	16.070	9.370	6.970	4.092	-8.97
Vershil met norm 2010 (m <sup>3</sup> gas/m <sup>2</sup> ) (=59,2 m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> )	46	27	20	12	-3

Hieruit blijkt dat de afstand van het energiegebruik van de bedrijven tot dat van de Glami-normen hoog is. Tabel 3.2 en 3.3 zijn illustratief voor de spanning die bestaat tussen het halen van de Glami-normen in 2010 en de bedrijfsresultaten.

#### *Energie-efficiëntie*

De energie-efficiëntie is volgens twee methoden bepaald (par. 2.2). Allereerst is dit gedaan via de omzet, voor de groepen uit de groepsindeling van de factoranalyse. In tabel 3.4 staat het resultaat.

Tabel 3.4 *Groepsindeling uit factoranalyse met daarbij de energie-efficiëntie (2000)*

	1	2	3	4	5
Aantal bedrijven per groep	11	17	13	8	3
Variabele					
Belichtingsintensiteit (lux/m <sup>2</sup> )	7.082	5.253	4.565	3.443	0
Opbrengst (€/m <sup>2</sup> .jaar)	83,37	63,80	53,22	47,30	30,02
Relatieve prijs (%)	115	114	107	107	110
Energiegebruik (omgerekend m <sup>3</sup> gas/m <sup>2</sup> .jaar)	104,9	85,9	79,0	70,8	44,7
Belichtingsuren	4.000	4.349	4.000	3.241	0
Energie-efficiëntie (m <sup>3</sup> /€ productie)	1,30	1,38	1,43	1,44	1,48

Op deze wijze berekend laat het verloop van de groepsgegevens zien dat bij toenemende belichtingsintensiteit, de energie-efficiëntie afneemt en dus verbetert. Opgemerkt wordt dat ook het aantal belichtingsuren per groep verschilt.

Als de energie-efficiëntie via de productie wordt bepaald is er het probleem van het takgewicht wat afhankelijk is van de belichtingsintensiteit. Vandaar dat de energie-efficiëntie is bepaald voor verschillende afhankelijkheden tussen takgewicht en belichtingsintensiteit. Het resultaat staat weergegeven in tabel 3.5.

Tabel 3.5 Groepsindeling uit factoranalyse met daarbij de energie-efficiëntie bepaald voor verschillend afhankelijkheden van takgewicht en belichtingsintensiteit (2000)

	1	2	3	4	5
Aantal bedrijven per groep	11	17	13	8	3
Variabele:					
Belichtingsintensiteit (lux/m <sup>2</sup> )	7.082	5.253	4.565	3.443	0
Relatieve productie (%)	106	92	84	79	52
Productie bij basis 190 stuks per m <sup>2</sup> .jaar	201	175	160	150	99
Energiegebruik (omgerekend m <sup>3</sup> gas/m <sup>2</sup> .jaar)	104,9	85,9	79,0	70,8	44,7
Belichtingsuren	4.000	4.349	4.000	3.241	0
Energie-efficiëntie bij 1% verhoging takgewicht per 1.000 lux (m <sup>3</sup> /stuk)	0,49	0,47	0,47	0,46	0,45
Energie-efficiëntie bij 2 % verhoging takgewicht per 1.000 lux (m <sup>3</sup> /stuk)	0,46	0,44	0,45	0,44	0,45

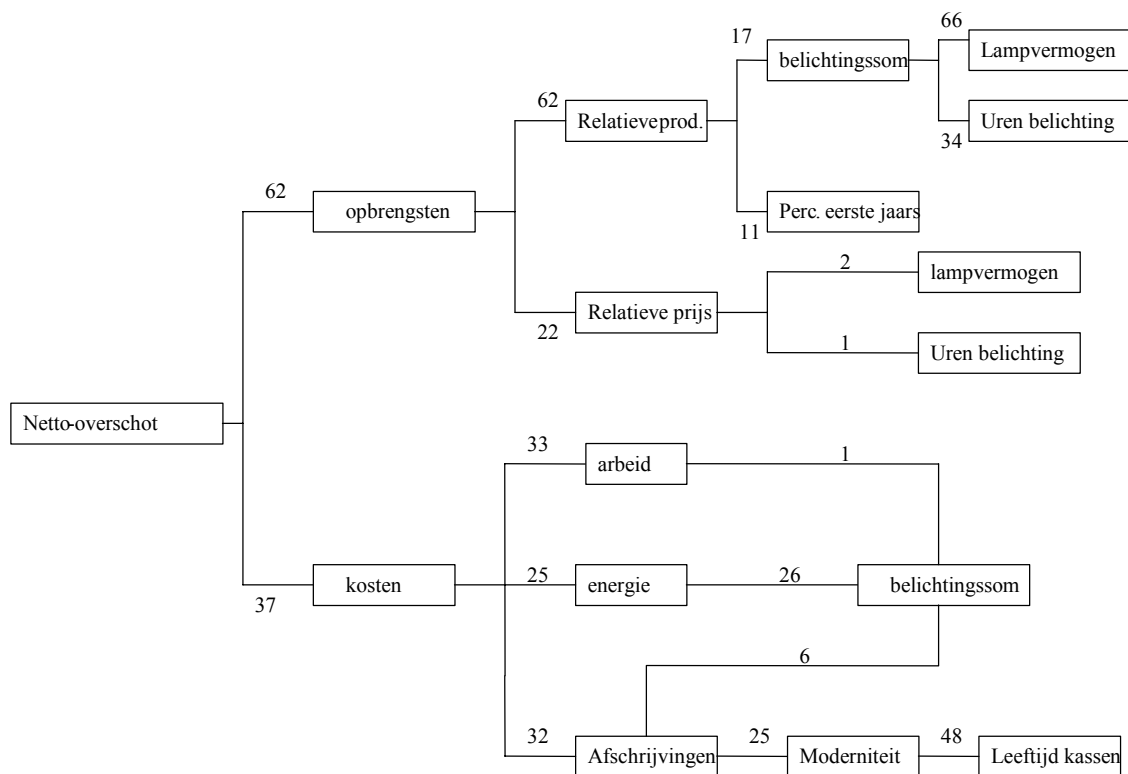
Uitgaande van de productie met een correctie voor het takgewicht, lijkt de energie-efficiëntie in 2000 iets slechter te zijn geweest bij toenemende belichtingsintensiteit. Het resultaat blijkt sterk afhankelijk van de gevolgde methode. In 2001 is bij deze wijze van berekenen de energie-efficiëntie juist iets beter bij toenemende belichtingsintensiteit (bijlage 7). Een eenduidige conclusie is daarom niet te trekken.

### 3.4 Padanalyse

Een padanalyse maakt duidelijk in welke mate variabelen in het relatieschema met elkaar samenhangen, die volgens het relatieschema uit elkaar voortvloeien. Per relatielijn staat een padcoëfficiënt, die een maat is voor de mate van samenhang. Per boekjaar is een padanalyse uitgevoerd waarbij de verklaring van het netto-overschot centraal staat en één waarbij de verklaring van het energiegebruik centraal staat. Deze padanalyses staan weergegeven in de figuren 3.1 en 3.2 (boekjaar 2001). De padanalyses van het boekjaar 2000 staan in bijlage 7.

De padanalyse van het boekjaar 2000 (bijlage 8) vertoont veel overeenkomsten met die van 2001. Uit de padanalyses waarbij de verschillen in netto-overschot tussen bedrijven wordt verklaard (figuur 3.1), blijkt dat het vooral de opbrengsten zijn die verklarend zijn voor de verschillen in netto-overschot (respectievelijk 66% in 2000 en 62% in 2001). De

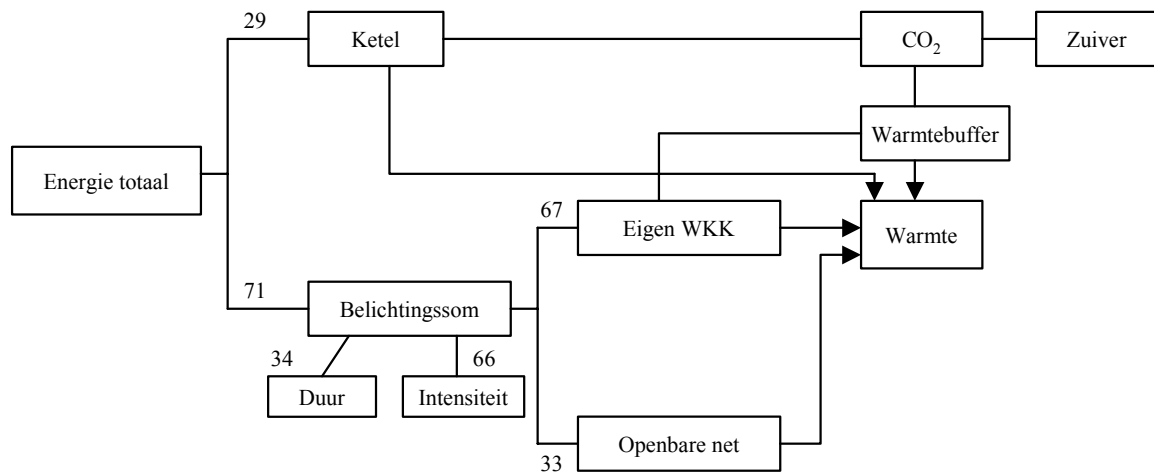
verschillen in opbrengsten worden op hun beurt vooral verklaard door de relatieve productie (respectievelijk 62 en 58%). Dit is de productievvariabele die aangeeft in hoeverre de productie van een bedrijf kleiner of groter is dan de normproductie voor de cultivars die worden geteeld (paragraaf 2.2). De variabele 'relatieve prijs' verklaart in 2000 21% en in 2000 22% van de verschillen in opbrengsten. Samen verklaren ze respectievelijk 79 en 84% van de opbrengsten. De variabele 'relatieve productie' wordt in belangrijke mate verklaard door de variabele belichtingssom (24% in 2000 en 17% in 2001). Dat deze padcoëfficiënten niet hoger zijn komt doordat er naast belichting andere factoren zijn die de verschillen in productie verklaren. Één daarvan is het percentage eerstejaars gewas (14% in 2000 en 11% in 2001). Andere mogelijke invloedsfactoren zijn klimaatfactoren en bemesting, die niet in dit onderzoek zijn opgenomen.



Figuur 3.1 Padanalyse voor de verklaring van het netto-overschot voor het boekjaar 2001

Het grootste deel van de verschillen in totale kosten tussen bedrijven wordt veroorzaakt door verschillen in arbeidskosten (34 en 33%), afschrijvingen (31 en 32%) en energiekosten (32 en 25%). Een groot deel van vooral de verschillen in energiekosten wordt veroorzaakt door verschillen in intensiteit van belichting. De invloed van de belichting op de energiekosten is in 2000 groter dan in 2001. De invloed van de belichtingsintensiteit op de arbeidskosten is nihil. Mogelijk werken twee effecten tegengesteld en houden ze elkaar in evenwicht. Het eerste effect is dat van een hogere

arbeidsefficiëntie bij een hogere productie, het andere is dat een hogere productie leidt tot hogere arbeidskosten. Verder speelt het gemiddelde uurloon een rol.



*Figuur 3.2 Padanalyse voor de verklaring van het energiegebruik voor het boekjaar 2001 (energiestromen)*

De padanalyse voor het energiegebruik voor 2000 (bijlage 8) vertoont nagenoeg hetzelfde beeld als 2001 (figuur 3.2). Het belangrijkste verschil is dat in vergelijking met 2001 de belichtingsduur in 2000 meer van invloed geweest op de belichtingssom. De verschillen in intensiteit van belichting zijn voor een belangrijk deel verklarend voor het totale energiegebruik. De verschillen in energiegebruik nodig voor de belichting worden in 2000 voor 70 % verklaard door verschillen in energiegebruik voor belichting, in 2001 is dit 71%. De verschillen in energiegebruik voor belichting wordt voor twee derde deel verklaard door het gasverbruik van eigen w/k's en voor een derde deel door elektriciteitsverbruik uit het net. Bedrijven met een hoog energiegebruik beschikken gemiddeld over iets meer warmtebufferinhoud. Om deze reden komt een eventuele energiebesparing door een warmtebuffer niet naar voren. Hetzelfde geldt voor de toepassing van zuivere CO<sub>2</sub>. Het doseren van zuivere CO<sub>2</sub> kon uit de beschikbare gegevens alleen worden afgelezen aan de hoogte van de kosten. Het bleek dat drie van de 46 onderzochte bedrijven voor het boekjaar 2001 meer dan € 1,-/m<sup>2</sup>.jaar kosten voor zuivere CO<sub>2</sub> hebben gehad.

### 3.5 Regressieanalyse

Voor de belangrijkste relaties tussen de variabelen uit het relatieschema is een regressievergelijking bepaald. Deze vergelijkingen staan weergegeven in bijlage 6. De relatie waar het in dit onderzoek primair om gaat is die tussen netto-overschot en belichtingsintensiteit + belichtingssom. Voor de beide onderzochte boekjaren geldt dat een hogere belichtingssom gemiddeld samengaat met een hoger netto-overschot, waarbij het effect op het netto-

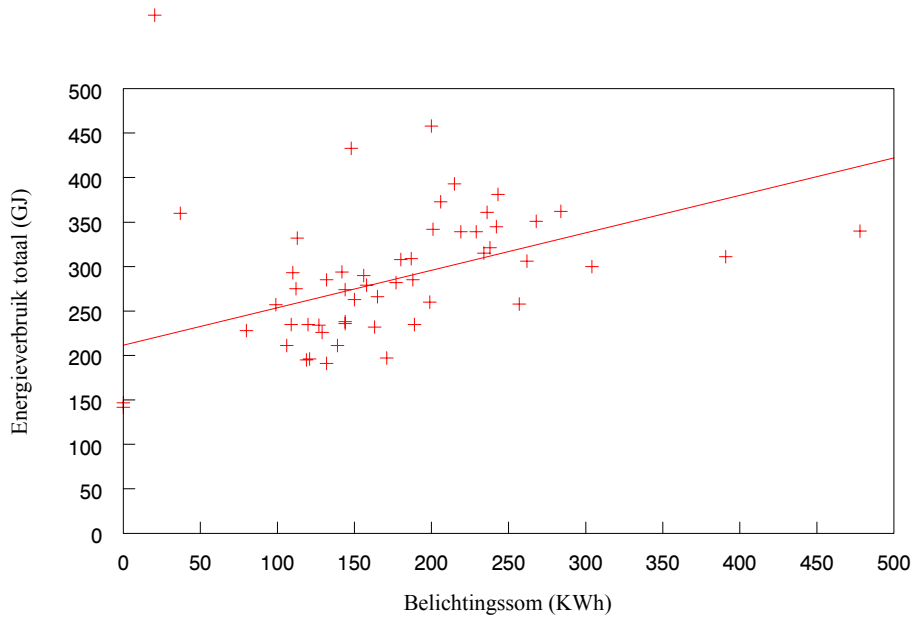
overschot in 2000 met 50% hoger is dan in 2001. De relatie tussen netto-overschot en belichtingssom is praktisch even sterk als die tussen netto-overschot en belichtingsintensiteit. Een deel van het effect op de opbrengst wordt in relatie tot het netto-overschot tenietgedaan door het effect op de kosten. Het verband tussen netto-overschot en belichtingssom en -intensiteit staat grafisch in de vorm van regressielijnen weergegeven in figuur 3.3 en figuur 3.4.

