

Mobysant Energie-aspecten

Naar 30% energiebesparing per eenheid product



E.A. van Os, F.L.K. Kempkes, E. Pekkeriet, J. Pilkes, G.J. Swinkels

Rapport 495



Colofon

Titel	Mobysant Energie-aspecten
Auteur(s)	E.A. van Os, F.L.K. Kempkes, E. Pekkeriet, J. Pilkes, G.J. Swinkels
A&F nummer	A&F 495
ISBN-nummer	ISBN 90-6754-939-8
Publicatiedatum	december 2005
Vertrouwelijk	Nee
OPD-code	
Goedgekeurd door	E. Pekkeriet

Agrotechnology & Food Innovations B.V.
P.O. Box 17
NL-6700 AA Wageningen
Tel: +31 (0)317 475 024
E-mail: info.agrotechnologyandfood@wur.nl
Internet: www.agrotechnologyandfood.wur.nl

© Agrotechnology & Food Innovations B.V. versie 3, 03-11-2004.

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden veelevoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand of openbaar gemaakt in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, hetzij mechanisch, door fotokopieën, opnamen of enige andere manier, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de uitgever. De uitgever aanvaardt geen aansprakelijkheid voor eventuele fouten of onvolkomenheden.

All rights reserved. No part of this publication may be reproduced, stored in a retrieval system of any nature, or transmitted, in any form or by any means, electronic, mechanical, photocopying, recording or otherwise, without the prior permission of the publisher. The publisher does not accept any liability for inaccuracies in this report.



Het kwaliteitsmanagementsysteem van Agrotechnology & Food Innovations B.V. is gecertificeerd door SGS International Certification Services EESV op basis van ISO 9001:2000.

Samenvatting

Mobysant is een teeltconcept in ontwikkeling met als doel de rentabiliteit van de teelt van snijchrysanten te verbeteren door verhoging van de energie-efficiëntie via een doorbraak in het teeltsysteem. In het nieuwe concept wordt los van de grond in goten dan wel bakken geteeld waardoor mogelijkheden ontstaan van wijderzetten en compartimentering van de teeltruimte. Het resultaat moet een rendabel teeltsysteem zijn waarin 30% energie wordt bespaard per eenheid product, efficiënter met licht en warmte wordt omgegaan door het klimaat in de verschillende teeltfasen beter te regelen, energie wordt bespaard doordat niet meer hoeft te worden gestoomd en waarin een absolute energiebesparing van 10% per m² wordt bereikt.

In dit project is uitgerekend of de beoogde energiebesparing en efficiëntieverbetering behaald kunnen worden. Dit is gedaan aan de hand van ervaringen die zijn opgedaan in de Fides proefkas, waar een eerste versie van het nieuwe teeltconcept wordt getoetst. De ervaringen van deelnemende telers met onderdelen van het teeltconcept en met behulp van een LEI rekenprogramma, zijn de producties in verschillende scenario's nauwkeurig ingeschat. Het A&F rekenprogramma KASPRO is gebruikt om het energieverbruik te berekenen.

Mobysant bereikt met de teelt in goten, zoals die momenteel wordt uitgevoerd, een productiestijging van 25% t.o.v de teelt in grond (van 294 naar 368 takken per jaar). Het energieverbruik per tak is dan gedaald met 21% van 5,30 naar 4,19 MJ per tak, hetgeen lager is als de GLAMI doelstelling voor 2010 (5,5 MJ/tak). De verbeterde energie-efficiëntie kan bij een gelijkblijvende takproductie in de Nederlandse chrysantensector leiden tot een 5,7% kleinere uitstoot van CO₂ volgens de normen van het Kyoto-protocol. De energiebesparing in Mobysant wordt groter indien het stomen van de grond en het bewortelen van het stek worden meegerekend. 28% energiebesparing per tak is dan mogelijk (uitgangspunt 5,66 MJ/tak in de grondteelt). Verdere productiestijging (tot 33%) is mogelijk als met name de teeltduur wordt verkort in LD of KD. In dat geval is een energiebesparing per tak mogelijk van 27% bij de teelt en tot 33% als stomen en bewortelen worden meegerekend. De gotenteelt is veel productiever en energie-efficiënter dan de bakkenteelt. In de bakkenteelt is de productie gelijk aan die in grond, maar is het energieverbruik per tak hoger. De absolute energiebesparing is niet de verwachte 10%, maar slechts 2-4%. Ontsmetten van de voedingsoplossing kost veel energie omdat veel water wordt rondgepompt (voedingsfilmsysteem). Slimme oplossingen kunnen echter de extra energie-input beperken tot minder dan 1 MJ/tak indien de voedingsoplossing via verhitten wordt ontsmet. In dat geval wordt de GLAMI doelstelling waarschijnlijk net gehaald.

