



# Energiebesparing bij belichte rozen middels verlaging van de teelttemperatuur

Rapport van fase 1 van het project 'Verlagen van de teelttemperatuur bij gebruik van temperatuurintegratie'

H.F. de Zwart & J.A. Dieleman







# Energiebesparing bij belichte rozen middels verlaging van de teelttemperatuur

Rapport van fase 1 van het project 'Verlagen van de teelttemperatuur bij gebruik van temperatuurintegratie'

H.F. de Zwart<sup>1</sup> & J.A. Dieleman<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Agrotechnology & Food Innovations

<sup>2</sup> Plant Research International

© 2003 Wageningen, Plant Research International B.V.

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen of enige andere manier zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van Plant Research International B.V.

## **Plant Research International B.V.**

Adres : Droevendaalsesteeg 1, Wageningen  
: Postbus 16, 6700 AA Wageningen  
Tel. : 0317 - 47 70 00  
Fax : 0317 - 41 80 94  
E-mail : [postkamer.pri@wur.nl](mailto:postkamer.pri@wur.nl)  
Internet : <http://www.wur.nl>

# Inhoudsopgave

	pagina
Samenvatting	1
Inleiding	2
1. Beschrijving van een standaard belichte rozenteelt	3
2. Resultaten	5
3. Conclusies	9



## Samenvatting

Temperatuurintegratie biedt grote mogelijkheden om energiebesparing te realiseren in de glastuinbouw. Uit een in 2002 bij Plant Research International uitgevoerd onderzoek naar de toepassing van temperatuurintegratie bij rozen blijkt dat naarmate de bandbreedte van temperatuurintegratie groter is bloemen eerder in een oogstbaar stadium zijn, maar dat de stengellengte korter blijft. Deze effecten van temperatuurwisselingen lijken sterk op het effect van het verhogen van de gemiddelde teelttemperatuur. In dit project 'Verlagen van de teelttemperatuur bij gebruik van temperatuurintegratie' wordt onderzocht of het in de rozenteelt mogelijk is de gemiddelde teelttemperatuur lager in te stellen bij de toepassing van temperatuurintegratie; een dubbele energiebesparing

In fase 1 van dit onderzoek is berekend of in een belichte rozenteelt energiebesparing mogelijk is door het verlagen van de stooktemperatuur met 1, 2 of 3 °C. Bij deze berekeningen is uitgegaan van rozenbedrijven die belichten van 1 september tot 1 april bij een lichtintensiteit onder de 200 W/m<sup>2</sup>. Er zijn 4 scenario's doorgerekend, te weten geïnstalleerde lichtniveaus van 6.000 of 10.000 lux en een warmte/kracht koppeling (WKK) of ingekochte elektriciteit. Uit de resultaten blijkt dat het verlagen van de teelttemperatuur in de maanden waarin belicht wordt veel minder effect heeft op het energieverbruik dan in de periode waarin de belichting niet gebruikt wordt. Het energiebesparingseffect neemt af met de belichtingsintensiteit. Het verlagen van de teelttemperatuur resulteert in een standaard rozenteelt waarin met 6.000 lux wordt belicht in een energiebesparing van ongeveer 1.4 m<sup>3</sup>/(m<sup>2</sup> jaar) per graad verlaging van de stooktemperatuur. Bij belichting met 10.000 lux daalt het energiebesparingspotentieel naar 1.2 m<sup>3</sup>/(m<sup>2</sup> jaar). Wanneer de elektriciteit voor de belichting niet uit een eigen WKK wordt betrokken neemt de energiebesparing toe naar 2.2 m<sup>3</sup>/(m<sup>2</sup> jaar) bij 6.000 lux respectievelijk 1.9 m<sup>3</sup>/(m<sup>2</sup> jaar) bij 10.000 lux geïnstalleerd vermogen.