Deze regressielijnen maken duidelijk dat in de boekjaren 2000 en 2001 gemiddeld genomen een hogere belichtingssom en -intensiteit tot een respectievelijk € 3,60 en € 2,60/m<sup>2</sup> per 1.000 Lux lampvermogen hoger netto-overschot heeft geleid. De punten in de figuur (bedrijven) maken duidelijk dat er een grote spreiding rondom het gemiddelde is.

Het kritieke punt voor een positief netto-overschot ligt in beide boekjaren bij een belichtingssom van 180.000 kWh en een belichtingsintensiteit van 5.000 Lux/m<sup>2</sup>. De overige regressievergelijkingen die relevant en statistisch betrouwbaar zijn staan in bijlage 6. De coëfficiënten van de regressievergelijkingen waarin de relatieve productie wordt verklaard door de belichtingsintensiteit en de belichtingsduur staan weergegeven in tabel 3.4.

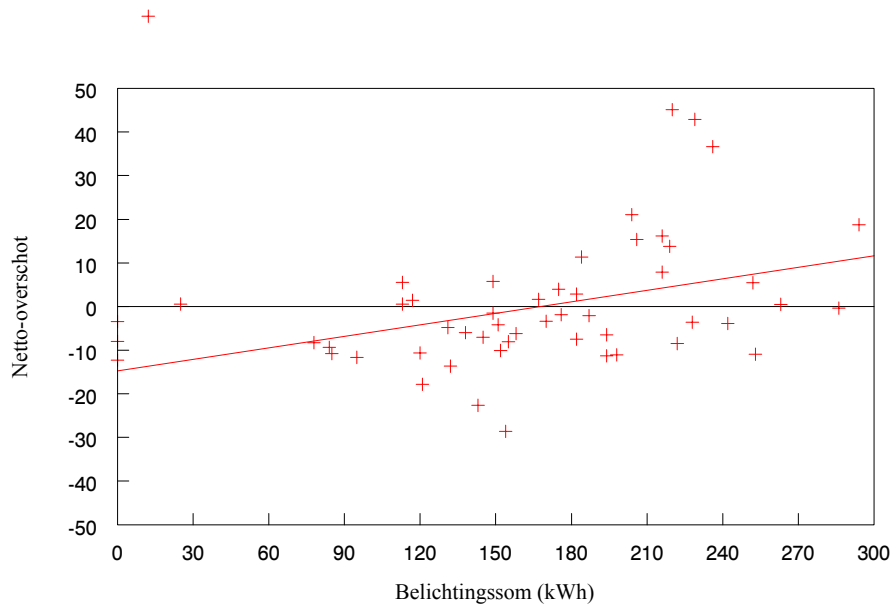
Vanwege de grote invloed die uitgaat van het percentage eerstejaars gewas/vruchtwisseling op met name de opbrengsten, is de regressieanalyse waarbij de opbrengsten worden verklaard door de belichtingsintensiteit en belichtingsduur, uitgevoerd op bedrijven met alleen een volproductief gewas of bedrijven waar de productie van volproductieve cultivars te verbijzonderen is. In tabel 3.4 is dit aangeduid als 'exclusief eerstejaars gewas'.

## Energieverbruik (GJ) en belichtingsom 2001



(vergelijking 2001:  $NO = -11,2 + 0,06 * belsom$ ;  $R^2_{adj} = 13\%$ )

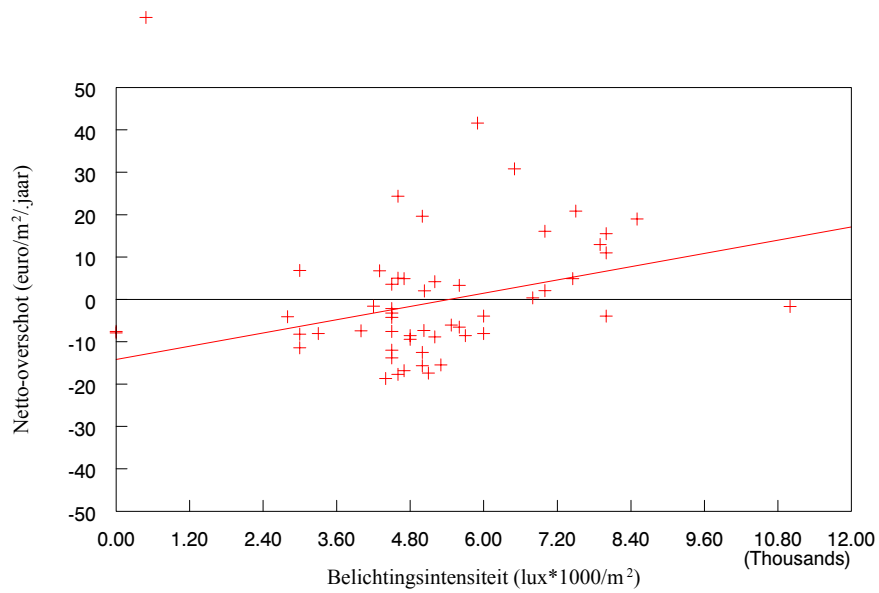
## Netto-overschot en belichtingsom 2000



(Vergelijking 2000:  $NO = -14,7 + 0,09 * belsom$ ;  $R^2_{adj} = 16\%$ )

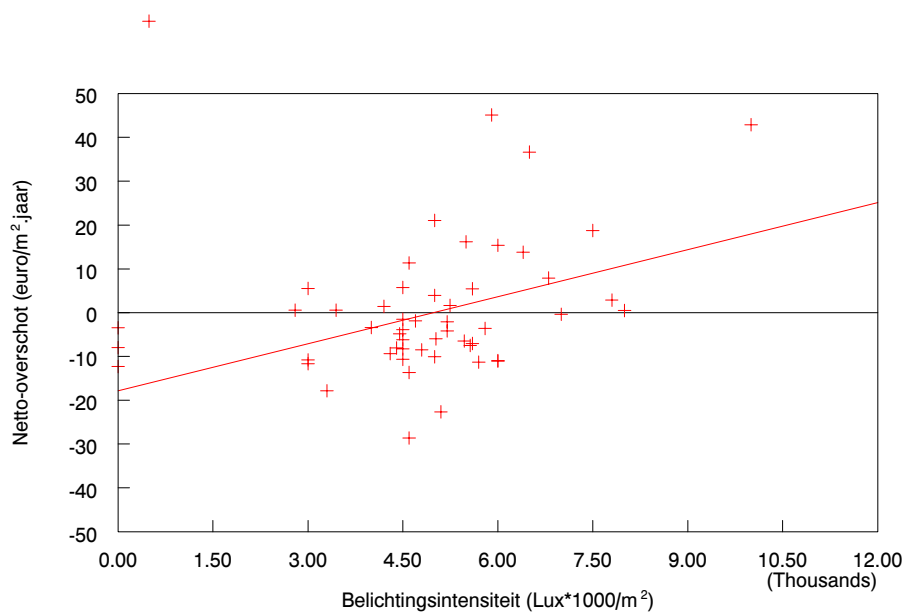
Figuur 3.3 Verband tussen belichtingsom (belsom) en netto-overschot (NO) voor 2001 en 2000

## Netto-overschot en belichtingsintensiteit 2001



(vergelijking 2001:  $NO = -14,2 + 0,0026 \text{ belint}$ ;  $R^2_{adj}=13\%$ )

## Netto-overschot en belichtingsintensiteit 2000



(vergelijking 2000:  $NO = -17,9 + 0,0036 \text{ belint}$ ;  $R^2_{adj}=19\%$ )

*Figuur 3.4* Verband tussen belichtingsintensiteit (belint) en netto-overschot (NO) voor 2001 en 2000

Tabel 3.4 De regressievergelijkingen ter verklaring van de relatieve productie door belichtingsintensiteit en belichtingsduur

	Vergelijking	Constante	Belichtings- -intensiteit (Lux/m <sup>2</sup> )	Belichtingsduur (uren/jaar)	$r^2_{adj}$ (%)
Incl. eerste jaars gewas	(1)	56,6	0,0069		21,1
Incl. eerste jaars gewas	(2)	45,5	0,0080	0,0057	25,4
Excl. eerste jaars gewas	(3)	58,3	0,0085		40,0
Excl. eerste jaars gewas 2001	(4)	47,3	0,0065	0,0054	45,7
Incl. eerste jaars gewas	(1)	60,6	0,0088		24,6
Excl. eerste jaars gewas	(2)	64,4	0,0091		28,9
Excl. eerste jaars gewas	(3)	67,7		0,0114	16,9
Excl. eerste jaars gewas	(4)	58,4	0,0078	0,0034	N.B.

N.B. te lage t-waarde.

Voor het boekjaar 2000, blijkt de relatieve productie in een betrouwbare regressievergelijking te worden verklaard door belichtingsintensiteit en belichtingsduur. Gezien alle mogelijke invloedsfactoren op de productie is de  $R^2_{adj}$  voor met name volproductieve gewassen (exclusief eerste jaars gewas) hoog (Zachariasse 1974). Het aandeel in de verklaring van de belichtingsintensiteit ten opzichte van de belichtingsduur is daarbij relatief hoog. Van een kromlijning verband lijkt geen sprake te zijn.

De regressievergelijking waarbij de relatieve productie verklaard wordt door belichtingsintensiteit en belichtingsduur is voor 2001 niet betrouwbaar, wat mede wordt veroorzaakt door een vrij hoge intercorrelatie tussen belichtingsintensiteit en belichtingsduur. De afzonderlijke regressievergelijkingen waarin de relatieve productie wordt verklaard door de belichtingsintensiteit en belichtingsduur heeft voor 2001 wel betrouwbare regressievergelijkingen opgeleverd. De mate van verklaring van de relatieve productie ( $R^2_{adj}$ ) in 2001 is lager dan in 2000. De coëfficiënten van overeenkomstige vergelijkingen zijn vergelijkbaar qua grootte. Ondanks allerlei andere invloedsfactoren en verschillen in gevoeligheid voor belichting per cultivar, laten de belichtingsintensiteit en de relatieve productie een duidelijk rechtlijnig verband zien.

Tabel 3.5 Schatting van de relatieve productie op basis van de regressievergelijking van 2000 (excl. Eerstejaarsgewas)

Intensiteit (Lux/m <sup>2</sup> )	Aantal belichtingsuren/jaar	Geschatte relatieve productie (%)
0	0	47
6.000	3.500	105
6.000	4.000	108
10.000	3.500	131
10.000	4.000	134



Uitgaande van de regressievergelijking van 2000 (exclusief eerstejaarsgewas) is geschat wat de relatieve productie zou zijn bij bepaalde belichtingsintensiteit en belichtingsduur. Dit staat weergegeven in tabel 3.5.

Een verhoging van de belichtingsintensiteit met 4.000 Lux/m<sup>2</sup> zou op grond van deze schatting gemiddeld een verhoging van de relatieve productie met 26% tot gevolg hebben. Een verhoging van het aantal belichtingsuren met 500 uur leidt volgens deze schatting tot een verhoging van de relatieve productie met 3%.

De relatie tussen belichtingssom en relatieve productie kan niet worden gebruikt om de zogenaamde '1% regel' te toetsen. Dit is de vuistregel die stelt dat 1% meer licht leidt tot 1% meer productie. Daarvoor ontbreken gegevens over buitenlicht en lichtdoorlatendheid van de kassen, alsmede het gewicht van het geogste product.

### *Energiegebruik*

Naast het effect van belichting op de productie is het effect van belichting op het energiegebruik essentieel voor dit onderzoek. In tabel 3.6 zijn voor beide onderzoeksjaren de regressiecoëfficiënten weergegeven, van de vergelijking waarin het energiegebruik nodig voor belichting, wordt verklaard door belichtingsintensiteit en belichtingsduur. Dit is een schatting van hoeveel energie het belichten kost, los van de vraag hoeveel van deze energie nuttig wordt aangewend.

*Tabel 3.6 De regressievergelijkingen ter verklaring van het energiegebruik (GJ/m<sup>2</sup>\*100) nodig voor assimilatiebelichting door belichtingsintensiteit en belichtingsduur*

Jaar	Constante	Belichtingsintensiteit (Lux/m <sup>2</sup> )	Belichtingsduur (uren)	R <sup>2</sup> <sub>adj</sub> (%)
2000	-9,4	0,026	0,022	73
2001	30,4	0,019	0,018	55

Op grond van de regressievergelijking van 2000 is geschat wat het energiegebruik nodig voor assimilatiebelichting gemiddeld zou zijn (tabel 3.7) (inclusief genomen energiebesparende maatregelen).

*Tabel 3.7 Schatting van het energiegebruik nodig voor belichting*

Belichtingsintensiteit (Lux/m <sup>2</sup> )	Belichtingsduur (uren)	Geschat energiegebruik (GJ/m <sup>2</sup> *100.jaar)	Geschat energiegebruik (m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> .jaar)
6.000	3.500	224	64
6.000	4.000	235	66
10.000	3.500	328	93
10.000	4.000	339	96

Een verhoging van de intensiteit met  $4.000 \text{ lux/m}^2$  kost gemiddeld  $30 \text{ m}^3/\text{m}^2$ .jaar aardgas equivalenten energiegebruik extra. Een uitbreiding van het aantal belichtingsuren met 500 uur per jaar, zou tot  $3 \text{ m}^3/\text{m}^2$ .jaar extra gasverbruik leiden. Dit lijkt erg weinig.

Resumerend blijkt uit de gehele (statistische) analyse dat intensivering van assimilatie belichting veel energie kost en daarmee de afstand tot de ongeëvalueerde Glaminorm voor 2010 aanzienlijk wordt vergroot. Aan de andere kant was in de onderzochte boekjaren de marktsituatie zodanig dat gemiddeld genomen een hogere belichtingsintensiteit leidde tot een beter bedrijfsresultaat.

## 4. Resultaten calculatie

### 4.1 Calculatie energiegebruik

Voor verschillende belichtingsintensiteiten (geïnstalleerd lampvermogen) is voor bepaalde bedrijfssituaties worden begroot wat het netto-overschot (bedrijfsresultaat) is, afhankelijk van de belichtingsintensiteit. Er zijn vanaf 20 W/m<sup>2</sup> steeds stappen van 10 W/m<sup>2</sup> genomen tot een belichtingsintensiteit van 80 W/m<sup>2</sup> (circa 10.000 lux/m<sup>2</sup>). Dit is gedaan voor drie lichtopbrengstscenario's (20% hogere of 20% lagere productie en prijs) vanuit een rechtlijnig verband en twee kromlijnige verbanden. Tevens is berekend wat het effect is van een hogere of lagere gasprijs (commodity) en van een grotere of kleinere bedrijfsoppervlakte (schaalgrootte).

