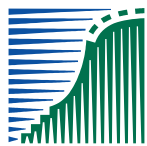


Het economisch perspectief van energiebesparing door het aanhouden van lagere stooktemperaturen bij potplanten

Jan Benninga

Filip van Noort (Praktijkonderzoek Plant & Omgeving)

Frank Kempkes (Agrotechnology & Food Innovations)



landbouw, natuur en
voedselkwaliteit

Projectcode 4008100

September 2005

Rapport 2.05.10

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

Het economisch perspectief van energiebesparing door het aanhouden van lagere stooktemperaturen bij potplanten

Benninga, J., F. van Noort en F. Kempes

Den Haag, LEI, 2005

Rapport 2.05.10; ISBN 90-8615-022-5; Prijs €12,25 (inclusief 6% BTW)

52 p., fig., tab, bijl.

De *maximum* energiebesparing die met een verlaging van de stooktemperatuur kan worden gerealiseerd loopt uiteen van 29 m³/m².jaar (Hortensia; stooktemperatuurverlaging 8°C) tot 13 m³/m².jaar (Poinsettia; stooktemperatuurverlaging 3°C). Een verlaging van de stooktemperatuur heeft economisch perspectief bij Poinsettia (Kerstster) en Hortensia, mits de arbeidshandeling 'Pennen' achterwege kan worden gelaten. Bij Cyclamen en potchrysan valt geen verbetering van het rendement te verwachten.

The *maximum* energy saving that can be achieved with a reduction of the heating temperature ranges from 29 m³/m² per annum (hydrangea: heating temperature reduction 8°C) to 13 m³/m² per annum (poinsettia: heating temperature reduction 3°C). A reduction of the heating temperature does have economic advantages for poinsettia (Christmas Rose) and hydrangea, provided that the labour operation of 'pegging' can be omitted. No improvement in returns can be expected with cyclamen and chrysanthemum.

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, 2005

Vermenigvuldiging of overname van gegevens:

- toegestaan mits met duidelijke bronvermelding
- niet toegestaan



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

Inhoud

	Blz.
Woord vooraf	7
Samenvatting	9
Summary	15
1. Inleiding	21
2. Methode	23
2.1 Gegevensbronnen	23
2.2 Uitgevoerde berekeningen	24
2.3 Uitgangspunten	25
3. Resultaten	30
3.1 Energieverbruik	30
3.1.1 Energieverbruik in relatie tot CO ₂ -emissie	30
3.1.2 Schatting energieverbruik	31
3.2 Economisch resultaat	35
3.2.1 Opbrengst	35
3.2.2 Kosten	37
3.2.3 Rendement	37
3.3 Effect op remmiddelengebruik	38
3.4 Ervaringen in Duitsland	39
4. Conclusie en aanbevelingen	40
4.1 Conclusie	40
4.1.1 Energiebesparing	40
4.1.2 Rentabiliteit	41
4.1.3 Remmiddelenverbruik	42
4.1.4 Slotconclusie	42
4.2 Aanbevelingen	43
Literatuur	45

Bijlagen

1.	Gerealiseerde gemiddelde kasttemperatuur in relatie tot de stooktemperatuur, per soort potplant per teeltfase	47
2.	Overzicht van RV-setpoint, de maximumbuistemperatuur van het grootste verwarmingsnet en de maximale warmte afgifte van alle netten	48
3.	Bepaling van teeltsaldo per 1.000 afgeleverde planten (partij) en het teeltsaldo (rendement); voorbeeld Cyclamen	49
4.	Productprijzen per maand, gemiddelde over 2001, 2003 en 2004	51
5.	Verslag per bedrijf; inventarisatie in Duitsland	52

Woord vooraf

Het energieverbruik van glastuinbouwbedrijven is nauw verbonden met de CO₂-emissie van deze bedrijven (1 m³ aardgas komt circa overeen met 1,8 kg CO₂). Het energieverbruik en de CO₂-emissie zijn voor glastuinbouwbedrijven belangrijk, niet alleen uit kostenoverweging maar ook vanuit milieuoogpunt. De potplantensector vormt een belangrijk onderdeel van de glastuinbouwsector. Naast energiebesparing is energie-extensivering een mogelijkheid om het energieverbruik te beperken. Het verlagen van de stooktemperatuur is zo'n vorm van energie-extensivering. Voor potplantenbedrijven heeft het verlagen van de stooktemperatuur ingrijpende gevolgen. Deze gevolgen zijn in dit onderzoek voor een vier-tal soorten potplanten in kaart gebracht.

Dit project is gefinancierd vanuit het onderzoeksprogramma 399 van het Ministerie van LNV en Productschap Tuinbouw. Deze opdrachtgevers waren vertegenwoordigd door L. Oprel (LNV) en A. Jolman (PT).

Aan dit project is meegewerkt door J. Benninga (LEI), F. van Noort (Praktijkonderzoek Plant & Omgeving-Glastuinbouw) en F. Kempkes (Agrotechnology & Food Innovations). De projectleiding was in handen van J. Benninga. De Landelijke productcommissies van LTO-GroeiService van Poinsettia, Cyclamen, Hortensia en potchrysantheb als klankbord in dit onderzoek gefunctioneerd, zowel bij de start als in de afrondende fase. Daarnaast hebben diverse potplantenbedrijven in Nederland en Duitsland meegewerkt aan een inventarisatie in de praktijk. Genoemde gewascommissies en de individuele potplantenbedrijven die meegewerkt hebben aan de praktijkinventarisatie, worden van harte bedankt voor hun deskundige inbreng.



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

Samenvatting

Probleem en doel

Het doel van dit onderzoek is het voor potplanten berekenen van de mogelijke energiebesparingen en de beperking van de CO₂-emissie, als gevolg van lagere ingestelde stooktemperaturen dan gangbaar. Tevens is bepaald wat de gevolgen zijn van het telen bij een lagere stooktemperatuur voor het teeltplan, de productprijs en het rendement als resultaat.

Het verlagen van de stooktemperatuur ten opzichte van wat gangbaar is, is een vorm van extensiveren die een bijdrage kan leveren aan het zuiniger omgaan met energie. Een lagere stooktemperatuur dan gangbaar heeft verschillende gevolgen die uiteindelijk in het economisch resultaat tot uitdrukking komen. Het telen bij een lagere stooktemperatuur is dan ook nauw verbonden met het economisch resultaat. Over de gevolgen van het telen bij lagere ingestelde stooktemperaturen bestaat nog veel onzekerheid. Omdat in de potplantensector veel soorten potplanten met ieder hun eigen specifieke eigenschappen worden geteeld, is dit onderzoek uitgevoerd bij vier qua veilingomzet belangrijke potplanten, te weten Hortensia, Poinsettia, Cyclamen en potchrysanthe.

Methode

De uitgangspunten voor de berekening van het energieverbruik en gevolgen voor het rendement zijn verzameld op basis van gegevens in praktijksituaties, gecombineerd met de kennis van de betreffende landelijke gewascommissies van LTO-Groeiservice en gegevens uit literatuur.

De berekeningen van het energieverbruik zijn uitgevoerd met het KASPRO-model van Agrotechnology & Food Innovations. Het ging hier om verschillende setpoints voor stooktemperatuur en relatieve luchtvochtigheid (stoken, schermen en luchtramen), gewasverdamping en outillage (verwarmingsnet, teeltsysteem en type scherm). De toerekening van het gasverbruik aan een teelt is per week gedaan via het teeltplan dat als uitgangspunt heeft gediend. Met het KASPRO-model is ook berekend wat de teelttemperatuur- en het RV-verloop is geweest.

Om de effecten van het telen bij een lagere stooktemperatuur te bepalen, zijn per soort potplant het energieverbruik en het teeltplansaldo van de varianten hoge stooktemperatuur vergeleken met varianten met lagere stooktemperatuur. Daarnaast zijn ook bijkomende zaken als RV, uitwendige kwaliteit en benodigde arbeid vergeleken.

Energiebesparing

Afhankelijk van de teeltperiode (=potplantafhankelijk) en de stooktemperatuur-variant, kan maximaal 13 tot 29 m³/m² per jaar aan aardgas worden bespaard. Deze berekende 29 m³/m².jaar wordt bereikt bij Hortensia bij een ingestelde stooktemperatuurverlaging van ongeveer 8°C. De 13 m³/m².jaar is berekend bij poinsettia bij een stooktemperatuurverlaging van ongeveer 3°C. Een besparing van 13 tot 29 m³/m².jaar aardgas komt overeen met

een vermindering van de CO₂-emissie met 23 tot 52 kg/m² per jaar. Een lagere stooktemperatuur leidt niet altijd tot een lager energieverbruik per 1.000 planten, doordat de teeltduur langer is.

Tabel 1 Het aardgasverbruik per (m³/(bruto-)m².teeltperiode), de gasbesparing (m³/m²) ten opzichte van de hoogste ingestelde stooktemperatuur en de teeltperiode waarop het gasverbruik betrekking heeft

Gewas/ teeltsysteem	Aanduiding stooktemp. (°C)	Teeltperiode	Gasverbruik	Gasbesparing t.o.v. 'hoog'
Hortensia	20 - 20	week 48 - 20	44	
	18 - 18	week 48 - 20	34	10
	12 - 12	week 48 - 20	15	29
Poinsettia Op antiworteldoek	fase 1:21 - 21	week 29 - 51	29	
	fase 2: 20 - 20			
	fase 3: 19 - 19			
Poinsettia op betonvloer	fase 1:18 - 18	week 26 - 51	20	9
	fase 2 en 3: 17 - 17			
	fase 1:17 - 17	week 24 - 51	12	17
	fase 2 en 3: 14 - 14			
	fase 1:21 - 21	week 29 - 51	26	
	fase 2: 20 - 20			
Poinsettia op betonvloer	fase 3: 19 - 19			
	fase 1:18 - 18	week 26 - 51	21	5
	fase 2 en 3:17 - 17			
	fase 1:17 - 17	week 24 - 51	13	13
Cyclamen op antiworteldoek	fase 2 en 3: 14 - 14			
	fase 1:18 - 18	week 20 - 52	24	
	fase 2 en 3: 16 - 16			
Cyclamen op goten	fase 1:14 - 14	week 20 - 52	17	7
	fase 2 en 3: 12 - 12			
	fase 1:18 - 18	week 20 - 52	18	
Potchryasant	fase 2 en 3: 14 - 14	week 20 - 52	19	-
	fase 2 en 3: 10 - 10			
	fase 1:20 - 20	jaarrond	52	
	fase 2 en 3: 21 - 21			
Potchryasant	18 - 18	jaarrond	37	15
	16 - 16	jaarrond	36	16

Relatieve luchtvochtigheid

Een voldoende lage relatieve luchtvochtigheid (RV) is belangrijk voor het voorkomen van schimmelziekten, met name Botrytis. Het handhaven van een rv die niet te vaak de kritische grens van 90% overschrijdt kost extra gas. Bij een lagere stooktemperatuur kost het handhaven van de RV meer gas dan bij een hogere stooktemperatuur. Uit de berekeningen met het KASPRO-model is ook gebleken het warmteafgevend vermogen van het verwarmingsnet niet altijd toereikend is om de warmte te leveren die nodig is voor het handhaven van een voldoende lage RV. Dit kan ook te maken hebben met de ligging van de buizen. Bij lagere stooktemperaturen zijn er meer uren waarbij de kritische RV-waarde van 90% wordt overschreden (8 tot 17% meer uren), uitgezonderd bij potchryasant (betonvloer) en in

mindere mate Poinsettia geteeld op betonvloer. Het met KASPRO berekende RV-patroon (aantal uren met RV hoger dan 90%) vertoont hetzelfde beeld als de RV die in de praktijk wordt gerealiseerd (Bulle et al., 2000 en 2003).

Rentabiliteit

Het telen bij een lagere stooktemperatuur biedt alleen bij Poinsettia perspectief. Bij Cyclamen en potchrysanth is er geen en bij Hortensia slechts onder voorwaarden perspectief. Bij Poinsettia zijn bij lagere stooktemperaturen de opbrengsten vrijwel gelijk en de kosten vooral door de energiekosten, lager bij meer benodigde weekm². Een lagere stooktemperatuur bij Poinsettia heeft tot gevolg dat de teeltperiode langer is. Dit houdt in dat de eerste oppotweek in de zomer 4 à 5 weken naar voren schuift, wat z'n weerslag heeft op het totale teeltplan. Voor andere soorten potplanten, die nu in de zomer worden geteeld, is dan minder teeltoppervlakte (in weekm²) beschikbaar. De ontwikkeling van nieuwe temperatuurtolerante rassen verbetert dit perspectief bij Poinsettia.

Bij Hortensia is de teelt bij lagere stooktemperaturen alleen economisch perspectiefvol als de teelthandeling 'Pennen' kan worden weggelaten. Dit is een arbeidshandeling die veel tijd kost (circa 50% van de totale arbeid). Technisch is dit mogelijk omdat een plant die bij een lagere stooktemperatuur is geteeld steviger is. Vermoedelijk zal een bij lagere stooktemperatuur geteelde Hortensia vanwege een grote stevigheid een hogere prijs realiseren. In Duitsland worden Hortensia's bij een stooktemperatuur van 14°C zonder pennen geteeld. Voorwaarde hiervoor is dat de handel een zonder pennen geteelde Hortensia accepteert.

Voor Cyclamen en potchrysanth is berekend dat de productprijs met 9% moet stijgen om de teelt bij lagere stooktemperatuur rendabel te laten zijn. Dit lijkt niet reëel, ook al zijn de planten steviger en bevatten ze bij Cyclamen op het afzetmoment meer bloemen.

Een hogere commodityprijs van het aardgas, leidt weliswaar tot een lager teeltplansaldo maar niet tot grotere verschillen in rendement tussen de stooktemperatuurvarianten. De reden hiervan is dat er in de geliberaliseerde aardgasmarkt per m³ gas meer wordt betaald naarmate het jaarverbruik kleiner is. Een besparing op de energiekosten wordt daardoor nagenoeg tenietgedaan.