Uit fase 1 van dit project blijkt dat in de belichte rozenteelt een geringe energiebesparing mogelijk is door het verlagen van de stooktemperatuur. Deze energiebesparing wordt voornamelijk gerealiseerd in de periode waarin niet belicht wordt.

## Inleiding

De rozenteelt behoort tot de meest energie-intensieve teelten in de Nederlandse glastuinbouw. De belangrijkste oorzaak hiervan is het intensieve gebruik van belichting. Gezien echter het grote bedrijfs-economisch belang van belichting wordt op een aantal plaatsen onderzoek gedaan naar de mogelijkheid energie te besparen zonder de belichting te hoeven verwijderen. Het gebruik van temperatuurintegratie zou hiervoor een mogelijkheid kunnen zijn. Op grond van experimenten die in 2002 door Plant Research International zijn uitgevoerd blijkt dat het gebruik van temperatuurintegratie zelfs als extra voordeel heeft dat er bij lagere gemiddelde temperatuur geteeld zou kunnen worden. Het is echter de vraag of een lagere teelttemperatuur ook tot een substantiële energiebesparing leidt. Immers, de teelt van rozen onder hoge assimilatiebelichtingsniveau's en met behulp van eigen WK-installaties gaat gepaard met forse warmte-overschotten. Het moge duidelijk zijn dat, zolang deze warmteoverschotten niet in andere kassen een nuttige bestemming vinden (clustering), het verlagen van teelttemperaturen vooral leidt tot grotere warmte-overschotten en vermindering van de CO<sub>2</sub>-beschikbaarheid.

In deze korte scan wordt het effect van verlaging van de gemiddelde teelttemperatuur op het gasverbruik in de belichte rozenteelt in kaart gebracht. De berekeningsresultaten zijn verkregen door middel van het simulatiemodel KASPRO. In hoofdstuk 1 wordt een beknopte beschrijving gegeven van de uitgangspunten die bij de berekening zijn gehanteerd. In hoofdstuk 2 worden de resultaten van de berekeningen getoond en in hoofdstuk 3 worden de conclusies samengevat.



# 1. Beschrijving van een standaard belichte rozenteelt

De Nederlandse rozenteelt vindt meestal plaats in moderne venlo-kassen met gebruikmaking van assimilatiebelichting. Op vrijwel alle bedrijven wordt daarbij warmte/kracht koppeling gebruikt. In het verleden waren deze installaties vaak netgekoppeld, wat wil zeggen dat de elektriciteit zowel voor eigen gebruik, als voor het openbare net kon worden geproduceerd. Door de liberalisatie van het elektriciteitsnet is de gemiddelde waarde van terug te leveren elektriciteit echter te laag geworden om de netkoppeling in stand te houden en gebruiken nieuwe bedrijven de WK alleen in eilandbedrijf. Hierdoor is het aantal draaiuren van de WK gelijk aan het aantal belichtingsuren en is het elektrisch vermogen gelijk aan het geïnstalleerd belichtingsvermogen.

In het algemeen wordt de belichting gebruikt in de periode van 1 september tot 1 april, waarbij de lampen worden ingeschakeld als de lichtintensiteit onder de  $200 \text{ W/m}^2$  zakt. Van 20:00 tot 24:00 zijn de lampen altijd uitgeschakeld. Op jaarbasis leidt deze strategie tot ongeveer 3700 belichtingsuren.

Rozen worden jaarrond geteeld, waarbij de stooktemperatuur in de koude periode van het jaar op  $18 \text{ }^\circ\text{C}$  wordt ingesteld. Tijdens de 4 nachturen waarop de belichting uit is wordt het temperatuursetpoint echter verlaagd naar  $16 \text{ }^\circ\text{C}$ . In de periode van april tot september (de warmere periode van het jaar) wordt een nachttemperatuur van  $19 \text{ }^\circ\text{C}$  en een dagtemperatuur van  $21 \text{ }^\circ\text{C}$  aangehouden. In de simulaties die in het kader van dit project worden uitgevoerd wordt een verlaging van 1, 2 of  $3 \text{ }^\circ\text{C}$  ten opzichte van deze stooklijn toegepast.