Toepassing in de reguliere grondteelt

Resultaten uit dit onderzoek kunnen, met aanpassingen, ook zorgen voor een verbetering van de energie-efficiëntie in de reguliere grondteelt. Als beworteld stek enkele dagen, in al of niet aangepaste plantdichtheid, dichter bij elkaar kunnen worden gehouden is een flinke energiebesparing per tak mogelijk. Overwogen kan worden om de LD als een substraatteelt uit te voeren (al of niet bij vermeerderaar, in grotere potten, met tussentijds wijderzetten) en pas bij het begin van de KD in de grond wordt uitgeplant. Dit zou een vergelijkbare energiewinst per tak

opleveren als bij Mobysant. Minder licht in de laatste fase van de KD is een ander aspect dat in de grondteelt kan worden toegepast door een deel van de lampen uit te schakelen. Hiervoor moeten de regeling wel worden aangepast.

Nog steeds wordt de teelt van chrysanten op het Mobysant systeem concept verbeterd. Verdere productiestijgingen en verbeteringen van de energie-efficiëntie zijn mogelijk maar beperkt en moeten worden gevonden in een kortere teeltduur in met name de LD en KD fasen en het langer bij elkaar houden van de planten (uitstellen van het moment van wijderzetten).

Het systeem heeft toekomstperspectief. Na verwachting zal in 2006 het eerste bedrijf operationeel worden gemaakt met het Mobysant teeltsysteem. Daarna zullen bedrijven elkaar snel opvolgen. Onder meer omdat er een groot perspectief ontstaat om vergaande mechanisatie door te voeren bij planten, oogsten en knoppen. Maar ook omdat in Mobysant de grenzen van voeding, klimaatzones, substraatkeuze en systeemtechniek nog nauwelijks zijn verkend.

Inhoudsopgave

Samenvatting	3
1 Inleiding	6
1.1 Probleemstelling	6
1.2 Doelstelling	8
2 Methoden	10
2.1 Klimaatinstellingen	10
2.2 Teeltfasen	12
3 Resultaten	16
3.1 Vergelijking temperaturen in Fides proefkas	16
3.2 Berekening energieverbruik in grondteelt en Mobysant scenario's	18
3.3 Gevoeligheid van instellingen	21
3.4 Ontsmetten van de voedingsoplossing	21
4 Discussie	23
5 Conclusies	27
Literatuur	28
Dankbetuiging	29
Bijlage 1: Klimaatinstellingen Fides proefkas	30

1 Inleiding

Binnen de chrysantensector staan marges onder druk. Procesverbeteringen zijn nauwelijks voldoende gebleken om structureel betere bedrijfsresultaten te genereren. Tevens is de druk van buitenaf om schoner te produceren blijvend aanwezig:

“De chrysantenteelt moet een slag richting duurzaamheid maken” (Concept-Meerjarenvisie Chrysant van de Landelijke Commissie Chrysant van het LTO in samenwerking met het Productschap Tuinbouw, maart 2004).

Om deze reden is een groep kwekers opgestaan die zoekt naar een sprongwijze vernieuwing waardoor er weer nieuwe dynamiek in de sector komt. De initiatieven zijn steeds afgestemd met de Landelijke Commissie Chrysant van LTO Groeiservice omdat de initiatiefnemers een sectorbrede aanpak nastreven.

Doel van deze groep is het ontwerpen van een mobiel teeltsysteem, waarbij chrysanten op water of substraat geteeld worden en waarop planten wijder gezet kunnen worden. Hierdoor ontstaan voordelen als een aanzienlijk betere ruimtebenutting, groeiversnelling, besparing op arbeid, energie en gewasbescherming. Dit heeft vorm gekregen in een overkoepelend project Mobysant Systeemontwerp met daaraan gekoppeld deelprojecten om specifieke doelstellingen te behalen of door te rekenen. Het voorliggende rapport bespreekt de potentiële energiebesparing die met Mobysant bereikbaar is of zou moeten zijn.

1.1 Probleemstelling

Binnen het project Mobysant worden onderstaande facetten beschouwd als zijnde van invloed op het energieverbruik. Het is echter vooraf niet te zeggen in hoeverre de beoogde energiebesparing en efficiëntieverbetering kunnen worden behaald. Dit project dient hierover uitsluitsel te geven.

1. Productieverhoging

Een belangrijke factor in het geheel is de te verwachten productieverhoging van 30% per m² per jaar vanwege een hogere ruimtebenutting in het begin van de teelt en het snel kunnen wisselen van teelt na de oogst. De productieverhoging vindt plaats binnen hetzelfde teeltregime als in de gangbare teelt, dus voor maximaal dezelfde energie-input, derhalve een besparing van 30% energie per eenheid product. Uitgaande van een energieverbruik van 8,3 MJ per tak per jaar (tabel 1) moet een toekomstige energie-input van minder dan 6 MJ/tak haalbaar zijn.