Gevolgen voor het teeltplan

Het gevolg van lagere ingestelde stooktemperaturen is een langere teeltduur per partij. De consequenties hiervan zijn dat er ofwel minder planten worden afgeleverd per oppervlakte-eenheid of dat de eerste oppotweek naar voren schuift bij ongeveer evenveel af te leveren planten. Dit laatste is alleen mogelijk bij seizoenproducten en heeft invloed op de productie van andere soorten potplanten in het teeltplan. De keuze voor eerder oppotten hangt af van het gederfde rendement van andere producten in dezelfde periode geteeld. Het meeste perspectief hiervoor biedt eerder oppotten in de zomer, wat van toepassing is op Poinsettia. Bij Cyclamen en Hortensia vallen vervroegde oppotweken juist in prijstechnisch gunstiger weken.

Gevolgen voor het remmiddelengebruik

Uit de inventarisatie welke voor dit onderzoek in de praktijk is uitgevoerd, is gebleken dat het remmiddelenverbruik flink zal afnemen bij lagere stooktemperaturen. Daartegenover staat dat telers verwachten dat dit ten koste gaat van de gelijkmatigheid in groei, met consequentie voor de productprijs en de benodigde arbeid. Uit temperatuuronderzoek bij Poinsettia bleek dat afhankelijk van het ras, het remmiddelengebruik met 50% kan dalen bij een stooktemperatuurverlaging van 3°C. Dit vermindert de milieubelasting van de teelt.

Eindconclusie

Bij alle vier de onderzochte potplanten levert een verlaging van de stooktemperatuur een aanzienlijke energiebesparing van maximaal 13 tot 29 m³ gas/m² per jaar en dientengevolge verlaging van de CO₂-emissie van 23 tot 52 kg/m² op. Daarbij kan de RV op een aanvaardbaar niveau blijven. Daar tegenover staat, dat met uitzondering van Poinsettia, het rendement voor de andere drie soorten potplanten lager zal uitvallen.

Bij Hortensia bestaat de mogelijkheid de arbeidskosten te verlagen waardoor het rendement van bij lage stooktemperaturen geteelde planten juist hoger wordt. Met name de verwachting dat het uitvalspercentage door het optreden van ziekten toe zal nemen wat gepaard gaat met een mindere uitwendige kwaliteit heeft telers ervan weerhouden bij lagere stooktemperaturen te gaan telen.

Aanbevelingen

1. Praktijkonderzoek

Het telen bij een lage stooktemperatuur biedt met name bij Poinsettia en Hortensia perspectief. Toch bestaan er nog onzekerheden voor wat betreft de uitwendige kwaliteit, het remmiddelenverbruik, de arbeid en het uitvalspercentage. Daarom lijkt het goed voor een aantal soorten potplanten een praktijkproef op te zetten waarbij bij een lage stooktemperatuur geteeld wordt. Bij beschikbaarheid van (nieuwe) temperatuurtolerante rassen kunnen deze in de proef meegenomen worden. Een ander punt van onderzoek is de relatie tussen in gestelde RV-setpoints en RV-realiserie, met name tussen het gewas.

2. Verbreden naar andere soorten potplanten

Met een ander vergelijkbaar onderzoek, uitgevoerd bij andere soorten potplanten, kan worden bepaald wat het perspectief voor deze potplanten is. Daarbij moet vooral worden gedacht aan verschillende soorten bladplanten, die in dit onderzoek niet aan bod zijn gekomen, zoals Ficus, Monstera en Palmen enzovoort. De perspectieven voor Poinsettia en Hortensia geven aan dat er mogelijkheden zijn. Het lijkt interessant dit ook voor andere groepen potplanten na te gaan.

3. Selectie op temperatuurtolerantie

Uit de inventarisatie in de praktijk is gebleken dat het telen bij een lage stooktemperatuur niet rendabel is, zolang geen rassen worden geteeld die het beste resultaat geven bij deze wijze van telen. De mogelijkheden bij Poinsettia zijn hiervan een voorbeeld. Om duidelijk te maken welke rassen het meest geschikt zijn voor het telen bij lage stooktemperaturen zou een vergelijkende praktijkproef moeten worden opgezet, waarbij bij lage stooktemperaturen wordt geteeld.

4. Gewasverdamping nader onderzoeken

De relatieve luchtvochtigheid (RV) heeft een grote invloed op het stookgedrag van telers. In de berekeningen met KASPRO is gebleken dat de verdamping van het gewas een grote invloed heeft op de RV. Er is in dit onderzoek gekozen voor het meest waarschijnlijke verloop van de gewasverdamping. In praktijkproeven zouden moeten worden nagegaan wat de gewasverdamping is bij verschillende boileromstandigheden.

Summary

The economic prospects for energy saving by maintaining lower heating temperatures for potted plants

Problem and aim

The aim of this study was to calculate the possible energy for the potplant sector saving and, by extension, the reduction in CO₂ emissions, as a result of setting lower than usual heating temperatures. In addition, we have determined the consequences for the growing plan, the product price and the return of cultivation at a lower heating temperature.

Whether it is a question of energy consumption or CO₂ emissions, the potted plant industry has set as its goal the consumption of less gas and/or the emission of less CO₂. The reduction of the heating temperature below what is customary is a form of extensification which can contribute to the economical use of energy. A lower than usual heating temperature has a number of consequences which are ultimately expressed in the economic result. The applicability of growing at a lower heating temperature is therefore closely bound up with the economic outcome. There is still much uncertainty about the consequences of growing at lower than customary heating temperatures. Because the potted plant industry comprises many kinds of potted plants, each with its own specific characteristics, this study has been carried for four potted plants which are significant in terms of auction turnover, i.e. hydrangea, poinsettia, cyclamen and chrysanthemum.

Method

The starting points for the calculation of energy consumption and its effect on the economic return were determined on the basis of data collected in a field survey, combined with feedback from the relevant national crop committees of LTO Groeiservice [Organisation for Agriculture and Horticulture Growing Service] and data from the literature.

The calculations of energy consumption were made using the Agrotechnology & Food Innovations KASPRO [greenhouse climate simulation] model. These calculations were based on a great variety of field data. In general terms, the data derived from a range of set points for heating temperature and relative humidity (heating, screens and ventilators), crop evaporation and equipment (heating grid, growing system and type of screen). The allocation of gas consumption to a crop was done on a weekly basis using the growing plan that had served as a starting point. Using the KASPRO model we also calculated what had been the growing temperature as result of the climate settings and what had been the changes in relative humidity.

In order to determine the effects of growing at a lower heating temperature, the energy consumption and the growing plan balance of the high heating temperature variants for each kind of potted plant were compared with variants at a lower heating temperature. In addition, secondary aspects, such as relative humidity, external quality and the needed amount of work were also compared.

Energy saving

Depending upon the growing period (= pot-plant dependent) and the heating temperature variant, from 13 to 29 m³/m² per annum of natural gas can be saved. The calculated 29 m³/m² per annum is achieved for hydrangea at a heating temperature reduction setting of about 8°C. The 13 m³/m² per annum was calculated for poinsettia at a heating temperature reduction of about 3°C. A saving of 13 tot 29 m³/m² per annum of natural gas corresponds to a reduction in CO₂ emissions of 23 tot 52 kg/m² per annum. A lower heating temperature does not always result in a lower energy consumption per 1.000 plants, because the growing period is longer.

Table 1 Natural gas consumption per (m³/(gross)m². growing period), gas saving (m³/m²) relative to the highest heating temperature setting and the growing period to which the gas consumption relates

Crop/ growing system	Indicated heating temp. (°C)	Growing period	Gas consumption	Gas saving relative to 'high'
Hydrangea	20 - 20	Week 48 - 20	44	
	18 - 18	Week 48 - 20	34	10
	12 - 12	Week 48 - 20	15	29
Poinsettia on anti-rooting cloth	Stage 1:21 - 21	Week 29 - 51	29	
	Stage 2: 20 - 20			
	Stage 3: 19 - 19			
	Stage 1:18 - 18	Week 26 - 51	20	9
	Stage 2 and 3: 17 - 17			
Poinsettia on concrete floor	Stage 1:17 - 17	Week 24 - 51	12	17
	Stage 2 and 3: 14 - 14			
	Stage 1:21 - 21	Week 29 - 51	26	
	Stage 2: 20 - 20			
	Stage 3: 19 - 19			
Cyclamen on anti-rooting cloth	Stage 1:18 - 18	Week 26 - 51	21	5
	Stage 2 and 3: 17 - 17			
	Stage 1:17 - 17	Week 24 - 51	13	13
	Stage 2 and 3: 14 - 14			
	Stage 1:18 - 18	Week 20 - 52	24	
Cyclamen on gutters	Stage 2 and 3: 16 - 16			
	Stage 1:14 - 14	Week 20 - 52	17	7
	Stage 2 and 3: 12 - 12			
Chrysanthemum	Stage 1:18 - 18	Week 20 - 52	18	
	Stage 2 and 3: 14 - 14			
	Stage 1:14 - 14	Week 20 - 52	19	-
Chrysanthemum	Stage 2 and 3: 10 - 10			
	Stage 1:20 - 20	All-year	52	
	Stage 2 and 3: 21 - 21			
Chrysanthemum	18 - 18	All-year	37	15
	16 - 16	All-year	36	16

Relative humidity

A sufficiently low relative humidity is important for the prevention of fungal diseases, particularly Botrytis. The maintenance of a relative humidity which not too often exceeds the critical limit of 90% consumes additional gas. At a lower heating temperature, the maintenance of relative humidity consumes more gas than at a higher heating temperature. The KASPRO model calculations also showed that the heat emission capacity of the heating

grid is not always adequate to supply the heat needed for the maintenance of a sufficiently low relative humidity. This may also be related to the location of the pipes. At lower heating temperatures there are more hours at which the critical relative humidity value of 90% is exceeded (8 to 17% more hours), with the exception of chrysanthemums (concrete floor) and, to a lesser extent, poinsettia grown on a concrete floor. The relative humidity pattern calculated with KASPRO (number of additional hours of relative humidity higher than 90%) presents the same picture as the relative humidity which is achieved in practice (Bulle et al., 2000 and 2003).

Profitability

Growing at a lower heating temperature does offer conditional prospects for poinsettia, but none for Cyclamen and Chrysanthemums and for Hydrangea. The positive effect of reducing the heating temperature for poinsettia is caused by the limited growth-delaying effect at lower growing temperatures in comparison with other potted plants. Moreover, the yields are almost equal and the costs lower when more weeks per m² are needed, mainly because of the energy costs. The consequence of a lower heating temperature with poinsettia is that the growing period is longer. This means that the first potting-up week is brought forward by 4 to 5 weeks in the summer, which has its effect on the overall growing plan. However, fewer weeks per m² are available for other species of potted plants grown in the summer. The development of new temperature-tolerant races is improving this prospect for poinsettia.

The growing of Hydrangeas at lower heating temperatures becomes economically feasible if the 'pegging' operation can be omitted. This is a very time-consuming labour operation (c. 50% of the total labour). This is technically possible because a plant grown at a lower heating temperature is more sturdy. In combination with the price-enhancing effect of a sturdier plant, a hydrangea grown without 'pegging' at a low heating temperature will yield a higher return. In Germany hydrangeas are grown at a heating temperature of 14°C without pegging. This is conditional on the trade accepting a hydrangea grown without pegging.

It has been calculated for cyclamen and chrysanthemums that the product price would have to rise by 9% to make growing at a lower heating temperature remunerative. This does not appear to be realistic, even though the plants are sturdier and, in the case of cyclamen, possess more flowers at the time of sale.

Although a higher natural gas price does result in a lower growing plan balance, it does not result in greater differences in return between the heating temperature variants. The reason for this is that, in the liberalised natural gas market, proportionately more is paid per m³ of gas as the annual consumption is reduced. This more or less cancels out a saving in energy costs.

Consequences for the growing plan

The consequence of lower heating temperature settings is a longer growing period per batch. The consequences of this are that either fewer plants are delivered per unit of area or that the first potting-up week is brought forward for approximately the same number of delivered plants. The latter is possible only for seasonal plants and affects the production of other species of potted plants in the growing plan. Whether it is decided to pot up earlier depends on how much income is lost from other plants grown in the same period. Potting up earlier in the summer offers the best prospects here, and this applies to poinsettia. With cyclamen and hydrangea, brought-forward potting-up weeks coincide precisely with weeks that are more favourable in price terms.

Consequences for the use of plant growth regulators

It was found from the field survey conducted for this study that the consumption of plant growth regulators will fall considerably at lower heating temperatures. On the other hand, growers expect this to be at the expense of uniformity of growth, with consequences for the product price and the necessary labour. A temperature study for poinsettia has shown that, depending on the race, the use of plant growth regulators can fall by 50% when the heating temperature is reduced by 3°C. This reduces the environmental impact.

Conclusion

For all four of the potted plants studied, a reduction of the heating temperature yields a considerable energy saving of from 13 to 29 m³ gas/m² per annum and, consequently, a reduction in CO₂ emissions of 23 to 52 kg/m². Moreover, the relative humidity can remain at an acceptable level. On the other hand, with the exception of poinsettia, the return from the other three species of potted plants will be lower.

With hydrangea, there is the possibility of reducing labour costs, so that the return from plants grown at low heating temperatures will be higher. However, the expectation that the percentage loss from diseases will increase, accompanied by a somewhat inferior appearance, has inhibited growers from growing plants at lower heating temperatures.

Recommendations

1. Field survey

Growing plants at a low heating temperature offers prospects for poinsettia and hydrangea, in particular. The survey undertaken in this study has made clear that there are still many uncertainties attached to this manner of growing plants. The majority of the uncertainties relate to external appearance, the use of plant growth regulators, labour and the proportion of plant losses. It would therefore be logical to set up a practical trial for a number of species of potted plants, in which they are grown at a low heating temperature. Where new temperature-tolerant races are available, these races can be included in the trial. Another item for study is the relationship between the relative humidity settings employed and the actual relative humidity registered, particularly between the plants.

2. Other species of potted plants

If another comparative study were to be carried out for other species of potted plants, it would be possible to determine what are the prospects for these potted plants. We are thinking in particular of different species of foliage plants that did not feature in this study, such as ficus, monstera, palms etc. The prospects for poinsettia and hydrangea indicate that there are possibilities. Such a study is therefore recommended.