De ventilatielijn ligt het grootste deel van de dag 1 graad boven de stooklijn. In de vooravond, welke gedefinieerd is als de periode tussen 16:00 en 20:00 uur wordt echter wat minder geventileerd en ligt de ventilatielijn  $2.5 \text{ }^\circ\text{C}$  boven de stooklijn.

Om luchtbeweging in het gewas te realiseren en enige ventilatie te forceren wordt gebruik gemaakt van een minimumbuis temperatuur. Een gangbare set van instellingen hiervoor is  $40 \text{ }^\circ\text{C}$  's nachts en  $45 \text{ }^\circ\text{C}$  overdag. Overdag wordt de minimumbuis echter afgebouwd op licht in een stralingstraject van 200 tot  $400 \text{ W/m}^2$ . De warmte van de minimumbuis wordt afgegeven middels het ondernet, wat bestaat uit vier 51 mm buizen per kap van 4 meter breed.

In de berekeningen is uitgegaan van het gebruik van een energiescherm dat gesloten wordt wanneer de buitenluchttemperatuur 's nachts onder de  $8 \text{ }^\circ\text{C}$  zakt. Indien de kaslucht ten gevolge van de belichting te hoog oploopt wordt er een kier in het scherm getrokken. Ook een overschrijding van het luchtvochtigheids criterium ( $85\% \text{ RV}$ ) leidt tot een kierstand.

De  $\text{CO}_2$ -dosering vindt plaats uit de ketel of uit de rookgassen van de WK-installatie. Hiertoe is de WK-installatie uitgerust met een rookgasreiniger. De maximale doseersnelheid is  $142 \text{ kg CO}_2/(\text{ha uur})$  (overeenkomend met een  $\text{CO}_2$ -branderstand van  $80 \text{ m}^3/(\text{ha uur})$ ). Korte termijn warmte-overschotten uit  $\text{CO}_2$ -dosering of WKK gebruik kunnen worden opgeslagen in een buffertank van  $80 \text{ m}^3/\text{ha}$ . Indien de ketel wordt gebruikt voor  $\text{CO}_2$  dosering dan wordt de branderstand getemperd wanneer de buffer te snel in temperatuur oploopt. Er vindt dus geen warmtevernietiging voor  $\text{CO}_2$ -dosering plaats.

Bij warmte-overschotten uit de WKK, die in- en uitgeschakeld wordt op grond van de belichtingsstrategie, wordt het overschot vernietigd. Hierdoor zal warmere perioden het verlagen van de stooktemperatuur geen invloed hebben het energieverbruik, maar alleen op het warmteoverschot. De WK-installatie die in de berekeningen wordt gebruikt heeft een elektrisch rendement van  $36\%$  en een thermisch rendement van  $55\%$  (beide op onderwaarde en gebaseerd op de prestaties van een Jenbacher

JMS 156 WK-installatie). De resterende 9% en de latente warmte in de rookgassen worden voor een deel in de condensor alsnog omgezet in warmte.

In de berekeningen is uitgegaan van twee belichtingsniveaus, namelijk een huidig gemiddelde van 6000 lux (55 W/m<sup>2</sup> geïnstalleerd elektrisch vermogen) en een hoog niveau van 10.000 lux (92 W/m<sup>2</sup>). Dit laatste niveau is erg hoog en dient vooral ter illustratie van de consequenties van de tendens tot het gebruik van steeds hogere intensiteiten.