Uit dit laatste moet blijken of en zo ja bij welke intensiteit er sprake is van een optimale belichtingsintensiteit en hoe afhankelijk dit is van bepaalde uitgangspunten. Tevens zal worden nagegaan hoe een vanuit economisch gezichtspunt optimale belichtingsintensiteit zich verhoudt tot het energiegebruik en hoe dit zich verhoudt tot de Glami-normen.

#### *Simulatie energiegebruik*

Het resultaat van de simulatie zijn berekende gasverbruiken, afhankelijk van de belichtingsintensiteit. Daarbij is rekening gehouden met het rendementsverlies van de w/k-installatie, maar (nog) niet met allerlei methoden om energie te besparen. Deze berekende gasverbruiken staan voor vier belichtingsstrategieën (uren) weergegeven in tabel 4.1. Voor een niet belichtend bedrijf is het gasgebruik begroot op 50 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>.jaar (LTB, 2002). Door iets energiezuiniger te telen voldoen niet belichtende bedrijven nu al aan de Glami-norm voor 2010 (59 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>.jaar voor belichtende bedrijven). Strategie 4 wordt in de praktijk alleen toegepast bij hogere belichtingsintensiteiten.

Tabel 4.1 *Berekende gasverbruiken (m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>.jaar) per niveau van belichtingsintensiteit afhankelijk van het aantal draaiuren (strategie) exclusief maatregelen om warmteoverschotten te beperken a)*

Belichtings- Intensiteit (W/m <sup>2</sup> )	Belichtings- intensiteit (Lux/m <sup>2</sup> )	Strategie 1 (m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> .jaar) 3.300 uur	Strategie 2 (m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> .jaar) 4.000 uur	Strategie 3 (m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> .jaar) 4.600 uur	Strategie 4 (m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> .jaar) basis/top
20	2.420	60	61	62	-
30	3.630	71	73	77	-
40	4.840	83	87	94	-
50	6.050	98	102	111	-
60	7.260	109	117	128	112
70	8.470	123	132	145	130
80	9.680	136	148	162	140

a) De strategie heeft betrekking op het aantal uren dat belicht wordt. Strategie 4 staat omschreven in paragraaf 2.3; tabel 2.2.

### *Warmte-overschotten*

Voor de situatie zonder dat energiebesparende maatregelen worden toegepast, zijn de verschillende componenten van de energiehuishouding in tabel 4.2 weergegeven. Bij toenemende belichtingsintensiteit is het reëel uit te gaan van een hogere teelttemperatuur (optimale wijze van telen). Het effect van deze hogere teelttemperatuur op de productie zit verdisconteerd in de opbrengstverhoging door een hogere belichtingsintensiteit.

Hieruit kan worden geconcludeerd dat de warmteoverschotten groot zijn en in feite verantwoordelijk zijn voor het verschil met de GLAMI-norm 2010.

Tabel 4.2 De componenten ( $m^3/m^2$ .jaar) van de energiehuishouding bij verschillende belichtingsintensiteiten ( $W/m^2$ ) en de berekende warmteoverschotten als geen energiebesparende maatregelen worden toegepast (4.000 belichtingsuren)

Belichtings- Intensiteit ( $W/m^2$ )	Basis ( $m^3/m^2$ .jaar)	Rendements- verlies w/k ( $m^3/m^2$ .jaar)	Temperatuur- verhoging door belichting ( $m^3/m^2$ jaar)	Berekend overschot ( $m^3/m^2$ jaar)	Totaal energie- verbruik ( $m^3/m^2$ jaar)	Verskil met Glami- norm 2010 ( $m^3/m^2$ .jaar)
20	50	7	0	4	61	2
30	50	9	0	14	73	14
40	50	10	2	25	87	28
50	50	12	2	38	102	43
60	50	14	5	48	117	58
70	50	16	5	61	132	73
80	50	18	5	75	148	89

### *Warmtebuffer*

Een mogelijkheid om het teveel aan warmte nuttig aan te wenden is de warmtebuffer. In 1998 beschikte 48% van de belichtende rozenbedrijven over een warmtebuffer (van der Velden et al., 2001). Gezien de ontwikkelingen in de laatste jaren ligt dit percentage thans hoger. Daarbij is de bufferinhoud toegenomen. Deze ligt thans op een gemiddeld niveau van circa  $100 m^3/ha$  voor de gehele glastuinbouw (Van der Knijff et al. 2002). Van de bedrijven die voor het boekjaar in het bedrijfsvergelijkend overzicht van de LTB zijn opgenomen, beschikt 75% over een warmtebuffer met een gemiddelde inhoud van  $104 m^3/ha$ .

Het effect van een warmtebuffer op het gasgebruik is via dezelfde simulatiemethode als het gasgebruik bepaald (paragraaf 2.2.1). Op belichtende rozenbedrijven wordt de warmtebuffer bij buitentemperaturen boven het vriespunt, gevuld tijdens belichtingsuren en geleegd tijdens de donkerperiode. Voor strategie 2 (4.000 belichtingsuren; tabel 2.2) zijn de resultaten (gasverbruiken) bij verschillende bufferinhoud, in tabel 4.2 weergegeven.

Ten opzichte van de situatie zonder warmtebuffer heeft een buffer met een inhoud van  $100 m^3/ha$  afhankelijk van het lampvermogen (w/k-vermogen) een gasbesparing van 5 tot  $7 m^3/m^2$ .jaar tot gevolg. Bij de hier gehanteerde uitgangspunten voor  $CO_2$ -dosereren ( $20 m^3/uur$ .ha) levert uitbreiden van de bufferinhoud weinig tot geen extra gasbesparing op. Dit wordt vooral veroorzaakt door het onvoldoende kunnen legen van de warmtebuffer, waar-

door het begin van een etmaal (na de donkerperiode) start met een deels gevulde warmtebuffer. Bij meer belichtingsuren (andere strategieën) wordt met een warmtebuffer niet meer dan een gasbesparing van 5 tot 7 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>.jaar bereikt. Dit komt overeen met een verlaging van het energiegebruik met 1759 tot 2462 GJ/ha.jaar. Een bedrijf met een belichtingsintensiteit van 30 W/m<sup>2</sup> (3630 Lux/m<sup>2</sup>) zou, bij deze uitgangspunten bij 4000 belichtingsuren, ook als het de beschikking heeft over een warmtebuffer, nog niet aan de Glami-normen voor 2010 voldoen (59 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>.jaar). Ondanks toepassing van een warmtebuffer zijn er te veel uren met een meer geleverde warmte dan benodigde warmte en teveel etmalen die beginnen met een geheel of gedeeltelijk gevulde warmtebuffer.

Tabel 4.3 *Berekende gasverbruiken (m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>.jaar) bij verschillende warmtebufferinhoud voor strategie 2 (circa 4.000 belichtingsuren)*

Lampvermogen (W/m <sup>2</sup> )	Zonder buffer-capaciteit	Buffer 50 m <sup>3</sup> /ha	Buffer 100 m <sup>3</sup> /ha	Buffer 150 m <sup>3</sup> /ha	Buffer 200 m <sup>3</sup> /ha
20	61	60	60	60	60
30	73	70	68	67	66
40	87	84	81	80	80
50	102	98	95	95	94
60	117	114	111	111	111
70	132	129	126	126	126
80	148	145	141	141	141

### *Zuivere CO<sub>2</sub>*

Een verdere besparing op het gasverbruik kan worden bereikt door in uren met een warmteoverschot, zuivere CO<sub>2</sub> te doseren. Het doseren via de verwarmingsketel gebeurt dan alleen als er voldoende warmtevraag is. Bij het in deze berekening gehanteerde uitgangspunt betekent dit een 20 m<sup>3</sup>/uur.ha lager gasverbruik in uren waarin de warmtevraag kleiner is dan het warmteaanbod. Door een simulatie uit te voeren waarin dit is verwerkt (zelfde denkpatroon als bij simulatie gasverbruik en effect van warmtebuffer paragraaf 2.2.1), wordt tevens duidelijk wat het effect is van CO<sub>2</sub> doseren via de ketel. In tabel 4.4 zijn de besparingen op het gasverbruik weergegeven voor vier strategieën met daarbij de hoeveelheid zuivere CO<sub>2</sub> (over acht vierweekse perioden). Als er meer wordt gedoseerd dan 20 m<sup>3</sup>/uur.ha, bijvoorbeeld bij hogere belichtingsintensiteiten, heeft dit als consequentie dat het gasverbruik navenant toeneemt. De hoeveelheid te doseren zuivere CO<sub>2</sub> zal dan toenemen.

Er kan met zuivere CO<sub>2</sub> 6 tot 10 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>.jaar aardgas worden bespaard, bij een belichtingsintensiteit groter dan 40 W/m<sup>2</sup>. Boven een bepaalde lichtintensiteit wordt niet meer aardgas bespaard. De toepassingsmogelijkheden van zuivere CO<sub>2</sub> zijn afhankelijk van het gebruik van een warmtebuffer. Voor strategie 2 is daarom de gasbesparing bij toepassing van zuivere CO<sub>2</sub> afhankelijk van het buffervolume berekend (tabel 4.5). Voorbij een bepaalde belichtingsintensiteit neemt de gasbesparing niet meer toe. Deze belichtingsintensiteit is afhankelijk van het aantal belichtingsuren. In de praktijk zal het

hierboven geschetste effect zich in mindere mate voordoen omdat de invloedsfactoren niet constant zijn zoals in de simulatie die in dit onderzoek is uitgevoerd. Toch valt te verwachten dat boven een bepaalde belichtingsintensiteit de gasbesparing niet veel meer toeneemt bij toenemend CO<sub>2</sub>-niveau.

Tabel 4.4 *Besparingen (Besp.) op gasverbruik (m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>.jaar) door het doseren van zuivere CO<sub>2</sub> met daarbij de gedoseerde hoeveelheid zuivere CO<sub>2</sub> (kg/m<sup>2</sup>.jaar), zonder dat gebruikgemaakt wordt van een warmtebuffer*

Lampvermogen (W/m <sup>2</sup> )	Strategie 1 3.300 uur		Strategie 2 4.000 uur		Strategie 3 4.600 uur		Strategie 4 Basis/top	
	besp. (m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> )	zuivere CO <sub>2</sub> (kg/m <sup>2</sup> )	besp. (m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> )	zuivere CO <sub>2</sub> (kg/m <sup>2</sup> )	besp. (m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> )	zuivere CO <sub>2</sub> (kg/m <sup>2</sup> )	besp. (m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> )	zuivere CO <sub>2</sub> (kg/m <sup>2</sup> )
20	1,6	0,9	2,7	1,4	4,7	2,6	-	-
30	7,6	4,2	9,2	5,3	12,5	7,0	-	-
40	10,6	5,9	12,8	6,5	17,9	10,0	-	-
50	11,2	6,2	13,1	7,3	17,9	10,0	-	-
60	11,2	6,2	13,1	7,3	17,9	10,0	14,3	8,0
70	11,2	6,2	13,1	7,3	17,9	10,0	17,9	10,0
80	11,2	6,2	13,1	7,3	17,9	10,0	17,9	10,0

Tabel 4.5 *Besparingen a) op gasverbruik (Besp. m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>.jaar) door het doseren van zuivere CO<sub>2</sub> met daarbij de gedoseerde hoeveelheid zuivere CO<sub>2</sub> (kg/m<sup>2</sup>.jaar) voor strategie 2 (4.000 belichtingsuren per jaar) bij verschillende buffervolumes*

Lampvermogen (W/m <sup>2</sup> )	Geen warmtebuffer		Warmtebuffer 100 m <sup>3</sup>		Warmtebuffer 150 m <sup>3</sup>		Warmtebuffer 200 m <sup>3</sup>	
	besp. (m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> )	zuivere CO <sub>2</sub> (kg/m <sup>2</sup> )	besp. (m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> )	zuivere CO <sub>2</sub> (kg/m <sup>2</sup> )	besp. (m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> )	zuivere CO <sub>2</sub> (kg/m <sup>2</sup> )	besp. (m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> )	zuivere CO <sub>2</sub> (kg/m <sup>2</sup> )
20	1,4	2,7	0,2	1,1	0	0	0	0
30	5,3	9,2	1,0	1,8	1,3	0,1	0,8	0,2
40	6,5	12,8	5,4	9,0	3,5	6,5	1,8	3,6
50	7,3	13,1	5,9	11,2	6,0	10,6	5,6	10,1
60	7,3	13,1	6,5	11,7	6,1	11,7	6,0	11,3
70	7,3	13,1	6,7	11,9	6,9	12,4	6,4	12,2
80	7,3	13,1	7,0	12,8	7,0	12,8	7,0	12,8

n.b. a) extra gasbesparing ten opzichte van hetzelfde buffervolume zonder dat zuivere CO<sub>2</sub> wordt gedoseerd.

Bij toepassing van rookgasreiniging is het effect op de gasbesparing identiek aan die bij toepassing van zuivere CO<sub>2</sub>. Dat er door de aanwezigheid van een rookgasreiniger mis-

schien meer CO<sub>2</sub> gedoseerd wordt dan in de uitgangssituatie doet hier niets aan af. Uit berekeningen is gebleken dat de jaarkosten van een rookgasreiniger van dezelfde orde van grootte zijn als de kosten van zuivere CO<sub>2</sub> (bij CO<sub>2</sub>-niveau overeenkomend met 20 m<sup>3</sup>/ha.uur).

Zonder gebruik te maken van een warmtebuffer, levert het doseren van zuivere CO<sub>2</sub> de grootste bijdrage aan het besparen van aardgas. Bij een toenemende bufferinhoud neemt de gasbesparing door zuivere CO<sub>2</sub> iets af. Bij een hogere belichtingsintensiteit dan 50 W/m<sup>2</sup> wordt nagenoeg geen extra gasbesparing gerealiseerd.

#### *Elektriciteit uit het net*

Een andere mogelijkheid om het gasverbruik omlaag te brengen is een deel van de elektriciteitsbehoefte uit het net te voorzien. Er kan dan worden volstaan met een lager w/k-vermogen. Bij de simulatie van het gasverbruik is er rekening mee gehouden dat de energie in de vorm van licht, uiteindelijk als warmte in de kas terechtkomt (uitgangspunt dat de elektriciteit voor 100% wordt omgezet in warmte). Er is een situatie doorgerekend waarbij gedurende alle uren waarin wordt belicht 25% van het elektriciteitsgebruik uit het net wordt betrokken. Vooral voor de hogere belichtingsintensiteiten levert 25% voorziening van het elektriciteitsgebruik uit het net een bijdrage aan vermindering van het gasverbruik. Het effect op de Glami-doelstelling afhankelijk van de belichtingsintensiteit staat weergegeven in tabel 4.6. Onder de kolommen 'groen' staat het effect als 25% van de elektriciteitsbehoefte als groene stroom niet ten laste komt van de Glami-norm.