3. Temperature tolerance

The field survey has shown that growing plants at a low heating temperature is not economic unless races are grown which give the best result with this form of cultivation. The possibilities with poinsettia are an example of this. A comparative field trial must be set up, in which plants are grown at low heating temperatures, in order to make clear which races are the most suitable for growing at low heating temperatures.

4. Transpiration

Relative humidity has a great effect on the heating practices of growers. The KASPRO calculations have shown that the transpiration of the crop greatly affects relative humidity. The most probable trend of transpiration was assumed in the present study, but there is still much uncertainty about this. For the above reasons, the transpiration of different potted plants should be further investigated.

1. Inleiding

Het gemiddelde gasverbruik voor de gehele glastuinbouw bedraagt $37 \text{ m}^3/\text{m}^2$.jaar (Van der Knijff et al., 2004). De potplantensector is met ruim 1.700 gespecialiseerde bedrijven en een totale oppervlakte van circa 2.150 ha met een gemiddeld gasverbruik van $41 \text{ m}^3/\text{m}^2$.jaar (exclusief perkplantenbedrijven), vrij energie-intensief. Zoals het er nu naar uitziet zullen potplantenbedrijven in de nabije toekomst moeten voldoen aan CO₂-emissienormen in plaats van aan gasverbruiknormen. Wellicht zullen 'CO₂-emissierechten' in wat voor vorm dan ook, verhandelbaar worden. Hoe dan ook, de CO₂-emissie van een bedrijf is gekoppeld aan het gasverbruik en het zal ook in de toekomst belangrijk zijn het gasverbruik zo veel mogelijk te beperken.

Een opvallend kenmerk van de potplantensector is haar diversiteit. Het sortiment is groot en iedere potplant heeft haar eigen specifieke eisen aan onder andere teelttemperaturen. Naast gespecialiseerde bedrijven met één soort potplant, zijn er bedrijven die naast of na elkaar meerdere soorten potplanten telen. Vaak zijn dit seizoenproducten. Door de diversiteit van het sortiment en de verschillen in bedrijfsuitrusting (energiebesparende maatregelen) en hoe hier mee omgegaan wordt, loopt de brandstofintensiteit van potplantenbedrijven sterk uiteen. De belangrijkste energiebesparende maatregel die op potplantenbedrijven wordt toegepast is het energiescherm. Het aandeel potplantenbedrijven met scherm is 90%, waarvan circa tweederde deel met een isolatiegraad van 40-55% en circa eenderde deel met een isolatiegraad van 35-40% (Van der Velden et al., 2001).

Uit drie bedrijfsvergelijkende onderzoeken bij Cyclamen, Begonia en Poinsettia blijkt dat tussen bedrijven regelmatig verschillen in teelttemperatuur voorkomen van 2 tot 4 °C (A. Bulle et al., 2000; A. Bulle et al., 2001; A. Bulle et al., 2003). Deze onderzoeken zijn voor een belangrijk deel in het winterhalfjaar uitgevoerd. De stooktemperatuur is van invloed op het gasverbruik (Van Rijssel, 1980) en dus is het zeer aannemelijk dat de verschillen in stooktemperatuur hebben geleid tot verschillen in gasverbruik en daarmee ook in CO₂-emissie. De grote verschillen in relatieve luchtvochtigheid die in deze onderzoeken ook zijn gemeten, waren voor een belangrijk deel gekoppeld aan de teelttemperatuur.

Bij veel soorten potplanten en op veel bedrijven is de teelt erop gericht binnen een zo kort mogelijk tijdsbestek zoveel mogelijk planten te produceren met een aanvaardbare tot goede (uitwendige) kwaliteit. Dit bereikt men door een optimale stooktemperatuur voor de teeltsnelheid te hanteren. Om een aanvaardbare kwaliteit te realiseren voert men bij bloeiende soorten potplanten vaak op meerdere tijdstippen een chemische groeiremming uit. Een lagere stooktemperatuur kan er toe leiden dat remmen minder noodzakelijk is en dat hoeveelheid gebruikte remvloeistof per m² afneemt.

Doelstelling

In dit onderzoek wordt voor een viertal soorten potplanten aangegeven wat de invloed is van het telen bij een lagere ingestelde stooktemperatuur op het energieverbruik, de CO₂-emissie en het bedrijfsresultaat. Het verlagen van het energieverbruik door een lagere inge-

stelde stooktemperatuur heeft grote gevolgen voor de gehele bedrijfsvoering. Uit berekeningen zal blijken tot hoever telers bij het verlagen van hun stooktemperatuur kunnen gaan bij handhaving van hun bedrijfsresultaat. Aangegeven wordt wat het effect is van een lagere stooktemperatuur op het chemisch remmiddelengebruik en de uitwendige kwaliteit. Tevens wordt aangegeven wat het effect is van de gasprijs op de energiekosten en daarmee op het perspectief van een wijze van telen met lagere stooktemperaturen.

Te onderzoeken potplanten

De potplantensector is dermate divers dat een keuze moest worden gemaakt voor de soorten potplanten in het onderzoek. Bij de keuze van de te onderzoeken soorten potplanten is met de volgende criteria rekening gehouden:

- economische betekenis (veiling)omzet;
- variatie in teeltduur;
- zowel jaarrond als seizoensproducten;
- spreiding in categorieën (Glami) zowel wat betreft energieverbruik als middelenverbruik;
- de bereidwilligheid van landelijke LTO-commissies om aan het onderzoek mee te werken.

Op grond van de bovengenoemde criteria is gekozen voor de volgende vier soorten potplanten.

Tabel 1.1 Soorten potplanten waarvoor in dit onderzoek gekozen is, met hun rangorde van veilingomzet, de Glami-categorie voor energieverbruik en chemische middelen verbruik en de uitvoeringsfase

Soort potplant	Rangnummer veilingomzet (2003)a)	Variatie in teeltduur (weken)	Categorie Glami energieverbruik	Categorie Glami chemisch middelenverbruik	jaarrond/seizoen
Hortensia	9	9 - 20	laag	midden	seizoen
Poinsettia	14	14 - 20	midden	hoog	seizoen
Cyclamen	17	12 - 19	laag	hoog	seizoen&jaarrond
Potchryasant	5	8 - 13	midden	hoog	seizoen&jaarrond

a) Bron: VBN 2004.

Relatie met temperatuurintegratie

Een andere manier om met de ingestelde stooktemperatuur (verlaging) energie te besparen is temperatuurintegratie. Het verschil met het consequent laag houden van de stooktemperatuur is dat bij temperatuurintegratie de verlaagde stooktemperatuur via de gerealiseerde kasttemperatuur op een later tijdstip moet worden gecompenseerd. Bij het laag houden van de stooktemperatuur, zoals in dit onderzoek is onderzocht, kan de kasttemperatuur overdag door instraling oplopen tot boven de stooktemperatuur en later weer wegzakken tot stooktemperatuurniveau.

2. Methode

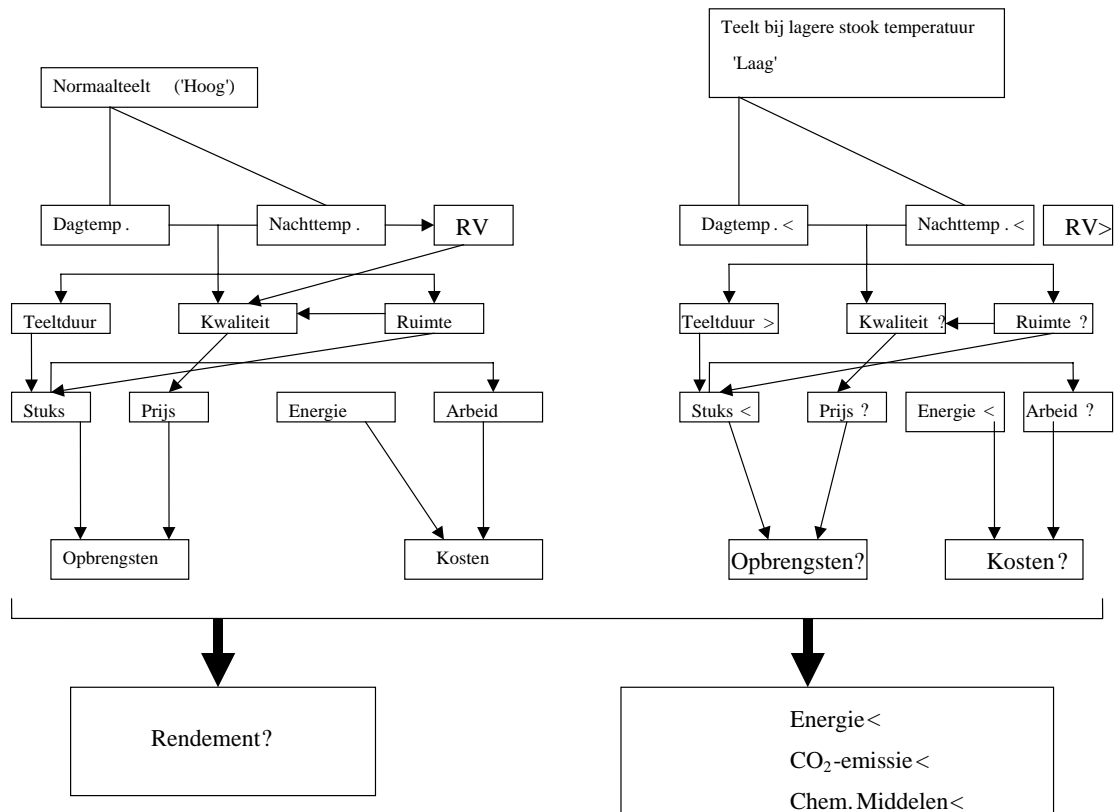
2.1 Gegevensbronnen

De ervaringen en gegevens van bedrijven met een laag energieverbruik zijn een belangrijke informatiebron en dienen als uitgangspunt voor de berekeningen. Dat geldt ook voor kennis over de problemen die zich kunnen voordoen tijdens een teelt bij lage teelttemperaturen, zoals vochtproblemen. Voor het inschatten van de gevolgen van de kwaliteitsverandering, zijn naast telers ook vertegenwoordigers van de handel benaderd. Er is gericht gezocht naar bedrijven met een laag energieverbruik, die bij lagere stooktemperaturen telen dan gebruikelijk is. Op deze bedrijven en op bedrijven met een gemiddeld tot hoog gasverbruik, is in Nederland een inventarisatie uitgevoerd. Dit is aangevuld met een inventarisatie op bedrijven in Duitsland omdat bekend is dat er daar bedrijven zijn die telen bij lagere stooktemperaturen dan in Nederland.

Via een relatieschema zijn de verbanden van aspecten die mogelijk een rol spelen in kaart gebracht. Uit het relatieschema (figuur 2.1) blijkt welke informatie nodig is en/of factoren op elkaar ingrijpen. Het telen bij lagere stooktemperaturen wordt vergeleken met een referentiesituatie, normaalteelt genoemd. Onder normaalteelt wordt een teelt met een gemiddelde stooktemperatuur verstaan. De mogelijkheden van een teelt bij lagere temperaturen zullen worden bepaald aan de hand van meerdere bedrijfssituaties per soort potplant. Deze indeling is tot stand gekomen op grond van de gegevens die de inventarisatie in de praktijk heeft opgeleverd en ruggespraak met betrokken gewascommissies van LTO-Nederland. Deze indeling in drie categorieën is als volgt:

- hoog tot gemiddeld gasverbruik/gemiddelde stooktemperatuur praktijk; in het vervolg aangeduid als 'hoog' (normaalteelt);
- laagste gasverbruik laagste stooktemperatuur praktijk; aangeduid als 'middel';
- lagere stooktemperatuur dan laagste in de praktijk; aangeduid als 'laag'.

Het gaat in dit onderzoek om de vergelijking tussen de normaalteelt ('hoog') en de twee andere varianten 'middel' en 'laag'. De aspecten die daarbij een rol spelen zijn in het relatieschema opgenomen. Bijvoorbeeld komt in het schema tot uitdrukking dat op voorhand mag worden verwacht dat in de teelt met verlaagde stooktemperatuur de teeltduur langer zal zijn met een onbekend effect op de kwaliteit.



Toelichting: ? = effect nog onbekend; <= verlaging/vermindering; >=verhoging/vermeerdering

Figuur 2.1 Relatieschema/onderzoekopzet van teelt bij lagere stooktemperaturen in vergelijking met die van normaalteelt (tekens <, >, ?) geven effecten aan van het telen bij lagere stooktemperatuur

2.2 Uitvoering berekeningen

Energiegebruik

Het energieverbruik is berekend met het KASPRO-model van Agrotechnology & Food Innovations (voorheen IMAG) (G.P.A. Bot, 1983). De bedrijfsuitrusting en klimaatinstellingen, waaronder de mate doseren van CO₂ en het handhaven van een minimumbuis, dienen hierbij onder andere als uitgangspunt. In bijlage 1 en 2 staat een overzicht van een aantal factoren dat bepalend is voor het door het model berekende gasverbruik per variant. Met name de instellingen voor handhaving van een bepaalde maximum relatieve luchtvochtigheid spelen hierbij een belangrijke rol. Bij een lager ingestelde stooktemperatuur neemt het energiegebruik per week af en de teeltduur wordt langer. Daardoor lijkt het alsof het energiegebruik per teelt minder wordt verlaagd als zou mogen worden verwacht. Het energiegebruik van een betreffende teelt is daarom uitgedrukt in m³gas/weekm² en vergeleken met het totale jaargebruik (m³/m².jaar).

Economisch resultaat

Per soort potplant en stooktemperatuurvariant is het teeltplansaldo berekend. Het teeltplansaldo is gerelateerd aan het aantal benodigde weekm² of 1.000 afgeleverde planten. In dit saldo is de opbrengst verminderd met directe kosten, waaronder de kostenpost arbeid. Het teeltplansaldo is bepaald door de saldi van alle partijen in het teeltplan te middelen. Het teeltplan bestaat uit verschillende partijen die zich kenmerken door verschillende oppotweken. Iedere partij heeft z'n eigen saldo.