Met name bij de hoge belichtingsintensiteit zal er sprake zijn van een zeer groot warmte-overschot. De gasmotor alleen al gebruikt in dat geval  $92 \text{ (W)} / 0.36 \text{ (rendement)} * 3600 \text{ (sec)} * 3700 \text{ (belichtingsuren)} / 31.65e6 \text{ (verbrandingswaarde aardgas)} = 107 \text{ m}^3 \text{ aardgas per jaar}$ . Hiervan komt ongeveer 50 m<sup>3</sup> aardgas equivalenten in de vorm van afvalwarmte vrij. Door de grote hoeveelheid energie die tijdens de belichting in de vorm van elektrisch vermogen aan de kas wordt afgegeven heeft de kas in de koude periode van het jaar nog geen 20 m<sup>3</sup> a.e. aan warmte nodig. Van de warmteproductie van de WK installatie zal dus zo'n 30 m<sup>3</sup> a.e. als overschot moeten worden aangemerkt, waardoor verlaging van de stooktemperatuur in de belichte periode geen energiebesparing zal opleveren.

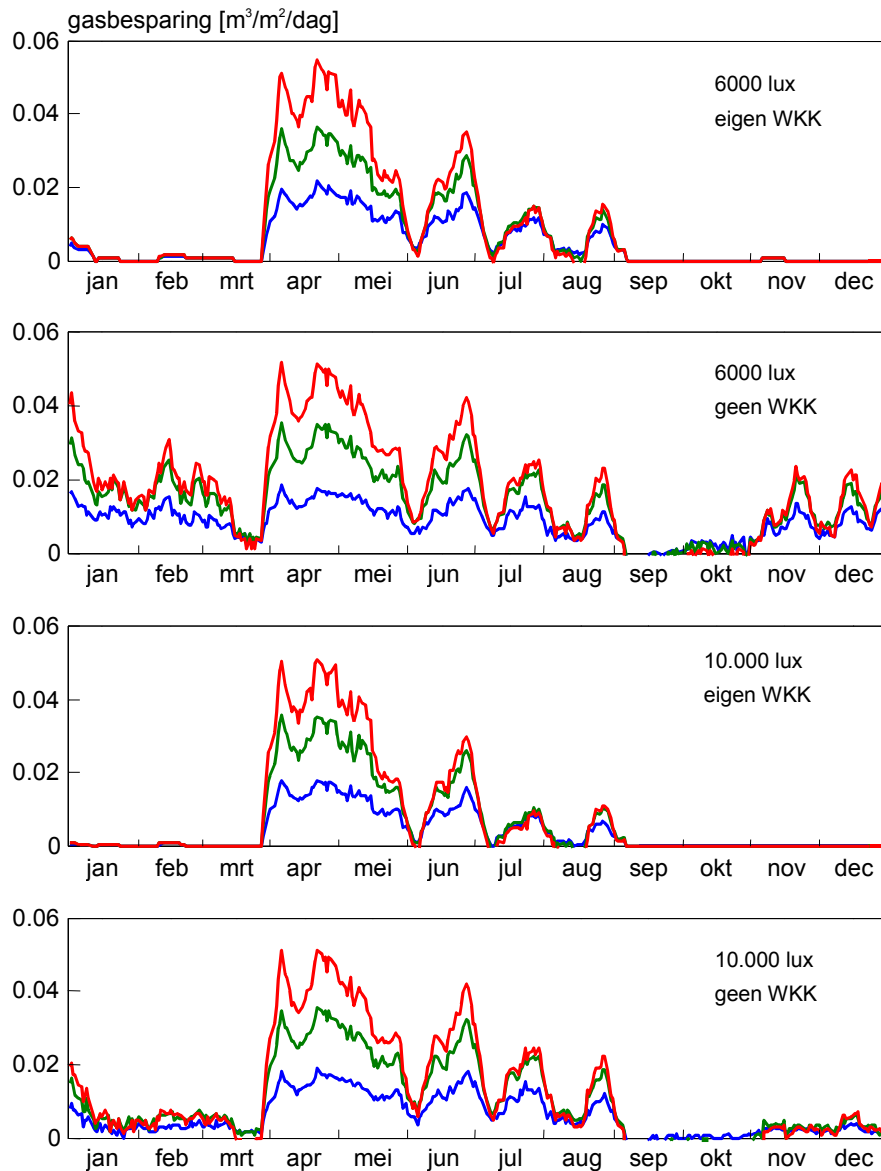
Teneinde het effect van de WKK te scheiden van het effect van de belichtingsintensiteit worden de berekeningen ten behoeve van het energiebesparingsperspectief ook uitgevoerd voor de situatie waarin de elektriciteit elders wordt opgewekt, bijvoorbeeld in een tuinbouwcluster.