Tabel 4.6 *Verandering energiegebruik(GJ/ha) afhankelijk van lampvermogen (w/m<sup>2</sup>) als 25% van de elektriciteit uit het net wordt betrokken of via groene stroom (groen) (GJ/ha) voor strategie 2 (4.000 belichtingsuren) volgens de Glami-benadering*

Lampvermogen	Zonder warmtebuffer		Warmtebuffer 100 (m <sup>3</sup> /ha)	
	elektra uit net (grijze stroom) (GJ/ha)	groene stroom (GJ/ha)	elektra uit net (grijze stroom) (GJ/ha)	groene stroom (GJ/ha)
20	-392	1.407	-392	1.407
30	465	3.165	-238	2.462
40	269	3.869	621	4.221
50	775	5.275	776	5.276
60	227	5.627	227	5.627
70	382	6.682	382	6.682
80	889	8.089	538	7.738

N.B. Een negatief teken houdt een verslechtering t.o.v. de Glami-norm in.

Met 25% groene stroom kan een aanzienlijke bijdrage worden geleverd aan het voldoen aan de Glami-norm. 25% groene stroom is vanaf 20 W/m<sup>2</sup> niet toereikend om aan de Glami-norm te voldoen. Voorwaarde is wel dat groene stroom in voldoende hoge mate kan worden geleverd. Als de elektriciteitsvraag voor 100% door groene stroom zou worden verzorgd, dan wordt, ongeacht de belichtingsintensiteit, voor alle belichtingsintensiteiten

aan de Glami-norm voldaan. De aanwezigheid van een warmtebuffer heeft weinig invloed op het effect van groene stroom. Met de inzet van grijze stroom wordt bij de meeste belichtingsintensiteiten een gering positief effect geboekt op het verschil tussen het energiegebruik en de Glami-norm.

### Synthese

Door gasbesparende maatregelen kan een deel van het verschil tussen het gasverbruik en de Glami-norm voor 2010 worden overbrugd. In tabel 4.7 zijn de gasverbruiken bij toepassing van de verschillende maatregelen voor strategie 2 naast elkaar gezet.

Tabel 4.7 Gasverbruik na toepassing van de van de verschillende gasbesparende maatregelen per belichtingsintensiteit voor strategie 2 (4.000 uur belichten) (25% groene stroom) naast elkaar gezet ( $m^3/m^2$  jaar)

	Belichtingsintensiteit						
	20 W/m <sup>2</sup>	30 W/m <sup>2</sup>	40 W/m <sup>2</sup>	50 W/m <sup>2</sup>	60 W/m <sup>2</sup>	70 W/m <sup>2</sup>	80 W/m <sup>2</sup>
Zonder besparende maatregelen	61	73	87	102	117	132	148
Warmtebuffer 100 m <sup>3</sup> /ha	60	68	81	95	111	126	141
Warmtebuffer 100 m <sup>3</sup> /ha + zuivere CO <sub>2</sub>	60	67	76	89	104	119	134
Warmtebuffer 100 m <sup>3</sup> /ha + 25% groene stroom	57	66	75	87	101	113	126
Warmtebuffer 100 m <sup>3</sup> /ha + 25% groene stroom + zuivere CO <sub>2</sub>	57	63	70	82	96	108	119

Uit tabel 4.7 blijkt dat het bij 4.000 belichtingsuren bij een belichtingsintensiteit groter dan 30 W/m<sup>2</sup> moeilijk wordt om aan de Glami-norm te voldoen, ook al worden allerlei energiebesparende maatregelen getroffen. Bij 3.300 belichtingsuren (strategie 1) ligt dit iets makkelijker, maar ook bij deze strategie komen belichtende rozenbedrijven boven de 30 W/m<sup>2</sup> in de problemen. Daarbij moet de kanttekening worden gemaakt dat een gedeeltelijke elektriciteitsvoorziening uit het net nauwelijks een bijdrage levert aan het voldoen aan de Glami-norm, behalve als deze stroom als groene stroom kan worden afgenomen. Voor bedrijven die meer dan 4000 uur per jaar belichten is het verschil met de Glami-normen nog veel groter.

Vooraf bij grotere w/k-installaties worden rookgascondensoren met rookgaszuivering toegepast. Dit verhoogt het rendement van de w/k met 5%. Door de rookgasreiniging kan vrijwel onbepaald CO<sub>2</sub> worden gedoseerd en hoeft de ketel voor dat doel niet te branden als er geen warmtevrage is. Rookgasreiniging heeft hetzelfde effect op het gasverbruik als het toedienen van zuivere CO<sub>2</sub>. Aan de ene kant vergroot een rookgascondensator dus de warmteoverschotten aan de andere kant verkleint rookgasreiniging de warmteoverschotten.

Bovenop de aardgasbesparingsmogelijkheden zou voor de hogere belichtingsintensiteiten gedacht kunnen worden aan energieclustering van bedrijven. Toepassing hier-



van is afhankelijk van de mogelijkheden ter plaatse en het bij elkaar passen van bedrijven (Van der Knijff 2001).

#### *Schermgebruik bij hoge belichtingsintensiteiten*

Bij hoge belichtingsintensiteiten kan de teelttemperatuur bij een gesloten scherm gemakkelijk te hoog oplopen. Daarom wordt bij hogere belichtingsintensiteiten, waarbij gedacht wordt aan meer dan 6.000 Lux/m<sup>2</sup>, het scherm eerder geopend dan bij lagere belichtingsintensiteiten. Concreet betekent dit dat het scherm bij een hogere belichtingsintensiteit bij een lagere buitentemperatuur wordt geopend tijdens belichtingsuren. Tijdens de donkerperiode hoeft het schermgedrag niet veel te verschillen. Geredeneerd vanuit de gedachte dat de eigen w/k-installatie een constante hoeveelheid energie levert, leidt een verminderd aantal uren schermen niet tot een hoger energiegebruik. Tenminste als bij de situatie met geopend scherm niet hoeft te worden bijgestookt met de ketel. Momenten waarin het scherm vanwege een te hoog oplopende teelttemperatuur geopend is, waarna de ketel bij moet springen om de teelttemperatuur op peil te houden, zullen slechts sporadisch voorkomen. Door de aanwezigheid van warmtebuffers op veel bedrijven met hogere belichtingsintensiteiten, zullen deze uren helemaal zelden voorkomen. Simulatie van de hiervoor geschetste situatie, bevestigde dit beeld. Indien een deel van de elektriciteit uit het net wordt betrokken, dan zal vermoedelijk als het scherm bij oplopende kastemperatuur wordt geopend, het scherm op momenten dat er toch extra warmtevraag is en er geen warmte vanuit de warmtebuffer voorhanden is, het scherm geheel of gedeeltelijk worden gesloten. Daardoor zal ook in deze situatie de verwarmingsketel slechts incidenteel 'bijspringen'.

#### *Effectief CO<sub>2</sub> doseren*

Warmte-overschotten dienen op enige wijze te worden kwijt geraakt. Luchten ligt hierbij voor de hand. Bij hogere belichtingsintensiteiten zijn de warmteoverschotten het grootst en dus ook de noodzaak om te luchten. Luchten heeft als gevolg dat het CO<sub>2</sub>-niveau in de kas snel het niveau van de buitenlucht aanneemt. CO<sub>2</sub>-doseren wordt dus minder effectief, terwijl juist bij veel licht een hoger CO<sub>2</sub>-niveau gewenst is. Daarom kunnen telers effectiever CO<sub>2</sub>-doseren als zij hun overtollige warmte op een andere wijze kwijtraken. Dit brengt wel extra kosten met zich mee. Afhankelijk van de CO<sub>2</sub>-voorziening leidt dit tot een lager energiegebruik.

## **4.2 Calculatie Bedrijfsresultaten**

### 4.2.1 Energiekosten

#### *Kosten van aardgas*

Uitgaande van een bedrijfssituatie zonder aardgasbesparende maatregelen, warmtebuffer, zuivere CO<sub>2</sub> en elektriciteit uit het openbare net, zijn in tabel 4.8 de kosten van aardgas weergegeven voor een hoog en in tabel 4.9 voor een laag commodityprijs-niveau (paragraaf 2.3).

Tabel 4.8 *Kosten van aardgas (€/m<sup>2</sup>.jaar) bij verschillende strategieën (draaiuren) en belichtingsintensiteiten zonder toepassing van aardgasbesparing bij een hoge commodityprijs (€ 0,159/m<sup>3</sup>)*

Belichtingsintensiteit (W/m <sup>2</sup> )	Belichtingsintensiteit (Lux/m <sup>2</sup> )	Strategie 1 3.300 uur	Strategie 2 4.000 uur	Strategie 3 4.600 uur	Strategie 4 4.800 uur
20	2.420	12,46	12,61	12,77	-
30	3.630	14,18	14,50	15,13	-
40	4.840	16,07	16,70	17,80	-
50	6.050	18,43	19,06	20,47	-
60	7.260	20,74	22,-	23,73	21,22
70	8.470	23,55	24,96	27,01	24,65
80	9.680	26,18	28,07	30,27	26,81

Tabel 4.9 *Kosten van aardgas (€/m<sup>2</sup>.jaar) bij verschillende strategieën (draaiuren) en belichtingsintensiteiten zonder toepassing van aardgasbesparing bij een lage commodityprijs (€ 0,076/m<sup>3</sup>)*

Belichtingsintensiteit (W/m <sup>2</sup> )	Belichtingsintensiteit (Lux/m <sup>2</sup> )	Strategie 1 3.300 uur	Strategie 2 4.000 uur	Strategie 3 4.600 uur	Strategie 4 Top/basis
20	2.420	8,90	8,97	9,08	-
30	3.630	9,61	9,68	10,10	-
40	4.840	9,89	10,24	10,91	-
50	6.050	11,38	11,73	12,60	-
60	7.260	12,23	12,72	13,72	12,27
70	8.470	13,15	13,71	14,84	13,54
80	9.680	13,93	14,78	15,94	14,12

Zowel voor een hoog als een laag commodityprijs-niveau geldt dat de belichtingsintensiteit een grote invloed heeft op de energiekosten.

#### *Kosten van belichten*

Naast extra energiekosten als gevolg van een hoger aardgasverbruik heeft belichten ook kosten in de vorm van investeringslasten tot gevolg. Een overzicht van deze kosten staat weergegeven in bijlage 1. Bij een bedrijfsgrootte groter dan 1 ha nemen de kosten per ha af (schaaleffect). Dat geldt dan met name voor de investering in de w/k. In tabel 4.10 staan de belichtingskosten voor drie bedrijfsoppervlakten weergegeven.

Tabel 4.10 *Kosten van belichten met eigen w/k-installatie (eilandbedrijf) (€/m<sup>2</sup>. jaar) voor verschillende bedrijfsoppervlakten (inclusief onderhoud w/k-installatie)*

Lampvermogen (W/m <sup>2</sup> )	1 ha		2 ha		4 ha	
	w/k- vermogen (kW)	totale kosten	w/k- vermogen (kW)	totale kosten	w/k- vermogen (kW)	totale kosten
20	215	5,00	430	4,45	860	4,20
30	322	7,40	640	7,10	1.280	6,22
40	430	9,90	860	8,40	1.720	8,32
50	538	12,40	1.080	10,42	2.200	10,34
60	645	14,15	1.280	12,44	2.580	12,33
70	753	15,80	1.500	14,80	3.000	13,80
80	860	16,80	1.720	16,64	3.440	16,23

n.b. het maximale vermogen per w/k-installatie is 1000 kW<sub>e</sub>.

#### *Kosten en besparing van warmtebuffer*

De kosten van warmtebuffers zijn afhankelijk van de bufferinhoud en bestaan voornamelijk uit de kosten van de investering, afschrijving en rente. De investeringskosten zijn gedetailleerd uitgewerkt in bijlage 1. Daarnaast is er een post voor onderhoud. Bij de bepaling van de besparing op aardgaskosten is geen rekening gehouden met anticipatie op het CDS prijssysteem met een warmtebuffer. De besparing op de kosten voor aardgas, vermindert met de kosten van een warmtebuffer geeft de besparingen van een warmtebuffer (tabel 4.11) (exclusief effect van verlaging contractcapaciteit; Benninga et al., 2002).

Tabel 4.11 *Besparingen (€/m<sup>2</sup>.jaar) met warmtebuffer afhankelijk van de bufferinhoud voor een bedrijfsgrootte van 1 ha en een hoog commodityprijs-niveau (4.000 belichtingsuren)*

Lampvermogen (W/m <sup>2</sup> )	Bufferinhoud		
	100 m <sup>3</sup>	150 m <sup>3</sup>	200 m <sup>3</sup>
20	-0,27	-0,42	-0,63
30	0,52	0,52	0,55
40	0,67	0,67	0,55
50	0,67	0,67	0,55
60	0,67	0,67	0,55
70	0,67	0,67	0,55
80	0,67	0,67	0,55

Hieruit blijkt dat een warmtebuffer aantrekkelijk wordt vanaf een belichtingsintensiteit van 30 W/m<sup>2</sup>. Overigens zijn deze besparingen niet hoog. Het effect van het warmtebuffervolume in relatie tot de belichtingsintensiteit en de belichtingsstrategie

(draaiuren) staat weergegeven in bijlage 3. Hieruit blijkt dat het effect van een warmtebuffer op het gasverbruik bij toenemend aantal draaiuren niet groter wordt.

#### *Rendement van zuivere CO<sub>2</sub>*

Er bestaan in de praktijk grote verschillen voor het tarief van zuivere CO<sub>2</sub>. Het rendement van zuivere CO<sub>2</sub> is verder afhankelijk van de hoogte van de commodityprijs van aardgas. Bij een prijs van 24 ct./kg voor zuivere CO<sub>2</sub> is bij een commodityprijs van 11 ct./m<sup>3</sup>, is zuivere CO<sub>2</sub> niet rendabel. Bij grotere bedrijfsoppervlakten dan 1 ha zal het rendement positiever zijn. Ten opzicht van 1 ha is bij 2 ha het saldo € 0,18/m<sup>2</sup> hoger en bij 4 ha € 0,27/m<sup>2</sup>, vanwege lagere kosten/m<sup>2</sup> van zuivere CO<sub>2</sub>.

#### *Rendement van elektriciteit uit het net*

Naast de kosten per kWh (tarief gemiddeld € 0,09/kWh(bron: LTB)) moet er voor het betrekken van elektriciteit uit het openbare net voorzieningen worden getroffen die een investering met zich meebrengen. De hoogte van deze investering hangt af van de capaciteit die uit het net wordt betrokken en de afstand van het bedrijf tot de hoofdkabel. In deze berekening is uitgegaan van de investeringsbedragen in bijlage 1. Hieruit blijkt dat het bij de hier gehanteerde elektriciteit- en aardgasprijs niet rendabel is elektriciteit uit het net te betrekken, als hiervoor nog geen aansluiting is.