Tabel 1: Energieverbruik per m² en per eenheid product (MJ/tak) bij een traditionele grondteelt.

Belichtingsniveau in W/m ²	35 (4000 lux)	55 (7000 lux)
Elektraverbruik (kWh/m ² /.jr)	77	121
Gasverbruik verwarmen (m ³ /m ² .jr)	35	31
Gasverbruik stomen (m ³ /m ² .jr)	4	4
<i>Per eenheid product:</i>		
Takopbrengst (m ² /jr)	250	278
Elektraverbruik (MJ/m ² /.jr)	693	1089
Gasverbruik verwarmen (MJ/m ² .jr)	1230	1090
Gasverbruik stomen (MJ/m ² .jr)	140	140
Totaal energieverbruik per m ² per jaar (MJ)	2063	2319
Totaal energieverbruik per tak per jaar (MJ)	8,25	8,34

2. Teeltfasen en compartimentering

In de gangbare teelt bestaat een kas uit slechts enkele klimaatgroepen. Onder een klimaatgroep wordt verstaan een deel van de kas met eigen instellingen voor verwarming, luchting en scherming (inclusief verduistering). Hoe meer klimaatgroepen (virtuele compartimenten), des te meer mogelijkheden om per kleinere eenheid het klimaat te sturen. In Mobysant is het de bedoeling om de beworteling naar het bedrijf te halen en niet meer door de vermeerderaar te laten plaatsvinden. Hiervoor moet ruimte worden ingeruimd. Daarnaast wordt nu gedacht aan twee compartimenten in de Lange Dag fase (LD) en twee compartimenten in de Korte Dag (KD) fase. Op de huidige bedrijven wordt een gemiddelde temperatuur in alle stadia van LD en KD aangehouden, vooral omdat het niet anders kan. Na compartimentering kan in LD meer met de temperatuur worden geregeld om lengte en stevigheid van de takken te beïnvloeden. KD kan in een latere fase met minder licht of zelfs lagere temperaturen toe.

LD en KD

Als voorbeeld nemen we een bedrijf met 4 klimaatgroepen. Een gangbare chrysantenteelt duurt gemiddeld 10 weken, een bedrijf wordt dan gefaseerd, bijvoorbeeld met 3 plantingen per week, in een periode van gemiddeld 10 weken volgeplant en dito leeggeogst. Binnen een klimaatgroep staan planten, die net geplant zijn, maar ook planten die tegen de oogst staan. Ofwel planten in de langedag (LD) en de kortedag (KD) tegelijkertijd. Dan wordt 100 % van die afdeling verduisterd, ook de planten in de LD-fase. Dan dienen die planten wel belicht te worden. Het daglicht van ca 1 maart tot 1 oktober van dagen die langer zijn dan 12 uur, wordt dus in de LD-fase niet benut en moet gecompenseerd worden door kunstlicht.

Het beoogde teeltsysteem stuurt aan op compartimentering, dat wil zeggen een afdeling met uitsluitend de LD fase en een afdeling met uitsluitend KD fase. Belichten (doorgaans met groeilicht) tijdens het verduisteren is dan niet nodig.

Teelttemperatuur

Hetgeen hiervoor is omschreven voor de verduistering en belichting, is ook van toepassing voor de gewenste teelttemperatuur. In de afkweek van chrysanten tegen de bloei aan is een minder hoge temperatuur nodig dan in het begin van de teelt of tijdens de eerste dagen na ingang van de KD. Zo zijn er meer fasen binnen de chrysantenteelt te onderscheiden met een eigen teelttemperatuur. Compartimentering maakt dat mogelijk.

Belichting

Onderzoek op het PPO locatie Horst begin jaren 2001/2002 heeft laten zien, dat het toepassen van verschillende belichtingsniveaus in de diverse plantstadia perspectieven biedt. Bijvoorbeeld 8000 lux in de LD, 4000 lux in de KD. Maar ook binnen de KD is optimalisatie mogelijk. Een belangrijke factor hierin speelt de bladtemperatuur a.g.v. het groeilicht. Het spreekt voor zich, dat compartimentering (in de praktijk is dat grotendeels virtueel) goede mogelijkheden biedt.