In totaal worden er dus 4 cases doorgerekend, te weten:

	6000 lux	10.000 lux
WK in eilandbedrijf	effect verlaging stooktemperatuur	effect verlaging stooktemperatuur
Ingekochte elektriciteit	effect verlaging stooktemperatuur	effect verlaging stooktemperatuur

## 2. Resultaten

In dit project gaat de interesse uit naar het energiebesparingseffect van de verlaging van de stooktemperatuur met 0, 1, 2 en 3 °C. Het mag verwacht worden dat dit effect varieert door het jaar en dat dit effect sterk afhankelijk is van de belichtingsintensiteit en het feit of er al dan niet gebruik wordt gemaakt van een WK. In onderstaande grafieken wordt voor de 4 cases die in het vorige hoofdstuk genoemd zijn getoond hoeveel energie er per dag bespaard wordt per graad verlaging van de stooktemperatuur.

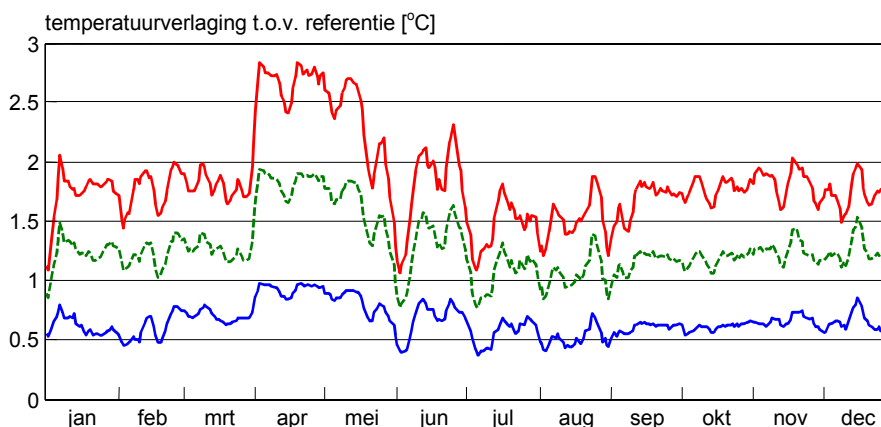


Figuur 2.1. *Dagelijkse gasbesparing bij 1 (blauw), 2 (groen) en 3 (rood) graden verlaging van de stooktemperatuur.*

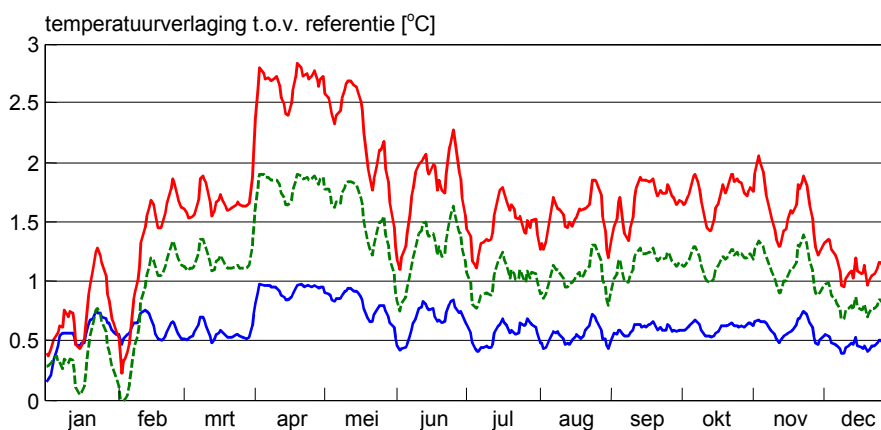
Figuur 2.1 laat zien dat het verlagen van de teelttemperatuur in de maanden waarin de belichting wordt toegepast veel minder effect heeft dan in de periode waarin de belichting niet gebruikt wordt. Het effect neemt af met de belichtingsintensiteit en wanneer er gebruik wordt gemaakt van WKK is het