### 4.2.2 Opbrengsten

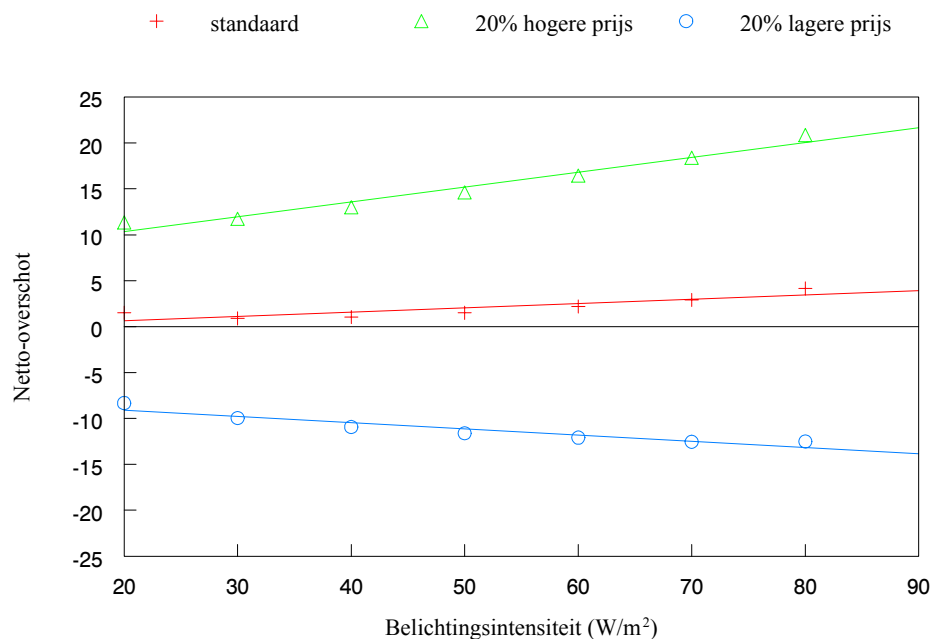
Uit praktijkonderzoek blijkt dat ervan uitgegaan mag worden dat de productie (stuks) met de belichtingsintensiteit een lineair verband vertoont (Van Rijssel 1995, De Hoog 2000 et al.). Voorwaarde hiervoor is dat de andere teeltfactoren, zoals de waterhuishouding, de meststoffenvoorziening en CO<sub>2</sub>-voorziening, niet belemmerend werken. Een kromlijinig verband tussen productie en belichtingsintensiteit (bij dezelfde belichtingsduur) is tot op heden niet aangetoond. Hierbij moet worden vermeld, dat de hoogste intensiteit in uitgevoerde proeven (de Hoog 2000; 7.100 Lux/m<sup>2</sup>) lager is dan de huidige in de praktijk voorkomende intensiteiten van meer dan 10.000 Lux/m<sup>2</sup>. Naast de gevolgen van een rechtlijnig verband zijn de gevolgen van twee kromlijnige verbanden tussen stuksproductie en belichtingsintensiteit zichtbaar gemaakt (beiden met afnemende meeropbrengst). De gedachte hierachter is dat zichtbaar wordt hoe het kromlijnige verband moet zijn om tot uitdrukking te komen in een optimum bedrijfsresultaat.

### 4.2.3 Bedrijfsresultaat

Bij verschillende uitgangspunten van kosten en opbrengsten zijn de bedrijfsresultaten (netto overschot) bepaald, uitgaande van de uitgangssituatie (figuur 2.2). In deze uitgangssituatie loopt het netto-overschot op bij toenemende belichtingsintensiteit. Het netto-overschot is daarbij voor alle belichtingsintensiteiten net positief. De werkelijke afhankelijkheid van het netto-overschot van de belichtingsintensiteit blijkt in dit onderzoek uit het onderdeel bedrijfsvergelijking.

Allereerst is een vergelijking gemaakt tussen de uitgangssituatie met een 20% hogere en lagere productprijs (figuur 4.1). Uit figuur 4.1 blijkt dat bij het hoogste prijsscenario het

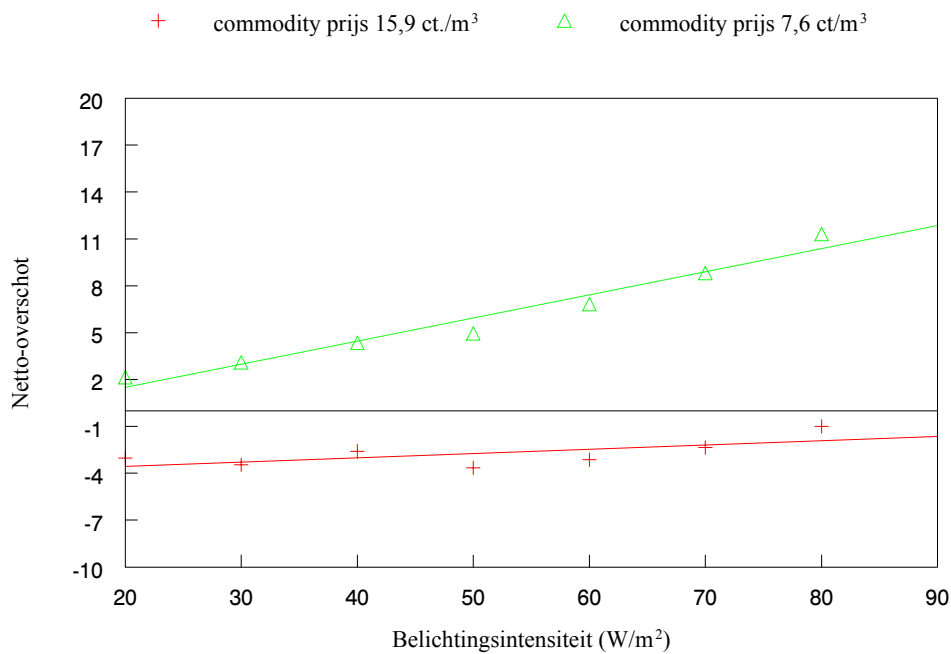
netto-overschot toeneemt bij toenemende lichtintensiteit. Bij het laagste productprijsscenario neemt het netto-overschot juist af. Bij de hier gehanteerde uitgangspunten blijkt dat er geen sprake is van een optimum intensiteit en een sterke afhankelijkheid van de prijs bij een lineair verband tussen belichtingsintensiteit en productie. De gevoeligheid voor prijsfluctuaties en daarmee marktrisico's nemen dus toe bij toenemende belichtingsintensiteit.



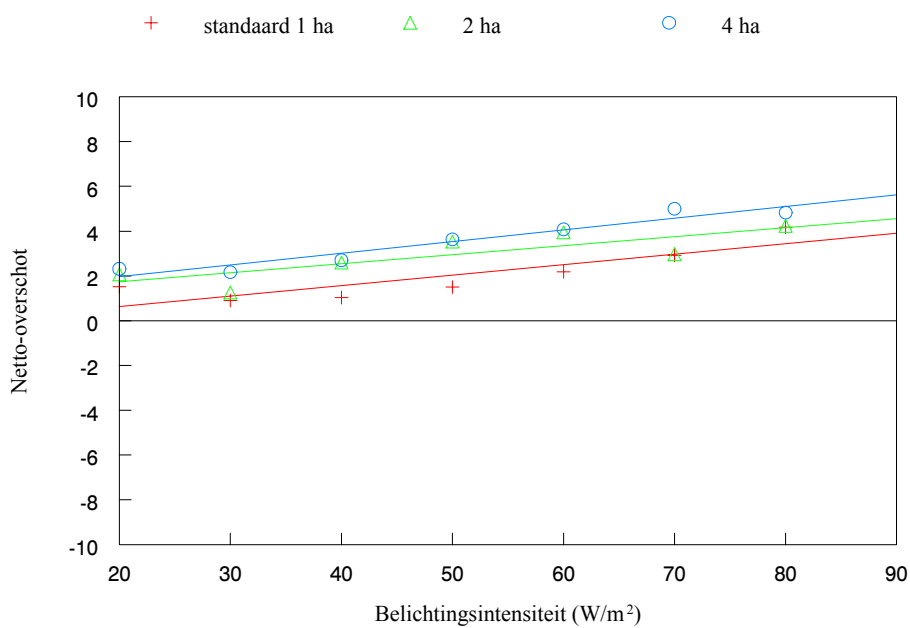
*Figuur 4.1 Netto overschot (€/m<sup>2</sup>.jaar) afhankelijk van de belichtingsintensiteit bij drie productprijsniveaus (commodity € 0,11; strategie 2; 4.000 belichtingsuren; volproductief gewas)*

Als in plaats van de prijs de productie 20% hoger of lager is, ontstaat vergelijkbaar een vergelijkbaar beeld als bij een 20% hogere of lagere prijs.

Bij toenemende belichtingsintensiteit nemen de energiekosten aanmerkelijk toe. Door het CDS-systeem zijn de aardgaskosten per m<sup>3</sup> gas lager bij een hoger jaarverbruik. De reden hiervan is dat het dienstendeel van de gasprijs (CDS) over meer m<sup>3</sup>'s verdeeld wordt (Van der Velden, 1999). Het commoditydeel van de gasprijs wordt door de oliemarkt bepaald en kan dus fluctueren. Het effect van een lagere ten opzichte van een hogere commodityprijs is in figuur 4.2 weergegeven (€ 0,159 tegen € 0,076 per m<sup>3</sup> gas). Hieruit blijkt dat er bij de lage commodityprijs sprake is van sterk oplopende netto-overschotten bij toenemende belichtingsintensiteit. Bij de hoge commodityprijs neemt het netto-overschot veel minder toe bij toenemende belichtingsintensiteit en is het netto-overschot ook negatief. Bij hogere belichtingsintensiteit zijn de gevolgen voor het netto-overschot van een hogere gasprijs dus groter.



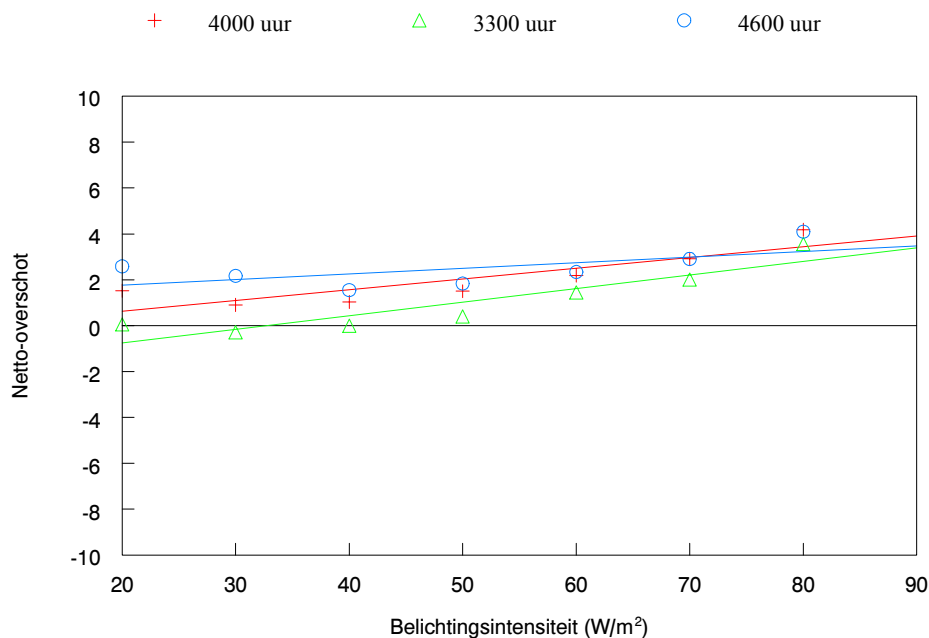
Figuur 4.2 Netto-overschot (€/m<sup>2</sup>.jaar) afhankelijk van de belichtingsintensiteit bij twee commodityprijzen (strategie 2: 4.000 belichtingsuren)



Figuur 4.3 Netto-overschot (€/m<sup>2</sup>.jaar) afhankelijk van de belichtingsintensiteit bij drie bedrijfsoppervlakten (4.000 belichtingsuren)

Een grotere bedrijfsoppervlakte kan schaafeffecten tot gevolg hebben. Dit is in deze berekening alleen tot uitdrukking gebracht in de kosten van belichten (investering) en warmtebuffer. Het effect hiervan is weergegeven in figuur 4.3. Hieruit blijkt dat schaafeffecten weliswaar afhankelijk zijn van de belichtingsintensiteit maar vrij beperkt zijn. Dat komt mede omdat voor grote investeringen uit is gegaan van een bepaald maximum vermogen per w/k-installatie. Het maximum vermogen per w/k-installatie op 1.000 Kw<sub>e</sub> gesteld.

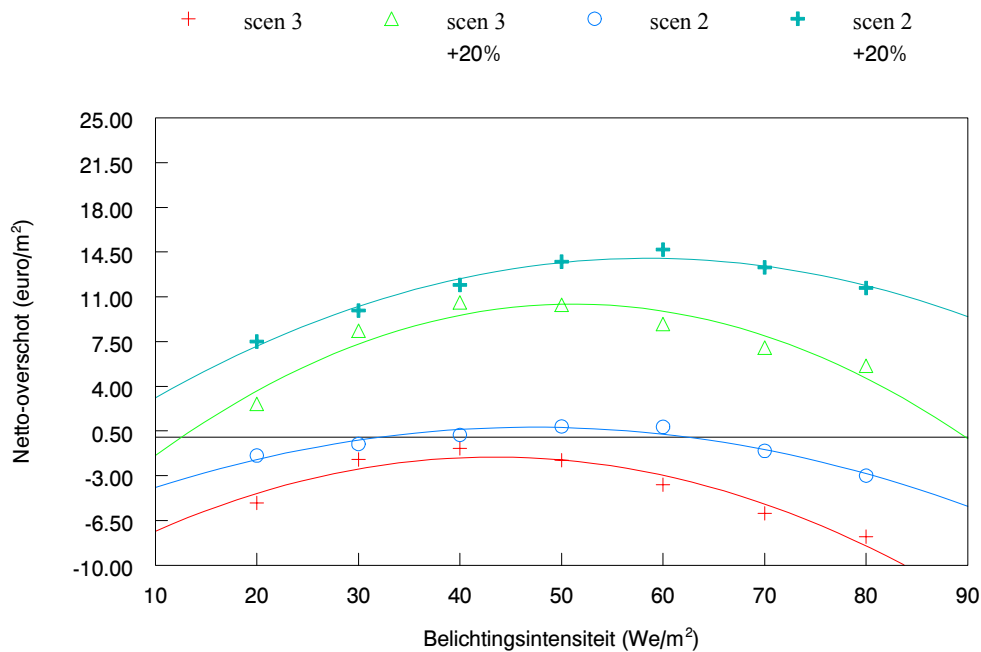
Als per jaar minder uren wordt belicht, bijvoorbeeld 3.300 in plaats van 4.000 uur, dan heeft dit gevolgen voor de opbrengst, de energiekosten, de afzetkosten en de arbeidskosten. De gevolgen van meer of minder uren belichten voor het netto-overschot staan, afhankelijk van de belichtingsintensiteit, weergegeven in figuur 4.4. Hieruit blijkt dat meer dan 4.000 uren belichten bij de gekozen uitgangspunten vooral rendabel is voor lagere belichtingsintensiteiten. Het rendabel zijn van meer of minder uren belichten is niet alleen afhankelijk van de gasprijs, maar ook van de productprijs.