3. Beworteling

Een van de uitgangspunten in het project Mobysant is, dat de chrysantenteler begint met onbeworteld stek. Hiermee wordt de opkweekfase bij de vermeerderaar overgeslagen. Er is dus sprake van ketenverkorting. Maar ook de teeltduur van onbeworteld tot bloei wordt verkort: apart opkweken, transporteren en uitplanten bij de teler vragen meer kasdagen dan bij direct onbeworteld planten bij de teler in een substraatteelt. Minder kasdagen betekenen automatisch minder energieverbruik. Hoewel ook ruimte voor de beworteling bij de tuinder moet worden gereserveerd, is de verwachting dat de energie-input per tak hierdoor toch omlaag gaat. Dit komt ook doordat de planten sneller zullen doorgroeien en zich niet hoeven aan te passen aan de wisselende teeltomstandigheden bij vermeerderaar en bij de tuinder. Dit scheelt 1-3 teeltdagen. Een niet onbelangrijk nevenvoordeel is het voorkómen van grote hoeveelheden transport:

- van veen vanuit de veenderijen in het buitenland naar Nederland;
- idem van substraatleverancier naar de vermeerderaar;
- geen vervoer van perspotten van vermeerderaar naar teler (het volume en ook het gewicht van beworteld zijn een factor 40 keer zo groot t.o.v. onbeworteld stek).

Ook dat is een grote energiebesparing in de vorm van (voornamelijk) dieselolie.

4. Ontsmetting

In de gangbare teelt moet de grond minimaal 1x per jaar gestoomd worden. Door de monocultuur (alleen maar chrysanten) en het steeds minder beschikbaar zijn van alternatieve behandelingen van bodemziekten en –plagen, ziet het er naar uit dat er nog zwaarder (en dieper) gestoomd moet worden. Grond stomen kost momenteel circa $4 \text{ m}^3/\text{m}^2$ kas.

Ontsmetting van substraten en materialen in een mobiele teelt zal misschien ook nodig zijn, echter tegen een aanzienlijk lager energieverbruik. Immers, het totale volume van het substraat is kleiner, beter doordringbaar en de methoden zijn efficiënter.

5. Berekening van het gewas

Vrijwel alle chrysantentelers beregenen het gewas nu bovendoor (regenleiding). In een mobiele teelt op substraat of water, dat een gesloten systeem voorstaat, is dit geen goede optie i.v.m. ongelijke watergift en verliezen. Het zal dan gaan om “onderdoor watergeven”. Daarbij blijft het gewas droog met positieve effecten op het energieverbruik: het gewas wordt niet nat en hoeft niet drooggestookt te worden (winterteelten) en het doorgaans koude gietwater zal geen nadelige invloed hebben op het gewas en geen directe temperatuursverlaging in de kas geven.

1.2 Doelstelling

Mobysant heeft als doel de rentabiliteit van de teelt van chrysanten te verbeteren door verhoging van de energie-efficiëntie via een teeltsysteemdoorbraak. De projectgroep denkt dit te kunnen realiseren door te telen op een watersysteem met voedingsnutriënten en een wijderzetmogelijkheid, los van de grond. In dit project worden de randvoorwaarden om het energieverbruik te verminderen en de energie-efficiency te verbeteren onderzocht.

Energiedoelstellingen

- Door betere ruimtebenutting en teeltfase gestuurd klimaat: 30% energiebesparing per eenheid product;
- Door niet te hoeven stomen (minus 4 m³ gas/m²/jaar) en efficiënter (fasegestuurd) te belichten kan 10% extra worden bespaard op energie, waarmee de besparing op kan lopen tot 40% per eenheid product;
- Absolute energiebesparing van 10% per m².

Technische en teeltkundige doelstellingen

- Klimaat recept waardoor de hoeveelheid belichting, CO₂ en warmte optimaal per teeltfase ingezet kunnen worden;
- Wijderzetconcept met gewasondersteuning opdat meer energiebesparing per vierkante meter behaald kan worden;
- Kwalitatief goed onbeworteld stek, waardoor groeiversnelling behaald kan worden;
- Kwalitatief goede en kwalitatief zwaardere bloemen (10%);
- Groeiversnelling door optimale voeding en klimaatsturing (de verwachting is dat dit in ieder geval zwaardere takken op gaat leveren en mogelijk ook een beperkte winst in groeisnelheid);
- Komen tot een teeltsysteem waarmee 335 bloemen/m²/jaar geproduceerd kunnen gaan worden t.o.v. gemiddeld 250 bloemen traditioneel, door een betere ruimtebenutting ten opzichte van het traditionele teeltsysteem door het inbouwen van een wijderzet mogelijkheid;
- Watergeefstelsysteem voor chrysant gecombineerd met wijderzetten;
- Gelijmatige groei en bloei opdat jaarrond end-of-line volvelds geoogst kan worden.