effect erg klein (bij 6000 lux) of nihil (bij 10.000 lux). In de periode waarin de belichting niet wordt gebruikt zijn de grafieken uiteraard allemaal gelijk, omdat de verschillende cases uitsluitend betrekking hebben op de belichting. Het door de tijd wisselende effect van de verlaging van de stooktemperatuur komt voort uit het feit dat temperatuurverlaging alleen energiebesparingspotentieel heeft in perioden waarin de kas actief verwarmd moet worden. In andere perioden zal een verlaging van de stooktemperatuur vooral leiden tot een vergroting van het ventilatiedebiet.

In Figuur 2.2 en Figuur 2.3 is de gerealiseerde verlaging van de etmaaltemperatuur voor de twee belichtingsintensiteiten getoond.



Figuur 2.2. *Verlaging van de gerealiseerde etmaaltemperatuur ten opzichte van de referentie bij verlaging van de stooklijn met 1 (blauw), 2 (groen) of 3 (rood) °C bij een belichtingsintensiteit van 6000 lux.*

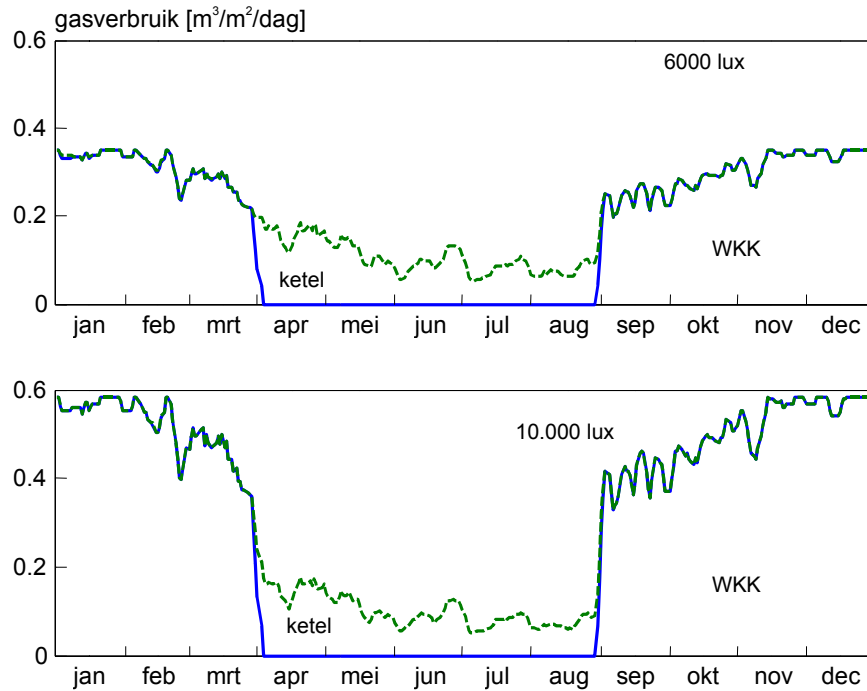


Figuur 2.3. *Verlaging van de gerealiseerde etmaaltemperatuur ten opzichte van de referentie bij verlaging van de stooklijn met 1 (blauw), 2 (groen) of 3 (rood) °C bij een belichtingsintensiteit van 10000 lux.*