Per gewas is uitgegaan van een teeltschema waarbij per week hetzelfde aantal planten wordt opgepot. De teeltduur is afhankelijk van de oppotweek. De oppotweken zijn zo gekozen dat de afzetweek in het afzetseizoen van het betreffende gewas valt. Een voorbeeld van een teeltschema (oppotweek, wijderzetschema/standdichtheid, uitval en afzetweek), staat voor Cyclamen weergegeven in bijlage 3.

Bij seizoensproducten kan het gevolg van lagere temperaturen zijn, dat de eerste oppotweek in het teeltschema naar voren schuift. Dit kan ertoe leiden dat de teeltperiode voor de andere potplantsoorten in het teeltplan wordt verkort. Deze gevolgen zullen wel worden aangegeven, maar vallen verder buiten dit onderzoek. Tenslotte zullen de bedrijfsresultaten per soort potplant worden vergeleken.

Gevolgen lagere stooktemperaturen voor eindproduct

Naast een langere teeltduur en lagere energiekosten kan het eindproduct door lagere stooktemperaturen er anders uit komen te zien (uitwendige kwaliteit). Dit kan een positief of een negatief effect hebben op de prijs. Dit effect is ingeschat via de uitgevoerde inventarisatie in de praktijk.

2.3 Uitgangspunten

In deze paragraaf komen de volgende onderdelen achtereenvolgens aan de orde: bedrijfsuitrusting, stooktemperatuur, verdamping gewas, energieverbruik, opbrengsten, kosten

Bedrijfsuitrusting

Voor alle onderzochte potplanten uitgegaan van de volgende bedrijfsuitrusting:

- bedrijfsgrootte 2 ha;
- kassen vijf jaar oud;
- automatiseringsniveau modern;
- energiescherm met isolatiegraad 40%.

In bijlage 1 en 2 staat een overzicht van de uitgangspunten voor de bedrijfsuitrusting. Naast deze uitgangspunten is per soort potplant uitgegaan van een specifieke wijze van telen (figuur 2.1). Gezien de verwachte invloed van het teeltsysteem op het energiegebruik is bij Cyclamen en Poinsettia uitgegaan van twee teeltsystemen.

Soort potplant	Teeltsysteem
Hortensia	Betonvloer met vloerverwarming en met eb/vloed watergeefstelsysteem
Poinsettia (1)	Geëgaliseerde ondergrond met daarop antiworteldoek en verwarmingsslangen en met eb/vloed watergeefstelsysteem
Poinsettia (2)	Betonvloer met vloerverwarming en met eb/vloed watergeefstelsysteem
Cyclamen (1)	Geëgaliseerde ondergrond met daarop antiworteldoek en verwarmingsslangen en met en met eb/vloed watergeefstelsysteem
Cyclamen (2)	Goten met bevoeiingsmat en met en met eb/vloed watergeefstelsysteem
Potchryasant	Betonvloer met en met eb/vloed watergeefstelsysteem en vloerverwarming

Figuur 2.1 Teeltsystemen die als uitgangspunt hebben gediend voor de berekeningen van het gasverbruik per soort potplant

Stooktemperatuur

De stooktemperaturen per variant zijn zodanig vastgesteld dat per gewas een hoge, een gemiddelde en een lage stooktemperatuur zijn doorgerekend. Bij Cyklaam, waar de mogelijkheden voor lage stooktemperaturen zijn gekoppeld aan het teeltsysteem, zijn per teeltsysteem twee varianten doorgerekend. In een aantal gevallen verschilt de ingestelde stooktemperatuur per teeltfase. Hiermee is rekening gehouden door uit te gaan van aparte afdelingen. De doorgerekende stooktemperatuurvarianten staan per gewas weergegeven in bijlage 1. Deze stooktemperatuur-setpoints zijn bepaald op basis van informatie van de resultaten van de uitgevoerde praktijkinventarisatie. Wat de telers als uiterste ondergrens beschouwen is als uitgangspunt voor de laagste stooktemperatuur variant genomen (variant 'laag').

Verdamping gewas

De verdamping van het gewas draagt bij aan de RV in de kas. In onderstaande tabel staan de uitgangspunten per gewas en maand (metingen PPO). Op jaarbasis resulteert dit voor Poinsettia, Cyclamen en potchryasant in 639 kg/water per netto-m².

Tabel 2.2 Verdamping (kg water/uur/netto-m²)

Gewas	Dec. en jan.		Febr., maart, april, sept., okt, nov.		Mei en aug.		Juni, juli	
	dag	nacht	dag	nacht	dag	nacht	dag	nacht
Poinsettia	0,05	0,015	0,10	0,04	0,12	0,05	0,14	0,06
Cyclamen	0,05	0,015	0,10	0,04	0,12	0,05	0,14	0,06
Potchryasant	0,05	0,015	0,10	0,04	0,12	0,05	0,14	0,06
Hortensia	0,07	0,015	0,12	0,04	0,14	0,05	0,16	0,06

Energieverbruik

Het energiegebruik per gewas/stooktemperatuur is berekend met het KASPRO-model. Daarbij is uitgegaan van een bepaalde bedrijfsuitrusting die voor de verschillende stooktemperaturen hetzelfde is verondersteld. Het schermgebruik is afhankelijk van de ingestelde setpoints wat betreft luchtvochtigheid en straling. Deze instellingen en uitgangspunten staan in bijlage 1.

Uitgangspunt is voor de buitenomstandigheden is het zogenaamde SEL-jaar. Dit SEL-jaar is als volgt bepaald: Over de laatste tien jaar zijn per dag de gemiddelde klimaat-

omstandigheden bepaald. Vervolgens is per maand bepaald welke maand van welk jaar hier de meeste gelijkennis mee vertoont. Het SEL-jaar is dus een combinatie van werkelijke weergegevens van maanden van verschillende jaren.

Het verbruikte gasvolume is per partij berekend naar rato van gasverbruik per week en de benodigde weekm². Het begrip weekm² is een maat voor het gebruik van ruimte in de tijd, waarbij teeltduur en benodigde m² met elkaar zijn vermenigvuldigd. Vervolgens is het gasverbruik per partij toegerekend aan het totale teeltplan. Bij de omrekening van gasverbruik per weekm² naar gasverbruik per m² is er standaard van uitgegaan dat de ruimtebenutting (technische ruimtebenutting + organisatorische ruimte benutting) gelijk is aan 90% bij telen op een betonvloer, 85% bij telen op antiworteldoek op de grond en 75% bij telen op goten. Er is verondersteld dat de nettobedrijfsoppervlakte overeenkomt met de netto-oppervlakte die maximaal door de betreffende potplant is ingenomen. Voor de omrekening van gasverbruik naar CO₂-emissie is verondersteld dat 1 m³ gas overeenkomt met 1,8 kg CO₂, waarbij de fixatie van CO₂ in het gewas niet is verdisconteerd.

Potchryasant en Poinsettia zijn potplanten die een minimumdonkerperiode nodig hebben om in bloei te komen. Dit heeft gevolgen voor het energieverbruik omdat tijdens de donkerperiode een verduisteringsscherm gesloten is (isolatiegraad 55%). De verduisteringsperiode valt in een periode met relatief weinig energieverbruik. Hiermee is via de toerekening van energieverbruik aan het teeltplan naar evenredigheid rekening gehouden.

Opbrengst

Voor de prijs per afgeleverde plant is uitgegaan van de gemiddelde VBN-prijs per vierweekse periode over de laatste drie jaar (bijlage 4). Na verrekening van het uitvalspercentage per wijderzetsfase resteert het af te leveren aantal planten. Deze uitvalspercentages zijn vastgesteld op basis van inventarisatie in de praktijk. Er is van uitgegaan dat partijen in één week worden afgeleverd. Dus als een partij in bijvoorbeeld week 43 wordt afgeleverd, is uitgegaan van de gemiddelde VBN-prijs van periode 10 over de laatste drie jaar.

Tabel 2.3 *Uitgangspunt uitvalspercentages per teeltfase per onderzochte potplant*

Gewas/ teeltsysteem	Aanduiding Stooktemp.	Uitvalspercentage			
		fase I	fase II	fase III	totaal
Hortensia	hoog a)	2	0	2	4
	middel a)	2	0	2	4
	laag a)	2	0	2	4
Poinsettia (1 en 2)	hoog	0	0	1	1
	middel	0	0	1	1
	laag	1	1	1	3
Cyclamen (1)	middel	1	2	2	5
	laag	3	3	4	10
Cyclamen (2)	middel	1	2	2	5
	laag	3	3	4	10
Potchryasant	hoog	2	1		3
	middel	2	1		3
	laag	2	1		3

a) Zie voor temperatuur aanduidingen bijlage 1.

Het is zeer waarschijnlijk dat het uitvalpercentage gelijk blijft of hoger ligt naarmate de stooktemperatuur lager is. Dit bleek ook uit de inventarisatie bij telers in de praktijk. In onderstaande tabel staan de uitvalpercentages per teeltfase weergegeven die als uitgangspunt voor de berekeningen hebben gediend.

Teeltperiode

Voor de teeltperiode is per soort potplant uitgegaan van het meest gangbare teeltseizoen. Ondanks dat de meeste potchrysanen in het najaar worden aangevoerd, is ook de voorjaarsperiode in het onderzoek opgenomen, juist om het verschil in effect op het energiegebruik zichtbaar te maken.

Tabel 2.4 *Onderzochte teeltperiode per soort potplant*

Soort potplant	Oppetweek	Afleverweek
Hortensia	48 - 10	8 - 20
Poinsettia	24 - 30	44 - 51
Cyclamen	20 - 32	36 - 52
Potchrysan	jaarrond	jaarrond

Houdbaarheid

De inwendige kwaliteit is in de berekeningen constant verondersteld, ofschoon uit onderzoek is gebleken dat bij Cyclamen lagere temperaturen invloed hebben op de houdbaarheid (Bulle et al., 2003). Daarom is indien een effect op de houdbaarheid door onderzoek uit het verleden is aangetoond, dit aangegeven. Hetzelfde geldt voor de kans op het optreden van Botrytis.

Uitwendige kwaliteit

De invloed van de kwaliteit - prijsrelatie komt tot uitdrukking in een gevoeligheidsanalyse. In eerste instantie is ervan uitgegaan dat er geen invloed is op de prijs.

Energiekosten

Er is uitgegaan van een gasprijs in een geliberaliseerde aardgasmarkt. Dit houdt in dat de gasprijs bestaat uit een commodity en een dienstendeel. Het heeft tot gevolg dat bij een lager gasverbruik per jaar, bijvoorbeeld als gevolg van lagere stooktemperaturen, de aardgaskosten per m³ gas toenemen. Voor de commodityprijs is in eerste instantie uitgegaan van €0,11 per m³ gas (prijspeil november 2003). Het effect van de hoogte van de commodityprijs is bepaald door een gevoeligheidsanalyse op dit aspect uit te voeren. Voor de contractcapaciteit die deels bepalend is voor het dienstendeel van de gasprijs, is uitgegaan van 180 m³ gas per ha.uur. Dit is een gasvolume per uur waarbij een geschermd kas gemiddeld bij een buitentemperatuur van -12°C op 18°C gehouden kan worden. Er is van uitgegaan dat een stooktemperatuurverlaging geen directe invloed heeft op het maximumgasverbruik en daarmee op de gasprijs. De reden hiervan is dat telers tijdens extreme kou, los van de gemiddelde stooktemperatuur, hun kastemperatuur kunnen verlagen. Daarnaast hebben de overige potplanten in een teeltplan in december/januari/februari ook hun invloed op het maximumgasverbruik en worden met name Poinsettia's en Cyclamen (in dit onder-

zoek) niet geteeld in januari/februari. In de geliberaliseerde gasmarkt wordt per m³ gas meer betaald naarmate het jaarverbruik lager is. Met dit gegeven is in de berekeningen wel rekening gehouden, ervan uitgaande dat de onderzochte teeltvariant een aanzienlijk stem-pel drukt op het jaarverbruik aardgas. De gasprijzen die zijn gebruikt staan in tabel 2.5.

Tabel 2.5 *Integrale gasprijs (€/m³) in de geliberaliseerde gasmarkt*

Soort potplant	Stooktemperatuur aanduiding		
	hoog a)	middel a)	laag a)
Hortensia	0,18	0,21	0,25
Poinsettia	0,18	0,20	0,22
Cyclaam (1)		0,20	0,22
Cyclaam (2)		0,23	0,24
Potchryasant	0,18	0,20	0,20

a) Zie voor temperatuur aanduidingen bijlage 1.

Arbeidskosten

De arbeidsinzet (uren) per 1.000 planten zijn begroot op basis van gegevens van in het verleden uitgevoerd onderzoek (Van Gemert et al., 1996; Klapwijk 1996; Welles et al., 1999; Benninga et al., 1992). Per gewas staat de arbeidsinzet in tabel 2.6. Er is uitgegaan van een uurloon van €18 waarmee de arbeidskosten zijn berekend (Van Woerden, 2003). Er is dus vanuit gegaan dat arbeid een variabele kostenpost is, welke is gekoppeld aan het aantal afgeleverde planten. Een lagere productie komt daarom tot uitdrukking in lagere arbeidskosten voor het gehele bedrijf.

Tabel 2.6 *Uitgangspunt voor arbeidsinzet (uren) en daaruit voortvloeiend de arbeidskosten (€ per 1.000 afgeleverde planten)*

Potplant	Arbeidsinzet (uren/1.000 planten)	Arbeidskosten (€1.000 planten)
Hortensia	38,7	696
Poinsettia	11,0	198
Cyclamen	21,7	390
Potchryasant	10,5	189

Overige kosten

De overige kosten bestaan uit kosten voor plantmateriaal, gewasbescherming, bemesting, containers, potgrond en steunmateriaal (Hortensia). De afzetkosten zijn begroot op 7 % van de omzet. Rente omlopend vermogen is begroot op 1% van de omzet.