Figuur 4.4 Netto-overschot (€/m<sup>2</sup>.jaar) afhankelijk van de belichtingsintensiteit bij verschillend aantal uren per jaar belichten bij een commodityprijs van € 0,11/m<sup>3</sup> gas

#### Kromlijinig verband

Het resultaat van een (gekozen) kromlijinig verband tussen stuksproductie en belichtingsintensiteit staat weergegeven in figuur 4.5. De twee scenario's vertegenwoordigen verschillende kromlijinige verbanden (figuur 2.3). Scen(ario) 3 hoort bij een sterk kromlijinig verband tussen belichtingsintensiteit en productie, scen(ario) 2 hoort bij een minder sterk kromlijinig verband.



*Figuur 4.5 Netto-overschot (€/m<sup>2</sup>.jaar) afhankelijk van de belichtingsintensiteit bij een kromlijng verband tussen productie en belichtingsintensiteit en bij verschillende productprijzen (+20%) per scenario bij 4.000 belichtingsuren*

Een kromlijng verband tussen belichtingsintensiteit en productie heeft bij de gekozen uitgangspunten een optimum belichtingsintensiteit tot gevolg. Bij de gekozen uitgangspunten zou dit 50 W/m<sup>2</sup> voor scenario 3 zijn en 60 W/m<sup>2</sup> voor scenario 2 zijn, ongeacht de productprijs. Voorbij dit punt loopt het netto-overschot af. Een kromlijng verband tussen belichtingsintensiteit en productie komt tot uitdrukking in een optimum bedrijfsresultaat, als de kromlijngheid sterk genoeg is. Er zijn geen aanwijzingen dat het verloop in werkelijkheid zo is.



## 5. Conclusie en Aanbevelingen

### 5.1 De praktijk

#### *Bedrijfsresultaat*

De verschillen in netto-overschot zijn voor beide onderzochte boekjaren groot. Als een groepsindeling wordt gemaakt in groepen is het verschil tussen het gemiddelde van de groep met het hoogste en met het laagste ondernemersoverschot € 27,-/m<sup>2</sup>.jaar. De invloed van belichting op deze verschillen in netto-overschot is groot. Deze invloed krijgt vooral gestalte aan de opbrengstenkant omdat het vooral de opbrengsten zijn die via de productie (voor 2/3 deel) de verschillen in netto-overschot bepalen. Voor beide onderzochte boekjaren geldt: hoe hoger de belichtingsintensiteit, des te hoger het netto-overschot. De invloed van de belichtingssom en -intensiteit is in 2000 groter dan in 2001 geweest. Een verklaring hiervoor valt niet te geven. Hoewel de relatieve prijs een behoorlijke invloed op de opbrengsten heeft, is de invloed van de assimilatiebelichting op de relatieve prijs gering.

Aan de kostenkant is door de invloed op energie- en de afschrijvingen de invloed van de belichtingsintensiteit ook groot. De arbeidskosten vertonen weinig samenhang met de belichtingsintensiteit, ondanks het toenemen van de productie bij hogere belichtingsintensiteiten.

#### *Optimaal belichtingsniveau*

Gezien de resultaten van calculatie en bedrijfsvergelijking is het zeer aannemelijk dat het verband tussen belichtingsintensiteit en netto-overschot binnen het onderzochte bereik van belichtingsintensiteit rechtlijnig is, ongeacht de energie- en/of prijs. Pas als de productie een kromlijnig verband zou vertonen met de belichtingsintensiteit, zal er sprake zijn van een optimum. Geen van de resultaten uit dit onderzoek wijzen erop dat dit het geval is, al wordt niet uitgesloten dat er bij nog hogere belichtingsintensiteiten dan 10.000 Lux/m<sup>2</sup> een omslagpunt is. In het verleden uitgevoerd onderzoek leverde ook rechtlijnige verbanden op tussen belichtingsintensiteit en productie, bij een belichtingsintensiteit van maximaal 7100 Lux/m<sup>2</sup> (Van Rijssel et al. 1995, De Hoog et al. 2000). De mate van afhankelijkheid die in deze onderzoeken en met name in het laatst genoemde gevonden is, komt bij benadering overeen met die van dit onderzoek. Ervaringen van een registratiegroep van Red Berlin-telers (bepaald grootbloemig rozenras) wijzen in de richting van een productieplafond bij toenemende belichtingsintensiteit, waarboven de productie niet meer toeneemt (Van der Knaap 2002). Vanaf maart zou bij Red Berlin minder belicht kunnen worden dan 10.000 lux/m<sup>2</sup> om hetzelfde productieniveau te realiseren. Dit pleit voor het belichten met twee circuits. Het belichten met hogere belichtingsintensiteiten dan 8000 lux/m<sup>2</sup> wordt alleen rendabel geacht voor rood gekleurde cultivars (Van der Knaap, 2002).

### *Energiegebruik*

Een groot gedeelte van het energiegebruik wordt gebruikt voor belichting. Een deel van deze energie kan aangewend worden voor de warmtevoorziening. De rest is warmteoverschot. Door een warmtebuffer en zuivere CO<sub>2</sub> in te zetten kan meer warmte nuttig worden aangewend. Toch gaat een groter buffervolume samen met een hoger energiegebruik. De reden hiervan is dat juist de bedrijven met een hoger energiegebruik beschikken over meer buffervolume. Ondanks het beperkt aandeel in het totale energiegebruik van elektriciteit uit het openbare net, is dit toch een belangrijke oorzaak van verschillen in energiegebruik. Dit wordt vermoedelijk veroorzaakt door dat bedrijven die intensief en veel belichten, relatief meer elektriciteit uit het net betrekken. Vooral de bedrijven met de hogere belichtingsintensiteiten hebben nog een hele weg te gaan om aan de Glami-norm 2010 te voldoen.

### *Energie-efficiëntie*

Een eenduidige conclusie omtrent het verbeteren of verslechteren van de energie-efficiëntie valt niet te geven. De hoogte van de energie-efficiëntie is namelijk afhankelijk van de berekeningsmethode. Wordt de methode gevolgd waarbij uitgegaan wordt van de omzet die wordt gecorrigeerd voor de prijs, dan heeft een hogere lichtintensiteit een betere energie-efficiëntie tot gevolg. Wordt uitgegaan van de productie met verschillende lichtintensiteit - takgewicht verhoudingen, dan lijkt een hogere belichtingsintensiteit in 2000 tot een wat slechtere energie-efficiëntie te hebben geleid. In 2001 was juist het tegenovergestelde het geval (bijlage 7).

### *Belichtingssom*

Het effect van de belichtingssom op het bedrijfsresultaat, wordt vooral bepaald door de belichtingsintensiteit en in mindere mate door de belichtingsduur. Dit onderzoek geeft sterke aanwijzingen dat een hogere belichtingsintensiteit ook meer heeft bijgedragen aan een hoger energiegebruik, dan een toename van het aantal belichtingsuren per jaar.

### *Schermgedrag*

Een verminderd aantal uren schermen bij hogere belichtingsintensiteiten leidt niet tot een veel hoger energiegebruik in vergelijking tot de situatie dat bij hogere belichtingsintensiteit evenveel uren zou worden geschermd dan bij lagere intensiteiten. De reden is dat het aantal extra uren dat de ketel bij moet springen zeer beperkt is.

## **5.2 Calculatie**

### *Energiegebruik in relatie tot Glami-normen*

Zonder energiebesparende maatregelen ligt het gasverbruik van rozenbedrijven met een belichtingsintensiteit tussen 20 en 30 W/m<sup>2</sup> boven de ongeëvalueerde Glami-norm voor 2010 van 16597 GJ/ha.jaar (59,3 m<sup>3</sup> a.e.aardgas). Als meer uren wordt belicht wordt de afstand tot de ongeëvalueerde Glami-norm 2010, afhankelijk van de belichtingsintensiteit, groter. Het verschil met de Glami-norm 2010 loopt parallel aan het optreden van berekende warmteoverschotten bij toenemende belichtingsintensiteit op bedrijven die geen energieclustering toepassen. Hieruit kan worden geconcludeerd dat deze warmte-

overschotten verantwoordelijk zijn voor het verschil met de ongeëvalueerde Glami-norm 2010.

Door toepassing van een warmtebuffer kan het gasverbruik met 5 tot 7 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>.jaar worden verminderd. Daarbij valt op dat een grotere bufferinhoud dan 100 m<sup>3</sup>/ha een niet veel grotere gasbesparing tot gevolg heeft. Probleem bij de toepassing van een warmtebuffer is het nuttig kunnen aanwenden van de warmte die wordt opgeslagen (het legen) in de periode tussen 1 april en 1 oktober.

Met zuivere CO<sub>2</sub> kan 4 tot ruim 9 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>.jaar gas worden bespaard, afhankelijk van de belichtingsintensiteit, het aantal uren dat wordt belicht en het gewenste CO<sub>2</sub>-niveau. Bij een lager of hoger CO<sub>2</sub>-niveau dan waarvan in de berekening vanuit is gegaan (20 m<sup>3</sup> gas per uur), zal het effect op de gasbesparing naar verhouding lager of hoger zijn. Daarnaast is het effect van zuivere CO<sub>2</sub> op het gasverbruik afhankelijk van de toepassing van een warmtebuffer. Bij een warmtebuffer van 100 m<sup>3</sup>.ha kan iets minder extra gas met zuivere CO<sub>2</sub> worden bespaard. Rookgasreiniging van het gas dat de w/k uitstoot en het gebruik van dit gas voor CO<sub>2</sub>-dosering heeft hetzelfde effect op het energiegebruik als zuivere CO<sub>2</sub>. Daarnaast neemt door toepassing van een rookgascondensor het w/k-rendement met 5% toe.

Indien in een deel van de elektriciteitsbehoefte wordt voorzien door elektra uit het openbare elektriciteitsnet, kan daarmee behoorlijk wat aardgas worden bespaard. Aan de andere kant neemt het elektriciteitsgebruik navenant toe, waardoor het effect op het totale energiegebruik, in het licht van de ongeëvalueerde Glami-norm 2010, nihil is. Dit verandert als telers deze elektriciteit uit het net in de vorm van groene stroom zouden kunnen afnemen. Het effect hiervan varieert afhankelijk van de belichtingsintensiteit, toepassing van een warmtebuffer en toepassing van zuivere CO<sub>2</sub> van 5 tot ruim 20 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>.jaar lager gasverbruik (is 1.759 tot 7.034 GJ/ha.jaar) bij 25% elektriciteitsvoorziening via groene stroom. Dit geldt ook voor andere belichtingsstrategieën met meer of minder belichtingsuren dan 4000 per jaar, zij het dat het absolute energiegebruik verschilt.

### *Bedrijfsresultaat*

De kosten van belichten nemen snel toe bij een toenemende investering in een hogere belichtingsintensiteit. Dat geldt zowel voor de energiekosten als de kosten die samengaan met het investeren in belichting. Een warmtebuffer levert bij een belichtingsintensiteit groter dan 30 W/m<sup>2</sup> een positieve kostenbesparing op. Als een warmtebuffer rendabel is, blijkt een bufferinhoud van 100 m<sup>3</sup>/ha het meest optimaal. Het doseren van zuivere CO<sub>2</sub> is bij de gehanteerde uitgangspunten niet rendabel bij een commodityprijs van € 0,11 per m<sup>3</sup> gas. Bij 4 ha is zuiver CO<sub>2</sub> doseren net rendabel. Berekend is dat bij een gemiddelde gift van 36 kg CO<sub>2</sub> per ha.uur tijdens doseeruren, het berekende rendement van een rookgasreiniger bij benadering even hoog is als het rendement van zuivere CO<sub>2</sub>.

Een deel van de voor assimilatiebelichting benodigde elektriciteit uit het openbare elektriciteitsnet betrekken kost meer dan het oplevert, met name als moet worden geïnvesteerd in extra aansluiting.

De productie vertoont een lineair verband met de belichtingsintensiteit. Het effect van meer W/m<sup>2</sup> varieert per cultivar en is ook afhankelijk van andere productiefactoren, zoals CO<sub>2</sub> doseren. Bij de in dit onderzoek gehanteerde uitgangspunten blijkt het nettooverschot zeer sterk af te hangen van de prijs. Deze afhankelijkheid van de prijs neemt toe bij toenemende belichtingsintensiteit. Bij goede prijzen voor rozen springen de hogere be-

lichtingsintensiteiten er relatief beter uit en bij lage rozenprijzen juist slechter. Blijft de productie achter, dan is het effect bij hogere belichtingsintensiteiten sterker en omgekeerd.

Door het hogere gasverbruik bij hogere belichtingsintensiteiten is de afhankelijkheid van de commodity-prijs in het CDS-systeem ook groter bij toenemende belichtingsintensiteit. De invloed van de bedrijfsoppervlakte (schaalgrootte) op de kosten van belichting is relatief gering. Meer uren belichten per jaar is rendabel beneden een bepaald gasprijsniveau en boven een bepaald productprijsniveau.

Resumerend kan gesteld worden dat bij hogere belichtingsintensiteiten de risico's voor slechte resultaten, als gevolgen lagere productprijzen en hogere energieprijzen groter zijn.

### *Slotsom*

In de huidige marktsituatie leidt intensivering van belichting gemiddeld genomen tot betere bedrijfsresultaten. Nadeel van intensivering is, dat de gevolgen van een slechter wordende markt, groter zullen zijn. Daarnaast heeft een hoger energiegebruik bij intensievere assimilatie belichting als gevolg dat er grotere problemen zijn om de ongeëvalueerde Glami-normen voor 2010 te halen. Het verlagen van het energie gebruik door energiebesparende maatregelen is niet toereikend om dan de Glami-norm voor 2010 te voldoen. Extra energiebesparende maatregelen en groene stroom zullen tot hogere kosten leiden. Deze krachten geven aan dat er een spanning bestaat tussen bedrijfsresultaten en de Glami-norm voor 2010. Er zijn geen aanwijzingen gevonden dat er sprake is van een optimum belichtingsintensiteit in relatie tot het netto-overschot voor het onderzochte bereik van belichtingsintensiteiten.