Uit de figuren blijkt dat tijdens de periode waarin de belichting in werking is een verlaging van de stooklijn met 1 °C de gemiddelde etmaaltemperatuur grofweg 0.5 °C daalt. Alleen in de maanden april en mei, de eerste maanden waarbij de belichting is uitgeschakeld, leidt de verlaging van de stooklijn tot een vrijwel even grote daling van etmaaltemperatuur. Het belichtingsniveau (6000 of 10.000) lux heeft niet zo'n sterke invloed op de relatie tussen stooklijnverlaging en etmaaltemperatuur. Alleen in de maande december en januari lukt het bij het hoge belichtingsniveau niet om de lagere etmaaltemperatuur te realiseren. Dit wordt echter waarschijnlijk veroorzaakt omdat in die maanden de raamregeling vaak

geblokkeerd is door de vorstbegrenzing<sup>1</sup>. De kas zou in die perioden bij de hogen belichtingsintensiteit moeten gaan luchten, maar kan dat niet. Het gevolg is dat in die periode de lagere stooklijn niet tot een lagere etmaaltemperatuur leidt.

De prominente invloed van de WK in de energiehuishouding is goed zichtbaar in onderstaande grafiek, waarin het gasverbruik van de WK en de ketel in een stapelgrafiek zijn geplaatst.