3. Resultaten

3.1 Energieverbruik

3.1.1 Energieverbruik en CO₂-emissie

Het gasverbruik per m² bedrijfsoppervlakte, zoals dat thans via MPS (Milieu Programma Sierteelt) wordt geregistreerd, is een indicatie voor het gasverbruik in de praktijk. Binnen de MPS-registratie zijn de soorten potplanten voor het energiegebruik, verdeeld in drie categorieën. Een bedrijf valt in een bepaalde categorie als in het betreffende jaar meer dan de helft van de oppervlakte is beteeld met gewassen uit de betreffende categorie. Bedrijven tellen meestal niet het hele jaar door gewassen uit een bepaalde categorie. Dit kan het gasverbruik in sterke mate beïnvloeden. Als bijvoorbeeld in het voorjaar perkplanten worden geteeld, wordt het gasverbruik lager en bij een teelt van Ficussen wordt het gasverbruik juist hoger.

In tabel 3.1 is op basis van MPS-gegevens een indeling gemaakt in drie even grote groepen bedrijven, ingedeeld per groep naar oplopend gasverbruik. Met deze tabel wordt geïllustreerd hoe groot de verschillen in gasverbruik tussen potplantenbedrijven per MPS-groep zijn. Hierbij moet worden aangetekend dat 2002 een relatief koud jaar was.

Juist voor de bedrijven met een hoog gasverbruik en CO₂-emissie, zijn de resultaten van dit onderzoek van belang. Uit deze tabel blijkt dat er binnen dezelfde categorie potplant het gasverbruik en de CO₂-emissie sterk kunnen verschillen. Juist de bedrijven met het hoogste gasverbruik (groep 3) zullen vermoedelijk problemen krijgen in de toekomst de nog vast te stellen CO₂-emissie normen te halen.

Tabel 3.1 Indeling van het gasverbruik (m³/m².jaar) en CO₂-emissie in 2002 bij een verdeling in drie groepen (evenredig verdeeld) met het percentage gewassen in de betreffende categorie

Categorie	Groepen van gasverbruik			gemiddeld
	groep 1	groep 2	groep 3	
Gasverbruik				
Categorie 2; Hortensia	18 (97)	26 (96)	44 (96)	29
Gasverbruik				
Categorie 3; Cyclamen	17 (67)	26 (77)	48 (67)	29
Gasverbruik				
Categorie 6; Potchrysan en Poinsettia	22 (64)	33 (65)	50 (77)	34
CO ₂ -emissie				
Categorie 2; Hortensia	32	47	79	52
CO ₂ -emissie				
Categorie 3; Cyclamen	31	47	86	52
CO ₂ -emissie				
Categorie 6; Potchrysan en Poinsettia	40	59	90	61

Bron: MPS 2003; gegevens 2002.

3.1.2 Berekening energieverbruik

Het gasverbruik per weekm² is de basis voor een objectieve vergelijking van de gasverbruiken van de verschillende varianten. Een lagere stooktemperatuur heeft naast een lager gasverbruik vrijwel altijd een langere teeltduur tot gevolg. Bij overeenkomstige oppotwerken kan, doordat meer weekm² zijn verbruikt, het totale gasverbruik bij een lagere stooktemperatuur toch hoger zijn dan bij hogere stooktemperaturen. De resultaten van de berekende gasverbruiken door KASPRO, gekoppeld aan het teeltplan dat als uitgangspunt dient, staan weergegeven in tabel 3.2.

De conclusie die uit tabel 3.2 kan worden getrokken, is dat de te behalen energiebesparing per soort potplant en per variant verschilt. Voor alle potplanten levert een lagere stooktemperatuur van circa 2°C al een aanzienlijke energiebesparing op. Een verschil in energieverbruik van 0,36 m³ per weekm² (Hortensia tussen hoog en middel) leidt tot een verschil van 10 m³ per m²/jaar (bruto) voor een teeltperiode van 24 weken (tabel 3.3). Het verschil in ingestelde stooktemperatuur is voor een belangrijk deel de oorzaak van verschillen in energiebesparing tussen de soorten potplanten. Daarnaast speelt de capaciteit van het verwarmingsnet een rol, alsmede de ingestelde setpoints, met name die van de RV (minimum buis en luchtramen).

Tabel 3.2 *Het gemiddelde gasverbruik per netto weekm² per soort potplant afhankelijk van de stooktemperatuur over de hele teeltperiode*

	Stooktemperatuur			
	teeltperiode	hoog a)	middel a)	laag a)
Hortensia	week 48 - 20	1,66	1,30	0,58
Poinsettia; antiworteldoek	week 24 - 51	1,19	0,73	0,42
Poinsettia; betonvloer	week 24 - 51	1,11	0,75	0,44
Cyclamen; antiworteldoek	week 20 - 51	0,67	0,46	
Cyclamen; op goten	week 20 - 51	0,48	0,50	
Potchryasant	jaarrond	0,90	0,65	0,63

a) De ingestelde stooktemperaturen die horen bij de aanduidingen hoog, middel en laag, staan vermeld in bijlage 1.

De bijdrage van een lagere stooktemperatuur aan de energiebesparing op bedrijfsniveau wordt normaliter uitgedrukt in m³/m² per jaar. Het gasverbruik per weekm² is hiervoor in belangrijke mate bepalend. De periode waarin een potplant geteeld wordt is echter mede bepalend voor het aandeel wat deze potplant in het gasverbruik heeft. Daarom is bij potplanten die in een deel van het jaar worden geteeld, het gasverbruik gekoppeld aan de teeltperiode. In tabel 3.3 is dit weergegeven.

Tabel 3.3 *Het aardgasverbruik per teeltperiode ($m^3/(bruto)m^2$), de gasbesparing (m^3/m^2) ten opzichte van de hoogste stooktemperatuur ('hoog')*

Gewas/ teeltsysteem	Aanduiding stooktemp.	Teeltperiode	Gasverbruik	Gasbesparing t.o.v. 'hoog'
Hortensia	hoog	week 48 - 20	44	
	middel	week 48 - 20	34	10
	laag	week 48 - 20	15	29
Poinsettia; antiworteldoek	hoog	week 29 - 51	29	
	middel	week 26 - 51	20	9
	laag	week 24 - 51	12	17
Poinsettia; betonvloer	hoog	week 29 - 51	26	
	middel	week 26 - 51	21	5
	laag	week 24 - 51	13	13
Cyclamen; antiworteldoek	middel	week 20 - 52	24	
	laag	week 20 - 52	17	7
Cyclamen; goten	middel	week 20 - 52	18	
	laag	week 20 - 52	19	-
Potchryasant	hoog	jaarrond	52	
	middel	jaarrond	37	15
	laag	jaarrond	36	16

De gasbesparing van varianten met een hoge stooktemperatuur ten opzichte van een lage stooktemperatuur is maximaal $29 m^3/m^2$ bij Hortensia, wat overeenkomt met $52,2 kg CO_2$. Bij Cyclamen is bij het teeltsysteem 'goten' het gasverbruik bij een lagere stooktemperatuur zelfs iets hoger dan bij een hogere stooktemperatuur. Bij de uitsplitsing van gasverbruik per teeltfase blijkt dat er met name in de tweede en derde teeltfase nauwelijks verschil in gasverbruik is. In die fasen ligt de ingestelde stooktemperatuur van de variant 'middel' op respectievelijk 14 en $12^\circ C$ voor respectievelijk teeltfase 2 en 3 en van de variant 'laag' twee keer $12^\circ C$ in de nacht en $10^\circ C$ overdag. Juist het gasverbruik van de derde fase en in mindere mate de tweede fase drukken zwaar op het totale gasverbruik, vanwege het grote aantal benodigde weekm². Daarnaast speelt het stoken om de RV voldoende laag te houden een rol.

Dit gasverbruik is gebruikt voor het bepalen het effect van het gasverbruik op het economisch resultaat. Het produceren van hetzelfde aantal planten leidt er bij een lagere stooktemperatuur toe dat meer weekm² worden gebruikt. Het gasverbruik per 1.000 planten is de maat voor de energie-efficiëntie. In tabel 3.4 is het gemiddelde gasverbruik per 1.000 afgeleverde planten per variant gezet naast de gemiddeld benodigde weekm² per 1.000 planten. Hieruit blijkt dat een lagere stooktemperatuur lang niet altijd leidt tot een lager energieverbruik bij dezelfde productie.

Tabel 3.4 Gasverbruik per 1.000 afgeleverde planten met daarnaast de benodigde weekm² per 1.000 afgeleverde planten

Gewas/ teeltsysteem	Aanduiding Stooktemperatuur	Gemiddeld gasverbruik (m ³ / per 1.000 planten)	Gemiddeld aantal benodigde weekm ² per 1.000 planten
Hortensia	hoog	1.675	1.009
	middel	1.776	1.366
	laag	1.249	2.154
Poinsettia; antiworteldoek	hoog	1.091	917
	middel	1.110	1.521
	laag	664	1.582
Poinsettia; betonvloer	hoog	1.018	917
	middel	1.141	1.521
	laag	696	1.582
Cyclamen; antiworteldoek	middel	387	577
	laag	374	814
Cyclamen; goten	middel	306	637
	laag	427	853
Potchryasant	hoog	232	258
	middel	217	334
	laag	229	363

Relatie met temperatuurintegratie

Ten opzichte van temperatuurintegratie kan met het verlagen van de ingestelde stooktemperatuur zonder (temperatuur)compensatie een hogere energiebesparing worden gerealiseerd. Met temperatuurintegratie is in de praktijk een energiebesparing van 2,5 tot 5% per jaar gerealiseerd tegen 15% of meer in dit onderzoek berekende energiebesparing per jaar (Rijsdijk et al., 1998). Daar staat tegenover dat bij een groot aantal soorten potplanten de toepassing van temperatuurintegratie geen effect heeft op de teeltduur. Uitzondering hierop vormen Potchryasant en Begonia (Buwalda et al., 1999a en 1999b). Bij verschillende soorten potplanten zijn na toepassing van temperatuurintegratie effecten op de uitwendige kwaliteit geconstateerd (Buwalda et al., 1999a), zowel wat betreft de zwaarte als de bloeiwijze van de plant. De resultaten van recent onderzoek bij palmen liggen qua energiebesparing in het verlengde van de in dit onderzoek berekende energiebesparing, al laat de vergelijkbaarheid te wensen over. Belangrijk verschilpunt bij dit palmenonderzoek is dat in dit onderzoek temperatuurintegratie is toegepast in combinatie met lage stooktemperaturen in een zeer beperkt deel van de teelt (Korsten et al., 2005). Toepassen van temperatuurintegratie bij een lagere ingestelde stooktemperatuur zal moeilijker worden. Weliswaar wordt sneller een positief saldo aan graduren opgebouwd, aan de andere kant zullen lagere kastemperaturen dan de stooktemperatuur sneller problemen met RV enzovoort opleveren.

Relatieve luchtvochtigheid

Uit de praktijkinventarisatie uitgevoerd in dit onderzoek, is gebleken dat de relatieve luchtvochtigheid (RV) door telers als een belangrijk onderdeel van het kasklimaat wordt beschouwd. Bij veel potplanten heeft een hoge RV gedurende een langere tijd de consequentie dat Botrytis de kop opsteekt. De kritische drempelwaarde voor het uitbreken van

Botrytis is een RV van 90% gedurende langere tijd. Telers bouwen een veiligheidsmarge in en zetten hun setpoint veelal op 80 of 85%. Het handhaven van een bepaalde RV, door bijvoorbeeld het handhaven van een minimum buis en schermkier, kost extra energie. De consequentie hiervan is dat als gestookt wordt voor RV-beheersing, terwijl stoken niet nodig is voor het handhaven van de stooktemperatuur, de teelttemperatuur hoger komt te liggen dan de stooktemperatuur (bijlage 2). Tabel 3.5 laat per variant zien hoeveel uren de RV boven een bepaalde waarde is geweest. Hieruit blijkt dat ondanks de genomen maatregelen en teeltperiode, de RV altijd in meer of mindere mate, de kritische waarde van 90% overschrijdt. De belangrijkste reden hiervoor is dat het verwarmingsnet in bepaalde uren niet de warmte kan leveren die uit oogpunt van RV-beheersing wordt gevraagd. De capaciteit van het verwarmingsnet is dan te klein gebleken. Mogelijk speelt de ligging van verwarmingsbuisen hierbij een rol wat betreft de effectiviteit van de RV-beheersing. Uit resultaten van bedrijfsvergelijkend onderzoek dat in het verleden is uitgevoerd door PPO-glastuinbouw bij Cyclamen, Poinsettia en potchryasant blijkt, dat het percentage overschrijding van een kritische RV-waarde 90, 85 en 80% dat in de praktijk is gevonden, vergelijkbaar is met de KASPRO-berekening. De verschillen die er tussen bedrijven op dit punt voorkomen, bevestigen dit beeld (Bulle et al., 1999; Bulle 2002). Het gaat daarbij om geregistreerde RV-waarden boven het gewas. De RV tussen de planten is belangrijker en kan van de RV boven het gewas afwijken.

Tabel 3.5 *Percentage uren in de teeltperiode dat een bepaalde rv-waarde is overschreden (gewogen gemiddelde over de teeltfasen)*

Gewas	Aanduiding stooktemperatuur	Teeltperiode	% uren hoger dan RV 90%	% uren hoger dan RV 85%	% uren hoger dan RV 80%	RV-setpoint (%)
Hortensia	hoog	week 48 - 20	8	40	81	80
	middel	week 48 - 20	20	51	84	80
	laag	week 48 - 20	23	54	86	80
Poinsettia; antiworteldoek	hoog	week 29 - 51	6	38	91	80
	middel	week 26 - 51	11	44	77	80
	laag	week 24 - 51	15	53	87	80
Poinsettia; betonvloer	hoog	week 29 - 51	15	73	90	85
	middel	week 26 - 51	21	68	85	85
	laag	week 24 - 51	23	74	90	85
Cyclamen; antiworteldoek	middel	week 20 - 52	11	34	69	80
	laag	week 20 - 52	9	33	69	82
Cyclamen; goten	middel	week 20 - 52	8	31	66	85
	laag	week 20 - 52	7	27	68	85
Potchryasant	hoog	jaarrond	7	58	84	85
	middel	jaarrond	5	62	84	85
	laag	jaarrond	6	66	83	85

N.b. de RV is geregistreerd boven het gewas.