## **5.3 Aanbevelingen**

- Mogelijkheden voor belichtende rozentelers om aan de Glami-normen voor 2010 te voldoen, liggen in het gebruik van groene stroom. Gezien de mogelijkheden die deze vorm van energievoorziening biedt, is het de moeite waard duidelijkheid te verschaffen over de beschikbaarheid van voldoende capaciteit en de gevolgen voor het bedrijfsresultaat en energiegebruik van groene stroom voor belichtende bedrijven. Hierbij dient nadrukkelijk rekening te worden gehouden met toekomstige ontwikkelingen op de energiemarkt en milieuwetgeving.
- Energieclustering biedt, zeker bij hogere belichtingsintensiteiten goede mogelijkheden het teveel aan warmte nuttig aan te wenden. Omgekeerd biedt clustering mogelijkheden de assimilatiebelichting optimaler te gebruiken. Onderzoek naar de knelpunten kan duidelijkheid verschaffen over de vraag waarom de penetratiegraad niet hoger is dan thans het geval is (Van der Knijff et al., 2002).
- In dit onderzoek is (nogmaals) vast gesteld dat de afstand van belichtende rozenbedrijven tot de Glami-energienorm 2010 erg hoog, zo niet onoverbrugbaar is. Onderzoek naar alternatieve normering maakt de gevolgen ervan zichtbaar, waarbij nadrukkelijk rekening moet worden gehouden dat van normen een prikkelende werking op het energiegebruik hoort uit te gaan.
- Hoe telers omgaan met hun warmteoverschot, is van invloed op de effectiviteit van het CO<sub>2</sub> doseren. Het kwijtraken van het teveel aan warmte kost de teler geld door

hogere kosten (warmtevernietiger) of productie (minder effectief CO<sub>2</sub> doseren). Vanwege de aard van de gegevens die aan de basis liggen van dit onderzoek, was het niet mogelijk de gevolgen van de effectiviteit van het CO<sub>2</sub> doseren na te gaan. Het doel waarom luchtramen op zeker tijdstip geopend zijn speelt bij de bepaling van de effectiviteit van CO<sub>2</sub> doseren een belangrijke rol. Meer onderzoek op dit punt is gewenst, niet alleen vanwege de mogelijkheden voor het opvoeren van de productie die dit op kan leveren, maar ook vanwege de energiebesparing die bewustwording op dit punt op kan leveren.



## Literatuur

Alkemade, R., P. van Rijswijk, *Path analysis of the influence of substrate composition on nematode numbers and decomposition of stranded seaweed at an antartic coast*, Netherlands Journal of sea research 31 (1):63-70 (1993).

Benninga, J., D. Duys. *Belichten niet bepalend voor bedrijfsresultaat*, Vakblad voor de bloemisterij 1996, nr. 10, pg 28 - 29.

Benninga, J., *Oorzaken van veilingprijverschillen bij roos*, Proefstation voor Bloemisterij en glasgroente, Rapport 141, Aalsmeer 1998.

Benniga, J., N. v.d. Velden, J. Nienhuis, *Anticipatiemogelijkheden glastuinbouw, liberalisering aardgasmarkt*; tussenrapportage belichte roos, LEI-intern rapport, Den Haag, 2002.

Breen, R., *Path analysis: an example*, Journal of Agricultural Economics, Dublin 1983.

Eriks, A. *Het bedrijfsvergelijkend onderzoek, haar mogelijkheden en moeilijkheden*. Discussienota Landbouw Economisch Instituut, Den Haag 1964.

Glami. *Handboek milieumaatregelen glastuinbouw*. Utrecht, 2002.

Guelzow, M.G., Bird, E.H. Koball, *An exploratory Path Analysis of the stress process for dual-career Men en Women*, Journal of Marriage and Family 53 (February(1991)): 151 - 164.

Hoog, J. de, N.M. van Mourik, A.A. Rijdsijk, M.G. Warmenhoven en J. Meijvogel. *CO2 bij roos*, PBG-rapport 239, Aalsmeer 2000.

Hoog, J. de en anderen, *Teeltbrochure roos pg 154 tot en met 158*, PBG, Aalsmeer 1998.

Jagers op Akkerhuis, F. *Wanneer is zwaarder belichten rendabel?*, Vakblad voor de Bloemisterij 18 (2003) pg. 40 en 41.

Knaap, E. v.d. , *Productieplafond Red Berlin mogelijk nog niet bereikt*, Vakblad voor de bloemisterij 34 (2002) pg. 42 - 43.

Knijff, A. v.d., *Energie in de glastuinbouw van Nederland; Ontwikkelingen in de sector en op de bedrijven t/m 2001*, LEI-rapport 64344, Den Haag 2002.

Knijff, A. v.d., H.F. de Zwart, N.J.A. van der Velden en R. Bakker, *Energieclustering in de glastuinbouw; Een verkenning*, LEI-rapport 3.01.04, Den Haag 2001.

Li, C.C., *Path Analysis - a primer*, The Boxwood Press, Pacific Grove, California 1975.

LTB adviseurs en accountants. *Bedrijfsvergelijkend Overzicht Glastuinbouw 2000 en 2001*, Naaldwijk 2002.

Marissen, N., J. Benninga, Bedrijfsvergelijkend onderzoek roos 2001; Verklaringverschillen in houdbaarheid, knopopening en productie bij 40 bedrijven bij vier cultivars, PPO-project 42 5048, Aalsmeer 2002.

Mol, J. Factoranalysis in research, State University Groningen, Groningen 1976.

Oude Voshaar, J.H., Statistiek voor onderzoekers, Wageningen 1994.

Qualm, J.L., Normen voor nieuwwaarde en afschrijving van slijtende duurzame productiemiddelen in de tuinbouw; Prijspeil 1998 en 1999, LEI Den Haag 2000.

Ravensbergen, P., J. Benninga, C.J.M. Vernooy. Op zoek naar de grens; Een analyse nvan het gasverbruik per uur op vruchtgroente- en rozenbedrijven gemeten in koude periode, LEI-rapport 2.02.14, Den Haag 2002.

M.N.A. Ruys, Reijnders, C.E., Nienhuis, J.K., Effecten assimilatiebelichting vruchtgroenten op energiegebruik, energie-efficiëntie en CO<sub>2</sub>-emissie, Intern Lei-rapport 64555, Den Haag 2003.

Rijsewijk. V. van, Roos kan 's winters scoren met veel licht, Vakblad voor de Bloemisterij 2 (2002), pg 44 - 45.

Rijssel, E. van, J. Vogelesang, G. van Leeuwen, A. van der Wiel. Optimaal belichten; *Effecten van assimilatiebelichting op opbrengsten en kosten bij roos*, PBG-rapport 8, Aalsmeer 1995.

Schouten, J., Hoge gasprijs drukt bedrijfsresultaat roos, Vakblad voor de Bloemisterij 39 (2001) pg. 50 - 51.

Schouten, J., *Resultaat roos zakt tot historisch dieptepunt*, Vakblad voor de Bloemisterij 40 (2002) pg. 50 - 51.

Snedecor, G.W., W.G. Cochran, Statistical methods, Iowa 1980.

Stokman Rozen BV. Productiegemiddelden per cultivar, Aalsmeer 2002.

VBN. Statistiekboek 2001, Leiden 2002.



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

Verhoeven, A.T.M., F.L.K. Kemkes, N.J.A. van der Velden, Warmte/kracht-installaties in de glastuinbouw, Gebruiksrendementen en dekkingsgraden, LEI-rapport 4.137, Den Haag 1995.

Woerden, S.C. van, J.P. Bakker, Kwantitatieve Informatie voor de Glastuinbouw 2000 - 2001, Naaldwijk 2002.

Zachariasse, L.C., Boer en bedrijfsresultaat; Analyse van de uiteenlopende rentabiliteit van vergelijkbare akkerbouwbedrijven in de Noord-Oost-Polder, Afdeling voor agrarische bedrijfsconomie aan de Landbouwhogeschool, Wageningen 1974.



## Bijlage 1 Diverse investeringen en bijkomende kosten

### Investerings w/k

Lampvermogen (W/m <sup>2</sup> )	w/k-vermogen (KW/ha)	w/k	Lampen	Armaturen	Bekabeling	Totaal	Kosten
20	215	12.3000	6.800	100.000	25.000	254.800	38.469
30	322	16.8000	10.000	150.000	37.500	365.500	57.208
40	430	22.1000	13.700	200.000	50.000	484.700	75.947
50	538	27.2000	17.000	250.000	62.500	601.500	94.685
60	645	32.6000	25.000	270.000	75.000	696.000	109.689
70	753	37.6000	29.000	310.000	87.500	802.500	124.245
80	860	43.0000	33.000	350.000	100.000	913.000	137.600

### Berekende kosten w/k (€/m<sup>2</sup>.jaar); bedrijfsgrootte 1 ha

Lampvermogen	w/k-wermogen (KW)	Investeringskosten w/k (afschr. + rente)	Onderhoud (€/m <sup>2</sup> .jaar)	Totaal (€/m <sup>2</sup> .jaar)
20 W/m <sup>2</sup>	215	4,00	1,00	5,00
30 W/m <sup>2</sup>	322	5,90	1,50	7,40
40 W/m <sup>2</sup>	430	7,90	2,00	9,90
50 W/m <sup>2</sup>	538	10,00	2,40	12,40
60 W/m <sup>2</sup>	645	11,50	2,65	14,15
70 W/m <sup>2</sup>	753	12,40	2,90	15,30
80 W/m <sup>2</sup>	860	13,80	3,00	16,80

### Investering en kosten van warmtebuffer bij verschillende bedrijfsoppervlakten

Buffercap./ha	Investing (€ /ha)			Kosten (€ /m <sup>2</sup> )		
	1 ha	2 ha	4 ha	1 ha	2 ha	4 ha
100	48.000	41.000	39.000	0,48	0,42	0,40
150	62.000	55.000	55.000	0,63	0,56	0,55
200	83.000	79.000	76.000	0,84	0,80	0,77

*Investeringsbedragen (€/ha) en daaruit voortvloeiende kosten (€/m<sup>2</sup>.jaar) van een aansluiting op het openbare net, afhankelijk van het vermogen (kW<sub>e</sub>)*

Net-vermogen	54	80	108	135	161	188	215
Investering	31.000	36.000	41.000	45.000	49.000	54.000	58.000
Kosten	0,40	0,47	0,53	0,59	0,64	0,70	0,75

## Bijlage 2 Opbrengstscenario's; productie lineair afhankelijk van belichtingsintensiteit

Opbrengst roos (W/m <sup>2</sup> )	Stuks	Prijs	basis omzet
0	90	0,32	28,8
20	161	0,325	52,325
30	175	0,33	57,75
40	190	0,335	63,65
50	205	0,34	69,7
60	220	0,345	75,9
70	235	0,35	82,25
80	250	0,355	88,75

### 20% hogere prijs (W/m<sup>2</sup>)

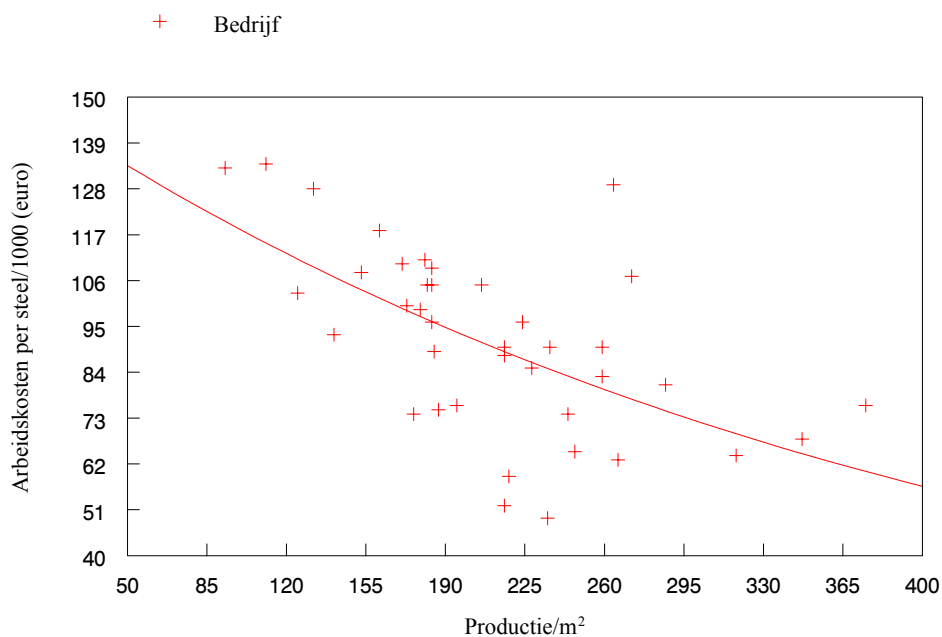
0	90	0,384	34,56
20	161	0,39	62,79
30	175	0,396	69,3
40	190	0,402	76,38
50	205	0,408	83,64
60	220	0,414	91,08
70	235	0,42	98,7
80	250	0,426	106,5

### 20% lagere prijs (W/m<sup>2</sup>)

0	90	0,256	23,04
20	161	0,26	41,86
30	175	0,264	46,2
40	190	0,268	50,92
50	205	0,272	55,76
60	220	0,276	60,72
70	235	0,28	65,8
80	250	0,284	71

## Bijlage 3 Arbeidskosten per roos (steel) (bron: LTB 2002)

### Arbeid en productie-intensiteit



Vergelijking:  $\text{arb kost} = 66,9 + 196,9 \cdot \exp.(-\text{productie}/96,1)$   $R^2_{\text{adj}} = 38\%$

## Bijlage 4 Referentieproducties per cultivar (stuks.m<sup>2</sup>/jaar) gezet naast de normproducties van vermeerderaar Stokman

Ras	Referentieproductie via omzet	Normproductie Stokman
Afrika	300	
Alexis	161	170
Ambiance	188	
Aqua	216	190
Aroma	120	
Avelanche	170	180
Ballet	256	230
Bianca	181	
Birdy	256	
Black Beauty	402	350
Dakar	331	
Delphi	216	
Escimo	360	
First Red	190	150
Frisco	469	
Gold strike	256	190
Gran Prix	150	140
Ilios	150	190
Indian femma	300	230
Jazz	400	
Kiss	350	
Leandra	192	190
Lenny	170	140
Marisol	234	
Marouska	208	180
Mercedes	350	
Milva	150	155
Mystique	176	170
Naranja	148	140
Orange fame	225	
Passion	156	
Phrophita	300	
Pocus	225	
Poison	170	
Queensday	234	180
Ravel	190	
Red Berlin	170	150
Red champ	313	290
Renate	256	

## Bijlage 4 vervolg

Ras	Referentieproductie via omzet	Normproductie Stokman
Rosa duet	256	
Sacha	402	350
Seven	225	180
Sphinx	208	
Splendit Renate	234	
Star trixx	300	250
Sunbeam	281	265
Surprice	469	
Taxi	201	
Tommy	216	
Toscanini	130	
Trix	313	250
Valerie	281	
Vendela	188	190
Verdi	152	



## Bijlage 5 Beschrijving van de variabelen

### *Netto-overschot (€/m<sup>2</sup>.jaar)*

Dit is zijn de totale opbrengsten per boekjaar, inclusief nevenopbrengsten, minus de totale kosten.