Nevendoelstellingen

- Komen tot 30% arbeidsbesparing/eenheid product door centrale verwerking, werkplekverbetering en eenvoudige mechanisatie;
- Teelt op basis van water of substraat en nutriënten;
- Gesloten teeltsysteem (water, meststoffen);
- Investeringsruimte teeltsysteem maximaal € 60,-/m²;
- Bedrijfszekerheid minimaal gelijkblijvend aan traditioneel teeltsysteem.

2 Methoden

Om bovenstaande doelstellingen te halen is de volgende opzet gemaakt:

- **Klimaatinstellingen:** met Fides is overlegd over de klimaatinstellingen in de verschillende compartimenten zoals die door hen zijn ingericht voor het testen van het Mobysantteeltconcept. Daarnaast is met Deliflor overlegd over de bij tuinders meest gebruikelijke temperatuurinstellingen. Een vergelijking is gemaakt tussen de setpoints en de gerealiseerde temperaturen in de verschillende afdelingen van de Fides proefkas.
- **Teeltfasen:** met teeltdeskundigen is bepaald hoeveel dagen een chrysant zich in een bepaalde teeltfase bevindt. Gestart wordt met onbeworteld stek, dit wordt in een bewortelingsruimte beworteld bij een bepaalde plantdichtheid en klimaat. Hetzelfde geldt voor één of twee fasen in de lange dag en voor één of twee fasen in de korte dag. Hieruit is de ruimtebehoefte per fase berekend en de productie per jaar.
- **KASPRO:** op basis van de antwoorden van Fides over de instellingen en werkwijze met de klimaatcomputer en op basis van de ruimtebehoefte en productie is voor verschillende Mobysant-scenario's de energiebehoefte berekend (De Zwart, 1996). Tevens zijn enkele instellingsvarianten doorgerekend om inzicht te krijgen in de gevoeligheid van de berekende waarden en om inzicht te krijgen in verdere mogelijke energiebesparing of optimalisatie.
- **Watergeven en ontsmetten van de voedingsoplossing:** Het watergeven in de Fides proefkas is nog in een ontwikkelingsstadium. Hoeveel water er exact gegeven wordt per teeltfase is nog niet bekend. Het ontsmetten van de voedingsoplossing is ook nog in een beginfase. Momenteel wordt er niet ontsmet, de gedachten gaan ervan uit dat ontsmetten misschien toch wel nodig is, terwijl het watergeven momenteel evalueert naar een soort voedingsfilmteelt. Een modelberekening zal inzicht geven in de hoeveelheid te ontsmetten water en hoeveel energie hiermee gemoeid zal zijn.

2.1 Klimaatinstellingen

In bijlage 1 zijn de klimaatinstellingen weergegeven zoals die bij Fides in de Mobyant proef worden gebruikt. Daarnaast zijn temperatuurinstellingen en geïnstalleerd belichtingsniveau gecheckt met specialisten van Deliflor en Fides en met de deelnemende tuinders.

Voor de verdere berekeningen in KASPRO is een vertaalslag gemaakt naar een commerciële kas van 3 ha. Hierbij is onderscheid gemaakt tussen de standaard grondteelt zoals die nu gangbaar is en een aantal scenario's binnen het Mobysant concept.

Aangezien het bereiken van de doelstellingen (zie 1.2) sterk afhankelijk is van de uitgangspunten worden hieronder enkele kanttekeningen geplaatst:

- In tabel 1 wordt een energieverbruik per tak per jaar geformuleerd. Deze is sterk afhankelijk van de bedrijfsopzet en productie. Toen is gekozen voor een bepaald belichtingsniveau waarvoor elektriciteit wordt ingekocht. In de hierna volgende KASPRO berekeningen is uitgegaan van WarmteKracht en dus eigen opwekking van elektriciteit. In 2.2 zal verder worden ingegaan op de productie in takken per jaar.
- Daarnaast verandert het verwarmingssysteem. In de standaard grondteelt wordt gebruik gemaakt van een hijsverwarmingsnet in combinatie met een primair monorailnet boven in de

kas. Op goten en bakken in Mobysant komt het primaire verwarmingsnet in de vorm van 51mm buizen onder de goten te liggen en is het monorailsysteem het secundaire net.

- Het belichtingsniveau beïnvloedt het energieverbruik en de productie.
- Stomen wordt in de grondteelt jaarlijks standaard uitgevoerd, in Mobysant niet.

Uit bovenstaande overwegingen volgt tabel 2 (voortkomend uit tabel 1) voor de bepaling van het referentiepunt, het punt van waaruit de verbetering van de energie-efficiëntie wordt berekend.