Het lijkt in eerste instantie vreemd dat het % RV-overschrijding bij Poinsettia (2) geteeld op betonvloer hoger is dan bij vergelijkbare varianten bij Poinsettia (1) geteeld op antiworteldoek. De reden hiervan is het verschil in RV-setpoint, die bij de teelt op betonvloer op 85% is gezet tegen 80% bij de teelt op antiworteldoek. Een hoge RV op betonvloer is door de vloerverwarming eenvoudiger te beheersen dan bij teelt op antiworteldoek.

3.2 Economisch resultaat

3.2.1 Opbrengst

Uitwendige kwaliteit

De plantkwaliteit heeft invloed op de productprijs. Onderzoek naar de relatie tussen uitwendige kwaliteit en plantwaardering, uitgevoerd in het verleden, wijst uit dat deze relatie vooral wordt bepaald door de plantkenmerken die op de veilingbrief staan vermeld (Benninga 1997a en 1997b). Het gaat daarbij vaak alleen om het plantkenmerk wat de omvang van de plant weergeeft (VBN). Voor Poinsettia, Hortensia, Potchrysan en Cyclamen is het bepalende kenmerk het aantal bloemen (bloeiwijzen of schermen). Daarnaast is de planthoogte van belang. Weliswaar wordt de teeltduur door een lagere stooktemperatuur verlengd, maar dit hoeft niet ten koste te gaan van het aantal bloemen/bloeiwijzen. Voor de onderzochte potplanten geldt dat de planthoogte, naast een lagere stooktemperatuur, wordt beïnvloed door het gebruik van remmiddelen. Een lagere stooktemperatuur hoeft dus niet altijd via de kwaliteit tot uitdrukking te komen in een lagere prijs. Sterker nog, een bij lagere temperatuur geteelde plant toont steviger/harder en zou daarom ook een hogere prijs kunnen realiseren. Over de relatie tussen de planthoogte/omvang en de stooktemperatuur is een indicatie gekregen vanuit de inventarisatie die in de praktijk is uitgevoerd (tabel 3.9). Uit deze inventarisatie blijkt dat de meningen over de gevolgen van een lagere stooktemperatuur op de uitwendige kwaliteit, verdeeld zijn.

Veilingrijpheid en bloei zijn bij bloeiende potplanten onlosmakelijk verbonden. In de meeste gevallen heeft de relatie tussen de stooktemperatuur en het moment van in bloei komen louter effect op de teeltduur en niet op de veilingprijs. Wel blijkt uit literatuur dat een lagere temperatuur in de laatste teeltfase bij Cyclamen een positieve invloed heeft op de bloeirijkdom bij afleveren (Bulle et al., 2003).

Tabel 3.6 *Relatieve productprijsverhoging (%) die nodig is om telen bij een lagere stooktemperatuur rendabeler te laten zijn dan de variant met de hoogste stooktemperatuur in dit onderzoek*

Soort potplant	Stooktemperatuur aanduiding	
	middel ten opzichte van hoog	laag ten opzichte van hoog
Hortensia	4,5	5,0
Poinsettia; antiworteldoek	-	-
Poinsettia; betonvloer	-	-
Cyclamen; antiworteldoek	9,0	
Cyclamen; goten	9,5	
Potchrysan	9,0	9,5

Vanwege de vrij grote mate van onzekerheid over de relatie tussen uitwendige kwaliteit en de prijs en de grilligheid op dit punt, is een gevoeligheidsanalyse uitgevoerd, waarbij is bepaald hoeveel procent de prijs hoger zou moeten zijn om het telen bij een lagere stooktemperatuur net zo rendabeler te laten zijn dan het telen bij een hogere stooktemperatuur. Het resultaat van deze berekening staat weergegeven in tabel 3.6.

Gezien de prijsverhogingen die nodig zijn om een teeltstrategie met lagere stooktemperatuur rendabeler te laten zijn dan een strategie met een hogere stooktemperatuur, kan worden geconcludeerd dat voor Hortensia, Cyclamen en Potchryasant zo'n teeltstrategie op het eerste gezicht geen perspectief heeft. Als Hortensia kan worden geleverd zonder penen én zonder nadelige effecten op de prijs verandert het perspectief.

Lagere stooktemperaturen bieden wel perspectief voor Poinsettia. Bij Poinsettia is de verwachting dat het effect van een lagere stooktemperatuur op de prijs neutraal is. De meningen waren van telers hierover echter verdeeld.

	productkenmerken	Invloed op de prijs
Hortensia	hardere plant	+
Poinsettia	neutraal bij langere teeldduur	O/-
Cyclamen	hardere plant; meer bloemen bij oogsten	+
Potchryasant	neutraal bij langere teeldduur	O/-

Figuur 3.7 Productkenmerken die worden beïnvloed door een lagere stooktemperatuur en het effect op de prijs (kwalitatief) (lage stooktemperatuur t.o.v. hoge stooktemperatuur)

N.b. + staat voor positief, O voor neutraal en - voor een negatief effect.

Teeltduurverlenging

Een verlaging van de stooktemperatuur resulteert in een rustiger wijze van telen dan bij een hogere stooktemperatuur. Een rustiger wijze van telen impliceert weer een langere teeltduur, wat een verlagend effect heeft op de opbrengst per weekm², als dit niet gepaard gaat met een hogere productprijs. De gemiddelde teeltduur horend bij een lagere stooktemperatuur, staat weergegeven in tabel 3.8.

Tabel 3.8 Gemiddelde teeltduur (weken) voor alle oppotweken in relatie tot de stooktemperatuur

Soort potplant	Hoge stooktemperatuur	Middel stooktemperatuur	Lage stooktemperatuur
Hortensia	10	12	18
Poinsettia (antiwortel- doek en betonvloer)	14	19	20
Cyclamen; antiwortel- doek		13	17
Cyclamen; goten		14	17
Potchryasant	9	10	11

Gevolgen voor teeltplan

Een langere teeltduur als gevolg van een lagere stooktemperatuur komt tot uitdrukking in een lager aantal afgeleverde planten per weekm². Ofwel voor de productie van hetzelfde aantal planten zijn meer weekm² nodig. In de praktijk kan dit bij seizoenproducten, als be-

drijven hetzelfde aantal planten wil blijven leveren, worden opgelost door de oppotweek eerder te plannen. Dit gaat dan wel ten koste van het aantal af te leveren planten van andere soorten potplanten in het teeltplan. Telers maken deze keuze op basis van gederfde saldo's van andere potplanten ten opzichte van het saldo van een bij lagere stooktemperaturen geteelde potplant. Valt het vervroegen van de oppotweek in de zomer, zoals bij Poinsettia het geval is, dan zal er qua saldo relatief weinig hoeven te worden ingeleverd. Bij Cyclamen en Hortensia vallen de eerste oppotweken in prijstechnisch gunstige perioden, waardoor het waarschijnlijk is dat telers zullen kiezen voor een verminderd aantal af te leveren planten. De eerste afleverweek bij Cyclamen en Hortensia valt hierdoor later in het jaar. De invloed hiervan is middels de prijs per periode in het teeltplansaldo verdisconteerd.

3.2.2 Kosten

De kostenpost die direct door een verlaging van de stooktemperatuur beïnvloedt wordt, zijn de energiekosten. Daarbij is onderscheid gemaakt naar partijniveau en het niveau van het gehele bedrijf. Door een langere teeltduur bij een lagere stooktemperatuur kan de totale energie-input per partij meer zijn geworden dan bij een hogere stooktemperatuur. Op bedrijfsniveau is het gasverbruik daarentegen dan lager geworden (zonder rekening te houden met andere teelten in het teeltplan). Een lager gasverbruik per m².jaar leidt tot hogere energiekosten per m³ verstoekt aardgas (tabel 2.2).

Verwacht wordt dat het remmiddelenverbruik samenhangt met de gehanteerde stooktemperatuur. Gezien het geringe aandeel van de kosten van remmiddelen in de totale kosten zal dit nauwelijks effect hebben op de totale kosten.

Een gevolg van een lagere stooktemperatuur kan zijn dat de uitwendige kwaliteit van een partij heterogener is. De consequentie daarvan is, dat met name het afleveren van planten meer arbeid kost. Uit de inventarisatie in de praktijk blijkt dat een aantal telers verwachten dat dit het geval zal zijn bij Poinsettia en Potchryasant. Bij Cyclamen wordt verwacht dat een lagere stooktemperatuur tot meer arbeid leidt als gevolg van meer bladvergeling gedurende de teelt. Daardoor kost het veiling klaarmaken en/of het opknappen van de plant tijdens de teelt meer tijd, waardoor de post arbeid 10% hoger uit kan vallen. Een toename van de arbeidskosten bij Cyclamen met 10% komt overeen met € 39,- per 1.000 afgeleverde planten.

Een lagere stooktemperatuur leidt tot steviger planten. Het 'Pennen' (aanbrengen van steunpennen) bij Hortensia vergt veel tijd. Bij een lage stooktemperatuur zou deze arbeidsintensieve handeling achterwege kunnen blijven. Gemiddeld kost het pennen 50% van de arbeid bij Hortensia. Het effect van het weglaten van deze arbeidshandeling bedraagt €367,- per 1000 afgeleverde planten.

Van andere kostenposten wordt verwacht dat ze niet of nauwelijks beïnvloed worden door lagere stooktemperaturen.

3.2.3 Rendement

Het totaal van saldi van de verschillende partijen vorm het rendement van een teelt.

Verschillende stooktemperaturen leiden voor partijen met dezelfde oppotweek tot verschillende saldi per weekm². Aan de ene kant leidt een lagere stooktemperatuur tot lage-

re energiekosten, aan de andere kant leidt dit tot een langere teeltduur en dus meer benodigde weekm². Dit geldt voor de situatie dat de productprijs hetzelfde is. Van alle partijen in het teeltschema is het gemiddelde saldo per weekm² berekend. In tabel 3.9 zijn deze gemiddelde rendementen per weekm² naast elkaar gezet.

Uit tabel 3.9, waarin de gemiddelde partijsaldi (van het gehele teeltplan per soort potplant) naast elkaar zijn gezet, blijkt dat de langere teeltduur sterker doorwerkt dan de lagere energiekosten, waardoor de saldi per weekm² bij een lagere stooktemperatuur lager zijn. Uitzondering hierop is Poinsettia, waar het saldo per week m² bij lagere stooktemperatuur juist hoger is. De oorzaak hiervan is dat bij Poinsettia de variant 'hoog' de kosten nauwelijks goed gemaakt worden door de opbrengsten. Bij de variant 'laag' zijn de kosten aanmerkelijk lager, waar de energiekosten een belangrijke bijdrage aan leveren, terwijl de opbrengsten nagenoeg hetzelfde zijn.

Tabel 3.9 Gemiddelde rendementen per weekm² (€/weekm²), voor vier potplanten en verschillende varianten voor de stooktemperatuur

Soort potplant	Stooktemperatuur		
	hoog	middel	laag
Hortensia	0,15	0,07	0,07
Poinsettia antiworteldoek	0,01	0,04	0,10
Poinsettia betonvloer	0,02	0,04	0,09
Cyclamen antiworteldoek	0,27	0,14	
Cyclamen goten	0,17	0,10	
Potchryasant	0,40	0,29	0,28

Hogere arbeidskosten als gevolg van meer arbeid bij een lagere stooktemperatuur leiden, tot een verslechtering van het gemiddelde saldo met zo'n €0,05/weekm².jaar (10% hogere arbeidskosten).

Als het pennen als arbeidshandeling bij Hortensia achterwege zou kunnen blijven dan zou het resultaat van de variant met lage stooktemperatuur met €0,17/m².jaar toenemen. Dit zou er dan voor kunnen zorgen dat het telen bij de laagste stooktemperatuur rendabeler is dan bij een hoge stooktemperatuur. Uit de uitgevoerde inventarisatie in Duitsland blijkt dat dit technisch bij een stooktemperatuur van 14°C of lager, mogelijk is (bijlage 5).

Een stijging van de gasprijs is in de toekomst niet ondenkbeeldig. Een stijging met 25% (commodity van 11 naar 14 ct.) heeft een verslechtering van het teeltplan-saldo/weekm².jaar tot gevolg. Op de verschillen in rentabiliteit tussen de stooktemperatuurvarianten per soort potplant heeft dit niet of nauwelijks invloed. De effecten van een hogere gasprijs per m³ bij een laag gasverbruik en relatief hogere kosten bij meer verstoekte kubieke meters, heffen elkaar op.

3.3 Remmiddelengebruik

Van de onderzochte potplanten worden in Potchryasant, Hortensia en Poinsettia remmiddelen gebruikt. Binnen het totale gebruik van chemische middelen in deze teelten, is het

aandeel van remmiddelen bij deze potplanten hoog. Het effect van een lagere stooktemperatuur op het chemische middelengebruik wordt per soort potplant behandeld. Een hogere RV leidt tot meer uitval en/of meer middelengebruik en komt als zodanig in het teeltplan-saldo tot uitdrukking.

Een lagere kasttemperatuur als gevolg van een lagere stooktemperatuur leidt tot een tragere groei. Remmiddelen worden bij veel soorten potplanten ingezet om te veel groei te beteugelen. Een belangrijk neveneffect is dat door remmiddelenverbruik een partij uniformer van uitwendige kwaliteit wordt. Uit de uitgevoerde inventarisatie blijkt dat een lagere stooktemperatuur leidt tot minder verbruik van remmiddelen. Door op de juiste momenten chemische remming toe te passen, hoeft dit niet te leiden tot minder uniformiteit, al zijn de meningen van telers hierover verdeeld. Onderzoek bij *Poinsettia* bevestigt dit beeld (Van Leeuwen, 2003). In dit onderzoek werd het remmiddelengebruik met 50% verlaagd met behoud van uitwendige kwaliteit (van 2,5 CCC per netto m² bij 20°C naar 0,8 CCC per netto m² bij 17°C). Bij *Hortensia* zal, als bij een lagere stooktemperatuur wordt geteeld, het remmiddelengebruik hetzelfde zijn dan als bij een hogere stooktemperatuur, zo bleek uit de praktijkinventarisatie. Of dit in alle situaties het geval is en hoe dit bij andere potplanten uitpakt is niet onderzocht.