### *Totale opbrengsten (€/m<sup>2</sup>.jaar)*

Dit is de totale omzet inclusief neveninkomsten.

### *Totale kosten (€/m<sup>2</sup>.jaar)*

Dit is het totaal van de kosten van energie, arbeid, afschrijvingen, rente en overig.

### *Relatieve productie (%)*

Dit is de relatieve productie die een bedrijf heeft gerealiseerd met de cultivars die zijn geteeld. Geen enkel bedrijf teelt dezelfde cultivars, toch is een maat voor de productie nodig om de relatie tussen assimilatie belichting en productie te kunnen bepalen. Daartoe is voor ieder cultivar dat een bedrijf teelt de relatieve productie bepaald door de productie per cultivar te delen door een normproductie per cultivar. Vervolgens wordt een gewogen gemiddelde bepaald naar oppervlakte die ieder cultivar inneemt. De normproductie per cultivar is bepaald door de gemiddelde omzet van alle bedrijven in 2001 te delen door de gemiddelde prijs per cultivar in 2001 (VBN).

### *Relatieve prijs (%)*

De relatieve prijs geeft aan in hoeverre een bedrijf een meer of minder gemiddelde prijs heeft gerealiseerd voor de cultivars die zijn geteeld. Per cultivar is de relatieve prijs bepaald door de prijzen te relateren aan de gemiddelde prijs in het betreffende boekjaar. Daarna is een gewogen gemiddelde naar oppervlakte is bepaald.

### *Belichtingsintensiteit (lux/m<sup>2</sup>)*

Dit is het gemiddelde lampvermogen per bedrijf.

### *Belichtingsduur (uren)*

Het aantal uren dat is belicht is geschat via het gasverbruik van de w/k-installatie. Voor een enkel bedrijf zonder eigen W/K is dit gedaan aan de hand van de KWh en de elektriciteitskosten van afgenomen stroom uit het openbare net. Er is vanuit gegaan dat de uren waarin de W/K's gas verbruiken, belichtingsuren zijn en dat het totale w/k-rendement 85% en het elektrisch rendement 36% is. Op deze wijze is per bedrijf via het w/k-vermogen bepaald hoeveel gas per periode 20 uur per etmaal belichten zou kosten. Dit is gerelateerd aan het gasverbruik per periode of per kwartaal. De belichtingsduur is per jaar en voor het winterhalfjaar apart bepaald.

*Belichtingssom (KWh)*

Dit is het lampvermogen per m<sup>2</sup> maal de belichtingsduur.

*Productiviteit (stuks\*1.000/VAK)*

Het aantal geproduceerde rozen per vakbekwame arbeidskracht is een maat voor de productiviteit. Het aantal vakbekwame arbeidskrachten (VAK) in de LTB-boekhouding bepaald door de arbeidskosten te delen door een normbedrag per VAK.

*Moderniteit*

Dit is het geïnvesteerde vermogen in procenten van de vervangingswaarde

*Leeftijd kassen (jaren)*

Uitgegaan is van de indeling zoals de LTB die heeft gemaakt, waarbij per kas/afdeling de gemiddelde waarde per leeftijdsklasse is aangehouden. Er is een gewogen gemiddelde bepaald naar rato van oppervlakte.

*Totale energiegebruik (GJ)*

Het energiegebruik is bepaald door het gas- en het elektriciteitsverbruik om te rekenen naar GJ, volgens de wijze die bij de bepaling van de Glami-normen is gehanteerd (op bovenwaarde).

1 m<sup>3</sup> gas is 0,03517 GJ

1 KWh is 0,009 GJ

## Bijlage 6 Diverse regressievergelijkingen

Jaar 2000

NO =	-14,7 + 0,09*belsom	$R^2_{adj}=16\%$	$F_{waarde} = 10,8$
t <sub>waarde</sub>	-3,1                  3,3		
NO =	-17,9 + 0,0036*belint	$R^2_{adj}=19\%$	$F_{waarde} = 12,8$
t <sub>waarde</sub>	-3,4                  3,6		
Opbr =	29,2 + 0,19*belsom	$R^2_{adj}=45\%$	$F_{waarde} = 42,7$
t <sub>waarde</sub>	5,6                  6,5		
Opbr =	23,5 + 0,0076*belint	$R^2_{adj}=49\%$	$F_{waarde} = 50,7$
t <sub>waarde</sub>	4,2                  7,1		
Opbr =	3,7 + 0,64*relprod	$R^2_{adj}=69\%$	$F_{waarde} = 114,2$
t <sub>waarde</sub>	0,7                  10,7		
totkost =	26,3 + 0,12*energ	$R^2_{adj}=52\%$	$F_{waarde} = 57,3$
t <sub>waarde</sub>	5,5                  7,6		
energ =	181,3 + 0,68*belsom	$R^2_{adj}=54\%$	$F_{waarde} = 60,5$
t <sub>waarde</sub>	11,6                  7,8		
energbel =	154,9 + 0,69*belsom	$R^2_{adj}=70\%$	$F_{waarde} = 117,5$
t <sub>waarde</sub>	11,3                  10,8		
energbel =	157,0 + 0,027*belint	$R^2_{adj}=62\%$	$F_{waarde} = 85,7$
t <sub>waarde</sub>	10,0                  9,3		

NO	Netto-overschot	(€/m <sup>2</sup> .jaar)	Opbr	Opbrengst (€/m <sup>2</sup> .jaar)
Relprod	relatieve productie	(%)	belsom	belichtingsom (W/m <sup>2</sup> )*uren)
Belint	belichtingsintensiteit	(Lux/m <sup>2</sup> )	totkost	totale kosten (€/m <sup>2</sup> .jaar)
Energ	totale energiegebruik	(GJ/m <sup>2</sup> .jaar*1.000)	energbel	energiegebruik voor belichting (m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> .jaar)

Jaar 2001

NO =	-11,2 + 0,06*belsom	$R^2_{adj}=13\%$	$F_{waarde} = 9,0$
t <sub>waarde</sub>	-2,9                      3,0		
NO =	-14,2 + 0,0026*belint	$R^2_{adj}=13\%$	$F_{waarde} = 8,6$
t <sub>waarde</sub>	-2,9                      2,9		
Opbr =	43,7 + 0,11*belsom	$R^2_{adj}=23\%$	$F_{waarde} = 16,2$
t <sub>waarde</sub>	8,1                        4,0		
Opbr =	33,0 + 0,0058*belint	$R^2_{adj}=32\%$	$F_{waarde} = 25,7$
t <sub>waarde</sub>	5,2                        5,1		
Opbr =	9,8 + 0,51*relprod	$R^2_{adj}=73\%$	$F_{waarde} = 144,4$
t <sub>waarde</sub>	2,1                        12,0		
relprod =	74,0 + 0,18*belsom	$R^2_{adj}=20\%$	$F_{waarde} = 13,6$
t <sub>waarde</sub>	7,9                        3,7		
relprod =	61,4 + 0,0084*belint	$R^2_{adj}=23\%$	$F_{waarde} = 16,4$
t <sub>waarde</sub>	5,4                        4,1		
totkost =	33,8+ 0,11*energ	$R^2_{adj}=37\%$	$F_{waarde} = 31,8$
t <sub>waarde</sub>	6,0                        5,6		
energ =	211,6 + 0,42*belsom	$R^2_{adj}=26\%$	$F_{waarde} = 19,0$
t <sub>waarde</sub>	11,3                        4,4		
energbel =	110,1 + 0,52*belsom	$R^2_{adj}=39,5\%$	$F_{waarde} = 34,9$
t <sub>waarde</sub>	6,5                        5,9		
energbel =	177,8 + 0,021*belint	$R^2_{adj}=32\%$	$F_{waarde} = 26,0$
t <sub>waarde</sub>	7,9                        5,1		
NO	Netto-overschot (€/m <sup>2</sup> .jaar)	Opbr	Opbrengst (€/m <sup>2</sup> .jaar )
Relprod	relatieve productie (%)	belsom	belichtingsom ((W/m <sup>2</sup> )*uren)
Belint	belichtingsintensiteit (Lux/m <sup>2</sup> )	totkost	totale kosten (€/m <sup>2</sup> .jaar)
Energ	totale energiegebruik (GJ/m <sup>2</sup> jaar*1000)	energbel	energiegebruik voor belichting (m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> .jaar)

## Bijlage 7 De illustraties (factoranalyse) van het boekjaar 2001

*Groepsindeling en bindingspercentages voor het aspect dat bepaald wordt door assimilatiebelichting voor het boekjaar 2001 (€/m<sup>2</sup>.jaar)*

	1	2	3	4	5	
Aantal bedrijven per groep	12	16	18	5	2	Bindings. Perc.
Variabele:						
Netto-overschot (€/m <sup>2</sup> .jaar)	10,66	-2,48	-4,36	-4,99	-7,74	19
Opbrengst (€/m <sup>2</sup> .jaar)	79,38	66,76	57,84	48,94	28,00	40
Totale kosten (€/m <sup>2</sup> .jaar)	69,62	69,96	62,53	54,04	36,00	
Relatieve productie (%)	131	110	99	84	52	29
Relatieve prijs (%)	114	111	106	108	106	1
Energiegebruik totaal (GJ/ha)	34.000	28.800	27.000	25.800	14.500	39
Arbeidskosten (€/m <sup>2</sup> .jaar)	18,29	21,78	18,02	17,91	13,85	4
Afschrijvingen (€/m <sup>2</sup> .jaar)	12,72	13,66	12,01	7,87	5,22	27
Inhoud warmtebuffer (m <sup>3</sup> /ha)	110	87	70	55	0	13
Belichtingssom (kWh/m <sup>2</sup> )	280	173	150	90	-	90
Belichtingsintensiteit (lux/m <sup>2</sup> )	7804	5382	4511	3020	-	88
Belichtingsintensiteit (W/m <sup>2</sup> )	64	44	37	25	-	
Belichtingsuren	4375	3932	4054	3600	-	

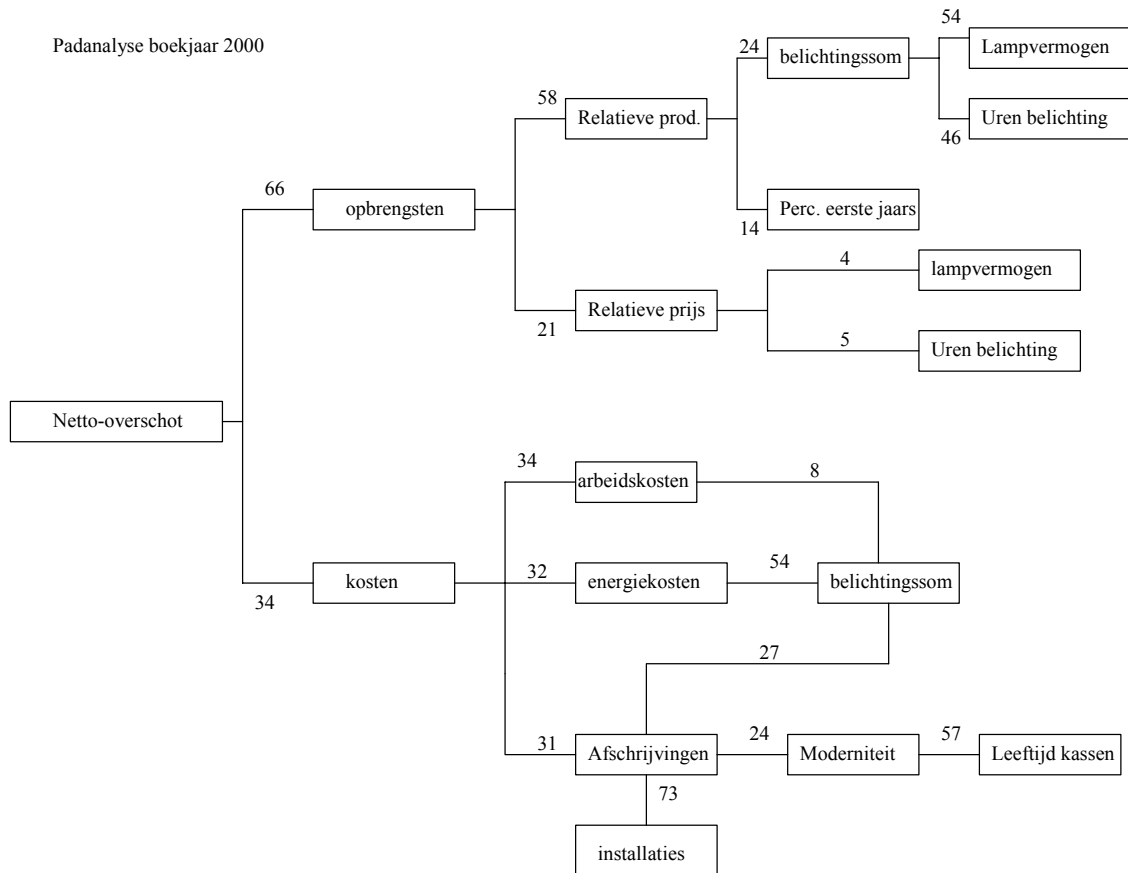
*Verskil in energiegebruik per groep ten opzichte van de Glami-normen voor 2001 en 2010*

	Groep 1	Groep 2	Groep 3	Groep 4	Groep 5
Belichtingsintensiteit (lux/m <sup>2</sup> )	7.804	5.382	4.511	3.020	-
Verskil met norm 2000 (GJ/ha) (=19403+5767 GJ/ha)	8.830	3.630	1.830	630	-4.903
Verskil met norm 2000 (m <sup>3</sup> gas/m <sup>2</sup> )	25	10	5	-	-14
Verskil met norm 2010 (GJ/ha) (=16597+4223 GJ/ha)	13.180	7.980	6.180	4.980	-2.097
Verskil met norm 2010 (m <sup>3</sup> gas/m <sup>2</sup> )	37	22	18	14	-6

	1	2	3	4	5
Aantal bedrijven per groep	12	16	18	5	2
Variabele:					
Opbrengst (€/m <sup>2</sup> .jaar)	79,38	66,76	57,84	48,94	28,00
Relatieve productie (%)	131	110	99	84	52
Relatieve prijs (%)	114	111	106	108	106
Energiegebruik (m <sup>3</sup> a.e./m <sup>2</sup> .jaar)	97	82	77	73	41
Belichtingsintensiteit (W/m <sup>2</sup> )	64	44	37	25	-
Energie-efficiëntie (m <sup>3</sup> /€ productie	1,27	1,21	1,29	1,47	1,42
Energie-efficiëntie bij 1% ver- hoging takgewicht per 1.000 lux	0,36	0,37	0,39	0,44	0,41
Energie-efficiëntie bij 2% ver- hoging takgewicht per 1.000 lux	0,34	0,35	0,38	0,43	0,41

# Bijlage 8 Analyses voor het boekjaar 2000

Padanalyse boekjaar 2000



Stroomschema energie 2000