Uitgangspunten bij deze berekening zijn dat elektriciteit in principe wordt ingekocht uit het openbare net (rendement elektriciteitscentrale 2003 42.8%, Knijf, 2004). Het primair brandstofverbruik wordt uitgedrukt in aardgasequivalenten (1 a.e.= 31,65 MJ of 8,79 kWh). Vervolgens wordt er gerekend met 1 kWh gebruikt op bedrijfsniveau kost 0.278 m³ a.e. ofwel 8.80 MJ primair (Knijf, 2004). Voor de warmtekrachtinstallatie is gerekend met een elektrisch rendement van 35.8 % (o.w.) en een thermisch rendement van 55.1% (o.w.). KASPRO gaat uit van een vermogen, als een vermogen wordt omgezet naar gas, wordt in het model 31.65 MJ/m³ gebruikt, dus ook buiten het model moet worden gerekend met 31.65 MJ/m³ (belangrijk verschilpunt tussen de cijfers van tabel 1 en de gecorrigeerde cijfers).

Tabel 2: Bepaling nulpunt voor energieverbruik per m² en per eenheid product (MJ/tak) bij traditionele grondteelt

	4000 lux		7000 lux		5000lux	
	Uit Tab.1	Correctie ¹⁾	Uit Tab.1	Correctie	Met WK	Zonder WK
Belichtingsniveau in W/m ² (104 lux/W)	35	38	55	67	48	48
Elektraverbruik (kWh/m ² /jr), 2200 branduren/jr	77	85	121	148	106	106
Gasverbruik verwarmen (m ³ /m ² .jr)	35	35	31	31	49,2 (input wk +ketel)	34
Gasverbruik stomen (m ³ /m ² /jr)	4	4	4	4	4	4
<i>Per eenheid product:</i>						
Takopbrengst (m ² /jr)	250	280	278	325	294	294
Elektraverbruik (MJ/m ² .jr)	693	748	1089	1302		933
Gasverbruik verwarmen (MJ/m ² .jr)	1230	1108	1090	981	1551	1076
Vernietigde warmte(MJ/m ² .jr)					64	
Gasverbruik stomen (MJ/m ² .jr)	140	127	140	127	127	127
Totaal energieverbruik per m ² per jaar (MJ)	2063	1982	2319	2410	1741	2136
Totaal energieverbruik per tak per jaar (MJ)	8,25	7.08	8,34	7.42	5.51	7.26

¹⁾ voorbeeld: 4000lux / 104lux/W = 38 *2200 branduren = 85 kWh/m²/jr * 8,8 MJ/kWh = 748; 35m³/m²/jr * 31,65 MJ/m³ = 1108; 4* 31,65 = 127; (748 + 1108 + 127)/280 = 7,08 MJ/tak

Het energieverbruik per tak bij 4000 en 7000lux is gedaald naar respectievelijk 7,08 en 7,42 MJ t.o.v. de waarden in tabel 1 (8,25 en 8,34 MJ) terwijl dat bij gebruik van WK verder daalt naar 5,92. Het Besluit Glastuinbouw (Glami) geeft voor 2005 als doelstelling 5,95 MJ/tak en voor 2010 5,5 MJ/tak bij een productie van 300 takken per jaar. Bij de interpretatie van de resultaten zal worden uitgegaan van het een totaal energieverbruik per tak van 5,51 MJ per jaar en van een

productie van 294 takken per jaar, inclusief stomen, bij de grondteelt. Hierbij is nog niet het energieverbruik meegerekend dat het bewortelen kost op het bedrijf van de vermeerderaar, hetgeen wel bij de resultatenbespreking zal worden meegenomen.

In het kader van het Kyoto-protocol heeft Nederland zich verplicht de uitstoot van broeikasgassen te reduceren. In dat kader is de overheid (VROM) met de sector overeengekomen dat bij een areaal glastuinbouw van 10500 ha er een CO₂ uitstoot mag zijn van 6,5Mton.

Deelnemende groepen in Mobysant hebben de verwachting uitgesproken dat een productietoename per ha zal leiden tot areaalsafname omdat de markt momenteel niet meer chrysanten kan opnemen. Indien de in tabel 6 berekende productie van 368 stuks per m² gehaald kan worden en uiteindelijk zal leiden tot een overeenkomstige areaalsvermindering, dan zal de CO₂ uitstoot door de chrysantensector met 5,7% kunnen afnemen.

2.2 Teeltfasen

Voor het bepalen van het energieverbruik in de diverse scenario's is het noodzakelijk te weten hoe lang een chrysant in elke fase staat en wat de plantdichtheid is in elke fase. Hiertoe is door het LEI voor Mobysant-Ketenaspecten een model ontwikkeld dat o.a. de productie in takken per jaar bepaald aan de hand van de plantdichtheid in 4 perioden van het jaar. De plantdichtheid van de teelt in grond en van die in de goten is gebaseerd op de al opgedane kennis van de deelnemende tuinders en op de teeltvaringen opgedaan in de proefkas van Fides. Daarnaast is de plantdichtheid in de gotenteelt afhankelijk van de breedte van de goot. Tijdens het bewortelen staan de stekken in de rij op eindafstand 10cm, terwijl de afstand tussen de rijen gelijk is aan de gootbreedte. Als basis is hierbij genomen een gootbreedte van 6cm. In de volgende teeltfasen worden de goten wijder gezet en is de gootbreedte van minder belang.