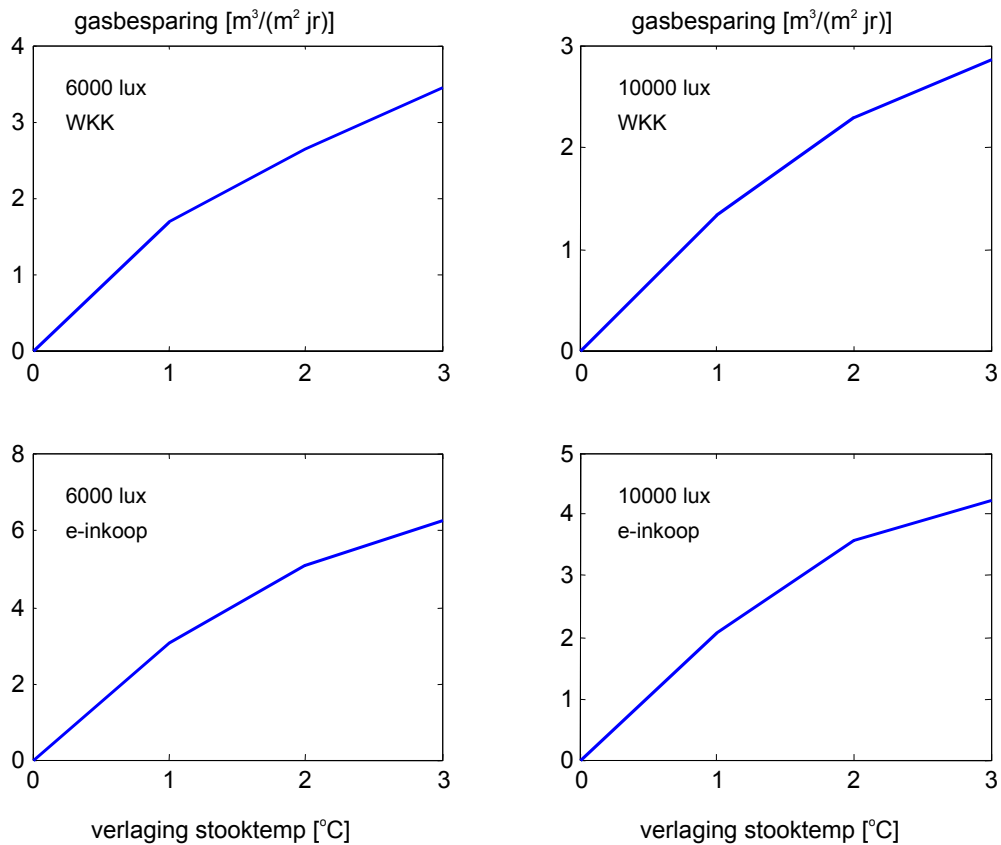


*Figuur 2.4. Dagelijkse gasverbruik van de WK (groen) en de ketel (blauw) bij een geïnstalleerd vermogen van 6000 en 10.000 lux. In beide situaties is het standaard stookprofiel aangehouden (geen verlagingen).*

Figuur 2.4 laat zien dat het overgrote deel van het gasverbruik door de WKK wordt verbruikt. In de bovenste figuur is in januari een heel klein stukje te zien waarbij de ketel moet bijspringen om in de warmtebehoefte van de kas te voorzien. Het betreft hier de  $0.005 \text{ m}^3/(\text{m}^2 \text{ dag})$  die op die dagen in de bovenste grafiek van Figuur 2.1 als besparingsmogelijkheid in de belichte periode naar boven komt.

In Figuur 2.5 wordt het energiebesparingseffect van de temperatuurverlaging op jaarbasis voor alle vier de situaties getoond. Gecombineerd met de informatie van Figuur 2.1 moet geconcludeerd worden dat deze besparing voor het grootste deel in de niet belichte periode plaatsvindt.

<sup>1</sup> De klimaatregelaar van KASPRO heeft, net als praktijkregelaars, een beveiliging die de ramen belet open te lopen wanneer de buitenlucht kouder is dan  $0 \text{ }^\circ\text{C}$ .



Figuur 2.5. Jaarlijkse gasbesparing bij 1, 2 en 3 graden verlaging van de stooktemperatuur.

De te behalen energiebesparing bedraagt maximaal ongeveer  $6 \text{ m}^3/(\text{m}^2 \text{ jaar})$ , wat geldt bij een 3 graden lagere stooktemperatuur voor een bedrijf dat met 6000 lux belicht en de daarvoor benodigde elektriciteit van elders betreft. Als datzelfde bedrijf de elektriciteit met behulp van een eigen WKK opwekt daalt de energiebesparing die behaald kan worden door 3 graden lager te stoken naar  $3.5 \text{ m}^3/(\text{m}^2 \text{ jaar})$ . Bij verhoging van de belichtingsintensiteit naar 10.000 lux worden deze getallen ongeveer  $1/3$  kleiner.

### 3. Conclusies

Het verlagen van de teelttemperatuur resulteert in een standaard rozenteelt waarin met 6000 lux wordt belicht in een energiebesparing van ongeveer  $1.4 \text{ m}^3/(\text{m}^2 \text{ jaar})$  per graad verlaging van de stooktemperatuur. Bij  $3 \text{ }^\circ\text{C}$  verlaging van de teelttemperatuur wordt een energiebesparing van  $3.4 \text{ m}^3/(\text{m}^2 \text{ jaar})$  gerealiseerd. Indien een hogere belichtingsintensiteit wordt aangenomen (10.000 lux) daalt het besparingspotentieel enigszins ( $1.2 \text{ m}^3/(\text{m}^2 \text{ jaar})$  per graad verlaging van de stooktemperatuur).

Wanneer de elektriciteit voor de belichting niet uit een eigen WK wordt betrokken neemt het besparingspotentieel toe. In deze gevallen komt de elektriciteit uit het openbare net of uit een tuinbouwcluster. Wordt de elektriciteit van elders betrokken dan is de energiebesparing in geval met 6000 lux belicht wordt ongeveer  $2.2 \text{ m}^3/(\text{m}^2 \text{ jaar})$  per graad. Bij 1000 lux is deze ongeveer  $1.9 \text{ m}^3/(\text{m}^2 \text{ jaar})$  per graad verlaging.