3.4 Ervaringen in Duitsland

De inventarisatie op bedrijven in Duitsland bevestigen grotendeels het beeld wat de inventarisatie in Nederland, in combinatie van bestudering van de literatuur, geeft. In Duitsland ondervindt men weinig problemen met *Botrytis*, mits men tijdig 'droogstookt' als de RV te hoog wordt. De stooktemperaturen die men in Duitsland aanhoudt worden als de laagst mogelijke beschouwd. Op deze wijze geteeld wordt bij een minimaal kosten niveau een aanvaardbaar rendement behaald. Een nog lagere stooktemperatuur wordt in relatie tot de buitentemperatuur niet reëel geacht en zal leiden tot onaanvaardbaar veel *Botrytis*problemen. De afhankelijkheid van de teeltduur van de verschillende stooktemperaturen in Duitsland vormt een bevestiging van wat Nederlandse telers daarvan verwachten en de uitgangspunten in dit onderzoek.

Hortensia's geteeld bij een stooktemperatuur van 14°C zijn voldoende hard, zodat pennen niet nodig zijn. *Hortensia*'s zonder pennen zijn goed verhandelbaar. Lage stooktemperaturen hebben verder geen nadelige effecten op de kwaliteit en de brandstofintensiteit is laag (bijlage 5).

4. Conclusie en aanbevelingen

4.1 Conclusie

4.1.1 Energiebesparing

Stooktemperatuur

Gebleken is dat bij de onderzochte groep potplanten met een verlaagde stooktemperatuur op jaarbasis een gasbesparing kan worden bereikt van maximaal 13 tot 29 m³/m².jaar. De mate van besparing is naast de stooktemperatuur, afhankelijk van de teeltperiode in het jaar en de lengte van de teeltperiode. Een gasbesparing van 13 tot 29 m³/m².jaar komt overeen met een CO₂-emissie van 23 tot 52 kg CO₂/m².jaar. Een lagere stooktemperatuur leidt lang niet altijd tot een lager energieverbruik per 1.000 planten, doordat de teeltduur langer is. Bij potchrysan wordt de grootste besparing al bereikt bij de variant 'Middel' (18°C) ten opzichte van 'Hoog' (20 - 21°C). Bij Hortensia en Poinsettia bij de variant 'Laag' ten opzichte van de variant 'Hoog'. Het gasverbruik/m² van de variant hogere stooktemperatuur bij Cyclamen is bij het teeltsysteem 'Goten' praktisch even hoog als van de variant met lage stooktemperatuur. De voornaamste reden is dat in de twee laatste teeltfasen de stooktemperatuur nauwelijks verschilt. Bij het teeltsysteem op antiworteldoek is bij Cyclamen een gasbesparing berekend van 7 m³/m² per teeltperiode (van week 20 tot en met week 51).

Het verlagen van de ingestelde stooktemperatuur levert een grotere energiebesparing op dan het toepassen van temperatuurintegratie. Bijkomend effect is, dat de teeltduurvertraging bij temperatuurintegratie verschilt per soort potplant, zo blijkt uit onderzoek uit het verleden (Buwalda 1999a en 1999b, Rijdsijk 1998). Toepassing van temperatuurintegratie heeft zwaardere planten tot gevolg en verder kwaliteitneutraal zijn, maar kan positieve/negatieve of neutrale effecten hebben op de kwaliteit (Buwalda 1999). Toepassen van temperatuurintegratie bij een lagere stooktemperatuur zal moeilijker worden. Weliswaar wordt gemakkelijker een positief saldo van graaduren opgebouwd, aan de andere kant zullen naarmate de ingestelde stooktemperatuur lager ligt, nog lagere temperaturen moeilijker te realiseren zijn, zonder dat problemen met RV enzovoort optreden.

Relatieve luchtvochtigheid

De invloed van het handhaven van een voldoende lage RV doet de mogelijkheden van energiebesparing door een lagere stooktemperatuur deels teniet. Juist bij een lagere stooktemperatuur zal de relatieve luchtvochtigheid eerder de grens van 90% overschrijden. Overschrijdt de RV te vaak en vooral te lang de kritische grens, dan is de consequentie bij veel soorten potplanten een sterk oplopend uitvalspercentage en/of een veel hoger gewasbeschermingsmiddelen gebruik, zo is uit de voor dit onderzoek uitgevoerde praktijkinventarisatie gebleken. Het is zeer waarschijnlijk dat optreden van Botrytis op langere termijn negatieve gevolgen heeft voor de productprijs. Bij een hogere RV-setpoint, bijvoorbeeld van 85% in plaats van 80%, is het gevolg dat de 90%-RV-grens vaker wordt

overschreden dan bij een lagere RV-setpoint. Vooral bij lagere stooktemperaturen komen overschrijdingen van de 90%-grens van meer dan 20% van de tijd voor, zo is uit de KASPRO-berekeningen gebleken. Daarbij spelen de capaciteit van het verwarmingsnet en de ligging van de buizen een rol. Bij de teelt op betonvloer, heeft een lagere stooktemperatuur geen of minder effect op het overschrijden van de kritische 90%-RV-grens dan bij de teelt op anti-worteldoek. Door een hogere RV-setpoint bij betonvloer ten opzichte van anti-worteldoek kan het resultaat toch een vaker overschrijden van de kritische grens van 90% tot gevolg hebben, wat wordt geïllustreerd door de resultaten bij Potchryasant.

4.1.2 Rentabiliteit

Rendement

Uitgezonderd Poinsettia, leidt een verlaging van de stooktemperatuur tot een sterke verlaging van het rendement, als de effecten op de opbrengst en de arbeidskosten neutraal worden verondersteld. Bij Poinsettia is de opbrengstderving als gevolg van een lagere stooktemperatuur beperkt. Samen met lagere kosten resulteert dit in een rendement dat bij lagere stooktemperatuur hoger is. Bij Hortensia zal het weglaten van 'het pennen' tot gevolg hebben, dat de arbeidskosten sterk afnemen, waardoor het rendement bij een lagere stooktemperatuur hoger is dan bij een hogere stooktemperatuur. De handel dient dit dan wel te accepteren en te waarderen. Bij Hortensia is een 5% hogere prijs nodig, wat in combinatie met het weglaten van pennen wel reëel is. In combinatie met het weglaten van de arbeidshandeling 'pennen', biedt dit voor Hortensia perspectief. Bij Cyclamen en potchryasant is een 9% hogere prijs nodig om de balans ten gunste van bij lagere stooktemperaturen geteelde planten te doen omslaan. Dit lijkt niet reëel, ook al zijn de planten harder en hebben ze bij Cyclamen op het aflevermoment meer bloemen, zoals de verwachting is (Bulle et al., 2003).

Gevolgen voor teeltplan

Bij de soorten potplanten die niet jaarrond worden geteeld, zoals Poinsettia, Hortensia en in dit onderzoek Cyclamen, is het gevolg van een langere teeltduur dat de eerste oppotweek een aantal weken naar voren schuift. Om hetzelfde aantal planten af te leveren, zullen meer weekm² nodig zijn. Het gevolg hiervan is dat de kasruimte eerder beschikbaar moet zijn, wat weer gevolgen heeft voor de voorafgaande teelt. Van de voorafgaande teelt zullen minder planten worden afgeleverd. De gederfde winst van de voorafgaande teelt, komen als kosten ten laste van de teelt erna. Het alternatief is de eerste oppotweek niet te vervroegen met als gevolg dat minder planten afgeleverd worden, waarvoor hetzelfde aantal weekm² nodig zijn. Het eerst geschetste scenario is het meest waarschijnlijke, als de eerste oppotweken in de zomer vallen zoals bij Poinsettia het geval is (vermoedelijk relatief weinig gederfde winst). Als de laagste stooktemperaturen zouden worden toegepast, betekent dit voor Poinsettia dat de eerste oppotweek 4 à 5 weken naar voren schuift, bij hetzelfde aantal te produceren planten.

Hogere aardgasprijs

Een verhoging van de aardgasprijs met 25% heeft tot gevolg dat het rendement van alle teelten sterk terugloopt. De verschillen in rendement tussen de stooktemperatuurvarianten

per potplant blijven nagenoeg gelijk omdat de effecten van een hogere gasprijs per m³ bij een laag gasverbruik en relatief hogere kosten bij meer verstoekte kubieke meters, elkaar grotendeels opheffen.

4.1.3 Remmiddelenverbruik

In het algemeen geldt dat bij tragere vegetatieve groei er minder remmiddelen nodig zijn om de groei te beteugelen. Van de vier onderzochte soorten potplanten worden remmiddelen toegepast bij Potchrysan, Hortensia en Poinsettia. In een temperatuuronderzoek bij Poinsettia bleek het remmiddelengebruik bij lagere stooktemperaturen met 50% te kunnen worden verlaagd (Van Leeuwen 1999) bij een stooktemperatuur van 17°C ten opzichte van 20°C. Uit de inventarisatie in de praktijk blijkt dat dit ten koste gaat van de gelijkmatigheid in uitwendige kwaliteit. De raskeuze speelt hierbij ook een belangrijke rol.

4.1.4 Slotconclusie

Bij alle vier de onderzochte potplanten levert een verlaging van de stooktemperatuur een aanzienlijke energiebesparing van maximaal 13 tot 29 m³ gas/m².jaar en dien ten gevolge verlaging van de CO₂-emissie van 23 tot 52 kg/m² op. Daarbij kan de RV op een aanvaardbaar niveau blijven, zodat de ziektedruk gelijk blijft. Daar tegenover staat, dat met uitzondering van Poinsettia, het rendement van de andere onderzochte potplanten lager zal zijn, ten opzichte van telen bij een hogere stooktemperatuur.

Bij Hortensia bestaat de mogelijkheid de arbeidskosten te verlagen waardoor het rendement van bij lage stooktemperaturen geteelde planten juist hoger wordt.

De prijsverhoging ten gevolge van verbeterde uitwendige kwaliteit moet bij potchrysan en Cyclamen tenminste 9% hoger zijn, ten opzichte van het bij hogere temperaturen geteelde product om rendabeler te zijn dan in de huidige situatie. Dit lijkt niet reëel.

De resultaten per potplant illustreren het eigen specifieke karakter van de verschillende potplanten in relatie tot de stooktemperatuur. In dit onderzoek zijn vier bloeiende potplanten onderzocht. De resultaten van deze vier soorten potplanten kunnen niet zomaar worden doorgetrokken naar het hele sortiment potplanten en dan met name niet naar bladplanten. Wel geeft het perspectief van met name Poinsettia en Hortensia aan dat er mogelijkheden zijn voor bijvoorbeeld Begonia. Dat lagere stooktemperaturen met name bij Poinsettia tot op heden niet of nauwelijks worden toegepast heeft vooral te maken met de onzekerheden die aan deze wijze van telen kleven. Met name de verwachting dat het uitvalspercentage door het optreden van ziekten toe zal nemen wat gepaard gaat met een mindere uitwendige kwaliteit heeft telers ervan weerhouden bij lagere stooktemperaturen te gaan telen.

Een systeem van verhandelbare CO₂-emissie rechten in de nabije toekomst kan er toe bijdragen dat het aanhouden van een lagere stooktemperatuur aantrekkelijker wordt. Het prijskaartje wat aan het aankopen van CO₂-rechten hangt en de grens waarboven deze rechten aangekocht dienen te worden, zullen bepalend zijn voor de mate waarin het aanhouden van lagere stooktemperaturen het rendement kan verbeteren.

4.2 Aanbevelingen

Praktijkonderzoek

Het telen bij een lage stooktemperatuur is nog met een aantal onzekerheden omgeven en biedt voor met name Poinsettia en Hortensia zeker perspectief. De inventarisatie in dit onderzoek heeft duidelijk gemaakt, dat de effecten van deze wijze van telen nogal wat onzekerheden kleven, zoals met betrekking tot de gevolgen voor de kwaliteit en het optreden van meer uitval. Daarom lijkt het gerechtvaardigd voor een aantal soorten potplanten, waarvoor dit perspectief biedt, een praktijkproef op te zetten met lage stooktemperaturen. Hierbij moet ook zeker aandacht worden geschonken aan de uitwendige kwaliteit van het bij lage temperaturen geteelde product en hoe dit door de handel wordt gewaardeerd. Een praktijkproef levert niet alleen veel gegevens op over rendement, energieverbruik, remmidenverbruik, kwaliteit en RV-beheersing, het is ook een goede manier om telers kennis te laten nemen van een andere wijze van telen. Een dergelijke proef zou gestalte kunnen krijgen op enkele bedrijven, die al bij een lage stooktemperatuur telen, intensief te volgen voor bovengenoemde aspecten.

Verbreding naar andere soorten potplanten

Er is nog weinig kennis van het effect van lagere stooktemperaturen bij andere soorten potplanten en dan met name bladplanten. Met een vergelijkbaar onderzoek als dit onderzoek, uitgevoerd bij bladplanten, kan worden bepaald wat het perspectief voor deze groep van potplanten is.

Selectie op temperatuurtolerantie

Uit de inventarisatie in de praktijk is gebleken dat het telen bij een lage stooktemperatuur niet rendabel is zolang geen rassen worden geteeld die relatief goed te telen zijn bij lagere temperaturen. De mogelijkheden bij het Poinsettia zijn hiervan een voorbeeld. Om duidelijk te maken welke rassen het meest geschikt zijn voor het telen bij lage stooktemperaturen zou een vergelijkende praktijkproef kunnen worden opgezet. Het telen van de meest geschikte rassen zou het rendement aanzienlijk kunnen verbeteren.

Een tweede stap zou kunnen zijn om temperatuurtolerantie als belangrijk criterium in de selectie van nieuwe rassen mee te nemen of een veredelingsprogramma voor een aantal potplanten op te zetten, waarbij temperatuur-tolerantie na sierwaarde het meest belangrijke selectiecriterium is, zoals bij Poinsettia al gebeurd is. Daarbij dient aandacht te worden geschonken aan het verschil in temperatuurbehoefte per teeltfase.