De verschillen tussen een traditionele grondteelt en de Mobysant proefkas bij Fides zijn aanzienlijk. Op basis van de opgedane ervaringen van de deelnemende tuinders (allemaal al meer dan een jaar bezig met kleine teeltproeven) is al gelijk gestreefd naar een min of meer ideale situatie in de Fides-proefkas. Vanaf begin januari 2005 is de proefkas langzaam vol geplant en zijn ervaringen opgedaan met de teelt in bakken en de teelt in gootjes. Door wekelijkse bezoeken van de teeltcommissie van Mobysant zijn er geregeld aanpassingen geweest over opzet en uitvoering van de teelt. De hieronder geschetste scenario's zijn daar een weerslag van. Daarnaast is om meer inzicht in de verschillende componenten te krijgen de sprong van grondteelt naar "ideale" gotenteelt nog verdeeld in een aantal tussenscenario's waarbij maar één factor tegelijkertijd varieert. Tussen grondteelt en "ideale" gotenteelt veranderen namelijk de temperatuur, het geïnstalleerde lichtniveau en de teeltduur in zowel de LD als de KD, terwijl het bewortelen nog wordt toegevoegd als aparte fase. Uiteindelijk zijn de scenario's zoals weergegeven in tabel 3 uitgewerkt voor de berekening van de jaarproductie en voor het energieverbruik.

Aangezien de praktijkervaringen met het telen op substraat en/of in goten (nog) niet volledig is, zullen ook bovenstaande aannames nog wel veranderen. Momenteel is dit het best mogelijke, waarbij ook al inzicht wordt verkregen als verdere optimalisaties worden doorgevoerd. Het is

namelijk mogelijk dat de temperatuur nog niet volledig is geoptimaliseerd of dat de teeltduur nog wat korter kan door optimalisatie van de groeiomstandigheden in het substraat. Daarom zijn behalve het energieverbruik en productie van de scenario's die in tabel 2 zijn genoemd, ook nog een aantal alternatieven doorgerekend:

- 1°C kouder of warmer tijdens de fasen bewortelen, LD en KD;
- negatieve DIF (D/N 18/20 in goten- en bakkenteelt);
- 1000lux meer of minder licht in LD of KD.

Tabel 3: Beschrijving scenario's

Scenario	Kenmerken	Variant t.o.v. vorig scenario	Temperaturen in teeltfasen (D/N in °C)			
			Bewortelen	LD	KD1	KD2
0	Grondteelt A	Bewortelen gebeurt bij vermeerderaar, niet meegeteld		19/19	19/19	nvt
0	Grondteelt B	Bewortelen gebeurt bij tuinder, nu wel meegeteld	20.5/20	19/19	19/19	nvt
1	Gotenteelt	Teelt in goten; overige omstandigheden gelijk als in grond	20.5/20	19/19	19/19	nvt
1a	Gotenteelt	In LD dagtemperatuur van 19 naar 20,5°C en nacht van 19 naar 20°C	20.5/20	20.5/20	19/19	19/19
1b	Gotenteelt	6500lux in LD en 4800lux in KD i.p.v. 5000lux in beide fasen	20.5/20	20.5/20	19/19	19/19
1c	Gotenteelt	Scheiding in KD1 met D/N 20/19 i.p.v. 19/19 en 2 wk KD2 met 19/19	20.5/20	20.5/20	20/19	19/19
1d	Gotenteelt	t.o.v. 1b 4dg kortere LD	20.5/20	20.5/20	19/19	19/19
1e	Gotenteelt	t.o.v. 1b 4dg kortere KD	20.5/20	20.5/20	19/19	19/19
1f	Gotenteelt	t.o.v. 1b gootbreedte van 4cm i.p.v. 6cm, stekken tijdens bewortelen dichter bij elkaar	20.5/20	20.5/20	19/19	19/19
1g	Gotenteelt	Alle voordelen t.o.v. 1b: 4dg korter in zowel LD als KD, gootbreedte van 4cm	20.5/20	20.5/20	19/19	19/19
2	Bakken	t.o.v. 0 teelt in bakken (transport-tabletten)	20.5/20	20.5/20	19/19	nvt
2a	Bakken	t.o.v. 2 6500lux in LD en 4800lux in KD i.p.v. 5000lux in beide fasen	20.5/20	20.5/20	19/19	nvt