Gewasverdamping

Uit de berekeningen met KASPRO is gebleken dat de verdamping van het gewas een grote invloed heeft op de RV. Het bereiken van een voldoende lage RV kost echter veel extra energie. Er is in dit onderzoek gekozen voor het meest waarschijnlijke verloop van de gewasverdamping, maar hierover bestaat nog veel onzekerheid. Gepleit wordt dan ook een onderzoek te starten waarin wordt vastgesteld hoe groot de verdamping van een aantal potplanten is, afhankelijk van de buitenomstandigheden. Uit efficiency oogpunt valt het aan te bevelen een dergelijk onderzoek onderdeel te laten uitmaken van een praktijkproef, waarbij een verband kan worden gelegd tussen gewasverdamping, RV tussen de planten, RV boven het gewas en allerlei factoren die hierop van invloed zijn.

Literatuur

Benninga, J. en H. Scholten, *Methode voor het maken en gebruiken van saldobegrotingen voor potplanten met als voorbeeldgewas Kalanchoe*, PBN-rapport 54, Aalsmeer 1988.

Benninga, J., *Plantkenmerken in relatie tot plantwaardering door consumenten en handel en in relatie tot de veilingprijs bij Hortensia*, Proefstation voor bloemisterij en glasgroente, Rapportnr. 78, Aalsmeer 1997a.

Benninga, J., *Plantkenmerken in relatie tot veilingprijs, plantwaardering door consumenten en handel bij Poinsettia*, Proefstation voor bloemisterij en glasgroente, Rapportnr. 111, Aalsmeer 1997b.

Bot, G.P.A. *Greenhouse climate: from physical processes to a dynamic model*. Ph. D. dissertation, Agricultural University Wageningen, 1983.

Bulle, A. en M. ten Hoope, *Invloed van de temperatuur aan het eind van de teelt op houdbaarheid Cyclamen*, Praktijkonderzoek plant en omgeving BV; Sektor glastuinbouw. PPO-intern rapport 133093, Aalsmeer 2003.

Bulle, A., J. Benninga en M. ten Hoope, *Bedrijfsvergelijkend onderzoek houdbaarheid Cyclamen*, Proefstation voor Bloemisterij en Glasgroente. Rapport 302, Aalsmeer 2000.

Bulle, A., *Bedrijfsvergelijkend onderzoek houdbaarheid Poinsettia*, Invloed van de teelt op de houdbaarheid van Poinsettia, Praktijkonderzoek plant en omgeving BV; Sektor glastuinbouw, PPO-Rapport GT 133010. Aalsmeer 2003.

Buwalda, F., *Mogelijkheden voor energiebesparing door temperatuurintegratie bij siergewassen*; Literatuuroverzicht, PBG, Aalsmeer 1999.

Buwalda, F., B. Eveleens en R. Wertwijn, *Mogelijkheden voor energiebesparing door temperatuurintegratie bij siergewassen*, Een inventarisatie van kritische processen bij zes siergewassen, PBG, Aalsmeer 1999a.

Buwalda, F., B. Eveleens en R. Wertwijn, *Mogelijkheden voor energiebesparing door temperatuurintegratie bij siergewassen*, Effecten van lichtniveau, temperatuurniveau en wachttijd op de integratiecapaciteit van Ficus, Kalanchoe, Gerbera en roos, PBG, Aalsmeer 1999b.

Buwalda, F., A.A. Rijdsdijk, G.J.L. van Leeuwen, A. Hattendorf en J.V.M. Vogelesang, *Mogelijkheden voor energiebesparing door temperatuurintegratie bij siergewassen, Toetsen van een meerdaagse integrerende temperatuurregeling onder realistische teeltomstandigheden*. PBG, Aalsmeer 1999.

Gemert, J. van, C. Ploeger en M.N.A. Ruijs, *Perspectieven van gesloten bedrijfssystemen voor potplanten, Proefstation voor Bloemisterij en Glasgroente*. Rapport 65, Aalsmeer 1996.

Klapwijk, A.P., *Bedrijfs-economische kostenanalyse van de teelt van Hydrangea Macrophylla (Hortensia)*. Landbouwwuniversiteit Wageningen, vakgroep Agrarische Bedrijfseconomie, Stageverslag, Wageningen 1996.

Korsten, P. en A. de Gelder, *Temperatuurgrenzen palmen, Temperatuurgrenzen bij gebruik van temperatuurintegratie bij palmen*, Praktijkonderzoek Plant & Omgeving, Naaldwijk 2005.

Leeuwen, G. van, *Het telen van Poinsettia bij 17 en 20°C*. PBG, Aalsmeer 1999.

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

Rijdsdijk, A.A., J.V.M. Vogelesang, G.J.L. van Leeuwen, F.R. van Noort, G. Heij, G.E. Mulderij, J. de Hoog, H. Jasperse (DLV), *Temperatuurintegratie op etmaalbasis, Onderzoek op PBG en praktijkbedrijven bij potplanten, roos en paprika*. PBG, Naaldwijk 1998.

Rijssel, E. van, *Stoken met voorbedachten rade*. LEI-DLO, Den Haag 1983.

VBN, *Productspecificaties voor Chrsanthum indicum (2000), Hydrangea macrophylla (2003), Euphorbia pulcherrima (Poinsettia) (2000) en Cyclamen (1999)*.

VBN, *Statistiekboek 2003*.

Welles, G., H. Verberkt, C. Vonk Noordegraaf, B. Mulderij, J. Benninga, A. Kromwijk en L. Stapel, *Ontwikkeling van een methodiek voor de routing en het screenen van nieuwe potplanten, kuipplanten en eenjarige zomerbloeiërs*. Proefstation voor Bloemisterij en Glasgroente, Rapport 183, Aalsmeer 1999.

Woerden, S.C. van, *Kwantitatieve informatie voor de Glastuinbouw 2003 - 2004; Groenten, Snijbloemen, Potplanten*. Praktijkonderzoek plant en omgeving BV, Sector glastuinbouw, Naaldwijk 2003.

Bijlage 1. Gerealiseerde gemiddelde kasttemperatuur in relatie tot de ingestelde stooktemperatuur, per soort potplant per teeltfase

plant	variant	Teeltfase	Stooktemperatuur (°C)		
			dag	nacht	gemiddelde gerealiseerde teelttemperatuur
Hortensia	hoog	1, 2 en 3	20	20	20,1
	middel	1 en 2	18	18	18,5
		3	18	16	16,8
	laag	1, 2 en 3	12	12	13,2
Cyclamen	middel; antiworteldoek	1	18	18	19,5
		2 en 3	16	16	18,2
	laag; antiworteldoek	1	14	14	17,2
		2 en 3	12	12	16,9
	middel; goten	1	18	18	19,9
		2	14	14	17,6
	laag; goten	3	12	12	17,0
		1	14	14	17,6
		2 en 3	10	10	16,7
Poinsettia	hoog; antiworteldoek	1	21	21	21,7
		2	20	20	20,9
		3	19	19	20,2
	middel; antiworteldoek	1	18	18	19,4
		2 en 3	17	17	18,7
	laag; antiworteldoek	1	17	17	18,7
		2	14	14	17,6
	hoog; betonvloer	1	21	21	21,8
		2	20	20	21,0
		3	19	19	20,3
	middel; betonvloer	1	18	18	19,5
		2 en 3	17	17	18,8
	laag; betonvloer	1	17	17	18,8
		2 en 3	14	14	17,8
Potchrysan	hoog	1	20	20	21,3
		2	21	21	22,1
	middel	1	18	18	20,0
		2	18	18	20,0
	laag	1	16	16	18,3
		2	16	16	18,3

Bijlage 2. Overzicht van het RV-setpoint, de maximum-buistemperatuur van het grootste verwarmingsnet en de maximale warmteafgifte van alle verwarmingsnetten, rekening houdend met de maximum-buistemperaturen van de betreffende verwarmingsnetten en de gemiddelde teelttemperatuur per variant

potplant	variant	RV-setpoint	Maximale warmte afgifte verwarmings-systemen (W/m ²)	Maximum buistem- peratuur (°C) grootste net
Hortensia	hoog	80	119	70
	middel	80	123	70
	laag	80	142	70
Cyclamen	middel; antiworteldoek	80	80	60
	laag; antiworteldoek	80	86	60
	middel; goten	85	122	60
	laag; goten	85	128	60
Poinsettia	hoog; antiworteldoek	80	127	70
	middel; antiworteldoek	80	136	70
	laag; antiworteldoek	80	147	70
	hoog; betonvloer	85	102	70
	middel; betonvloer	85	110	70
	laag; betonvloer	85	117	70
Potchrysan	hoog	85	101	60
	middel	85	104	60
	laag	85	114	60

Bijlage 3. Bepaling van teeltsaldo per 1000 afgeleverde planten (partij) en teeltplansaldo (rendement); voorbeeld Cyclamen; twee opeenvolgende op-potweken bij lage temperatuur

Saldobepaling	per 1.000	Totaal
Oppetweek	20	
Afleverweek	39	
Opbrengst	1.275,3	22.955,4
Plantmateriaal	300	6.000
Gewasbesch enzovoort	70	1.260
Potgrond	40	800
Container	40	800
Arbeid	390	7.020
ROV	12,753	229,554
Fust	95	1.710
Afzetkosten	89,271	1.606,878
Energiekosten	51,30	923,323
Totale kosten	1.088,32	20.349,75
Saldo	186,9803	26.05,645
Saldo/weekm ²		0,186201

Teeltplan Cyclamen bij lage stooktemperatuur (netto m² per 1000 planten per week).

		Ruimte per week														
oppotweek	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	
20	312,5	312,5	312,5	312,5	312,5	606,3	606,3	606,3	606,3	606,3	1566,7	1566,7	1566,7	1566,7	1566,7	
21		312,5	312,5	312,5	312,5	312,5	606,3	606,3	606,3	606,3	606,3	1566,7	1566,7	1566,7	1566,7	
22			312,5	312,5	312,5	312,5	312,5	606,3	606,3	606,3	606,3	606,3	1566,7	1566,7	1566,7	
23				312,5	312,5	312,5	312,5	312,5	606,3	606,3	606,3	606,3	606,3	1566,7	1566,7	
24					312,5	312,5	312,5	312,5	312,5	606,3	606,3	606,3	606,3	606,3	1566,7	
25						312,5	312,5	312,5	312,5	312,5	606,3	606,3	606,3	606,3	606,3	
26							312,5	312,5	312,5	312,5	312,5	606,3	606,3	606,3	606,3	
27								312,5	312,5	312,5	312,5	312,5	606,3	606,3	606,3	
28									312,5	312,5	312,5	312,5	312,5	606,25	606,25	
29										312,5	312,5	312,5	312,5	312,5	606,25	
30											312,5	312,5	312,5	312,5	312,5	
31												312,5	312,5	312,5	312,5	
32													312,5	312,5	312,5	
33														312,5	312,5	
totaal	312,5	625,0	937,5	1250,0	1562,5	2168,8	2775,0	3381,3	3987,5	4593,8	6160,4	7727,1	9293,8	10547,9	11802,1	
36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52
1566,7																
1566,7	1566,7															
1566,7	1566,7	1566,7														
1566,7	1566,7	1566,7	1566,7													
1566,7	1566,7	1566,7	1566,7	1566,7												
1566,7	1566,7	1566,7	1566,7	1566,7	1566,7											
606,3	1566,7	1566,7	1566,7	1566,7	1566,7	1566,7										
606,3	606,3	1566,7	1566,7	1566,7	1566,7	1566,7	1566,7									
606,25	606,25	606,25	606,25	1566,7	1566,67	1566,67	1566,67	1566,67	1566,67	1566,67						
606,25	606,25	606,25	606,25	606,25	1566,7	1566,67	1566,67	1566,67	1566,67	1566,67	1566,67					
606,25	606,25	606,25	606,25	606,25	606,25	1566,7	1566,67	1566,67	1566,67	1566,67	1566,67	1566,67				
312,5	312,5	606,25	606,25	606,25	606,25	606,25	606,25	1566,7	1566,67	1566,67	1566,67	1566,67	1566,67			
312,5	312,5	312,5	606,25	606,25	606,25	606,25	606,25	606,25	606,25	1566,67	1566,67	1566,67	1566,67	1566,67	1566,67	1566,67
312,5	312,5	312,5	312,5	606,25	606,25	606,25	606,25	606,25	606,25	1566,67	1566,67	1566,67	1566,67	1566,67	1566,67	1566,67
13056,3	12450,0	12137,5	10864,6	10258,4	9652,1	9045,9	7479,2	6872,9	7833,4	6266,7	4700,0	3133,3	3133,3	1566,7	1566,7	0,0

Bijlage 4. Productprijzen per maand, gemiddelde over 2001, 2003 en 2003 (€/stuk)

Maand	Hortensia	Cyclamen	Poinsettia	Potchrysan
Januari				0,66
Februari	2,74			0,60
Maart	3,00			0,61
April	2,92			0,65
Mei	2,89			0,60
Juni				0,64
Juli				0,57
Augustus		1,07		0,57
September		1,17	1,24	0,62
Oktober		1,20	1,04	0,61
November		1,29	1,04	0,60
december		1,31	0,92	0,75

Bron: VBN 2003.

Bijlage 5. Verslag per bedrijf; inventarisatie in Duitsland

Bedrijf	Gewas	Stooktemperatuur dag (°C)	Stooktemperatuur nacht (°C)	Oppotweek	Afleverweek	Maatregel(en) vochtproblemen	Bijzonderheden
1	Hortensia	16	16	49 - 2	8 - 12	luchtsetpoint	geen pennen
2	Hortensia	18	14	48 - 4	10 - 18		geen pennen
3	Poinsettia	18	18	27	50	tijdens verduisterings-periode (week 37-41)	3 á 4 keer per teelt remmen met CCC
4	Poinsettia	17	17	24 - 28	46 - 50	luchtsetpoint	
5	Poinsettia	14	14	28	50	iets bij verwarmen	
6	Poinsettia	18	18	30	46	droogstoken	weinig botrytis
7	Cyclamen	15	15	24 - 28	38 - 42	Botrytis bestrijding met chemische middelen	vrij kleine plant verwachting hogere stooktemperatuur: meer ziekteproblemen; lage verwarmings-capaciteit zomerperiode geen kwaliteitsproblemen zomerperiode
8	Cyclamen	14	14	30	43		
9	Cyclamen	14	14	24	40	droogstoken	
10	Potchrysan	14	14	30	40		
11	Potchrysan	14	14	18	31		