Toelichting op de tabel:

Momenteel teelt de teler zoals in scenario 0a grondteelt, het stek wordt beworteld bij de vermeerderaar, bij aflevering begint gelijk de Lange Dag periode (LD). In Grondteelt B is het vermeederen al naar het teeltbedrijf gebaald om te kunnen bepalen hoeveel energie het bewortelen kost. Voor de overgang naar scenario 1 verandert de teelt van grond naar goten, maar dan verandert ook het verwarmingsnet in de kas hetgeen dus invloed kan hebben op het energieverbruik. In scenario 1A wordt vervolgens de temperatuur aangepast en in 1B wordt ook het lichtniveau aangepast zoals momenteel geïnstalleerd in de Fides proefkas. Scenario 1B wordt daarom de referentie voor de teelt op goten. In scenario 1C verandert er t.o.v. 1B dat de planten langer in KD1 staan bij een iets hogere temperatuur en dat er een

afbloeiperiode (KD2) komt met een lagere temperatuur. In 1D wordt, weer t.o.v. 1B de LD met 4 dage bekort en in 1E gebeurt dit bij KD; beide om na te gaan wat de invloed is van een kortere teelduur op energieverbruik en productie. Bij 1F wordt uitgegaan van een smallere goot (4cm) i.p.v. de 6cm goot. Hierdoor kunnen de planten tijdens het bewortelen dichter bij elkaar blijven (energiebesparing), maar moeten wel wat sneller worden wijdergezet. In 1G wordt een scenario beschreven waarin de eerder genoemde voordelen tegelijkertijd worden gerealiseerd (smallere goot, kortere teelduur in zowel LD als KD), dit moet gezien worden als het maximaal haalbare. Bij scenario's 2 en 2A wordt niet in goten, maar in bakken met kokos geteeld, waarbij bij scenario 2 het verschil wordt gemaakt door de overgang van grond naar substraat (ook vergelijkbaar met scenario 1). In 2a wordt het ideale temperatuur en lichtniveau ingezet, vergelijkbaar met 1B.

Voordat het energieverbruik van de verschillende Mobysant scenario's kan worden berekend, moet bekend zijn hoeveel tijd de chrysanthe in een bepaalde fase (bewortelen, LD, KD) doorbrengt en wat daar de plantdichtheid is. In tabel 4 is de plantdichtheid per teeltfase aangegeven en in tabel 5 de plantdichtheid per periode van het jaar. De teelt duurt 70 dagen gedurende het gehele jaar, behalve in de scenario's waar een kortere teelduur is ingesteld. Hieruit is vervolgens de productie berekend (tabel 6) en het aantal dagen dat een chrysanthe in een bepaalde teeltfase doorbrengt en de relatieve benutting van de fase gedurende het jaar.

Tabel 4: Plantdichtheid per teeltfase bij Mobysant gotenteelt

Teelt fasen	A Planten/m ²	A Rijafstand (cm)	B Planten/m ²	B Rijafstand (cm)
Bewortelen	167	6 (gootbreedte, dus tegen elkaar)	167	6
Lange Dag 1	111	9	133	7,5
Lange Dag 2	83	12,1	111	9
Korte Dag 1	83/55	12,1/18,2	83/54	12,1/18,4
Korte Dag 2	50/55/60	20/18,2/16,6	47/54/62	21,3/18,4/16,2

Toelichting tabel 4:

Voortschrijdend inzicht bepaalt bij de Mobysant teelt de veranderingen. Gestart met situatie A ontwikkelde zich hieruit situatie B, deze laatste is als referentie gebruikt. Bij de resultaten wordt nog wel verwezen naar situatie A als daar aanleiding toe is. De in de KD2 aangeboden plantdichtheden variëren over het jaar volgens de weekverdeling in tabel 5.

Tabel 5: Plantafstand per periode van het jaar

Periode (wk nummer)	A Stek/bak	A Stek/m ²	A Eindmaat na planten/m ²	B Stek/bak	B Stek/m ²	B Eindmaat na planten/m ²
40-53	88	352	50	96	384	47
1-5	96	384	55	96	384	54
6-33	112	448	60	108	432	62
34-39	96	384	55	96	384	54

Toelichting tabel 5:

Bij A een andere verdeling over het jaar bij zowel bewortelen als het telen van de bloem (KD). Voorlopig geldt dit schema van de eindmaat voor zowel grond als Mobysant goten- en bakenteelt. Situatie B wordt als referentie gebruikt bij de energieberekeningen.

Producties zijn modelmatig berekend om alle fasen met verschillende plantdichtheden mee te kunnen nemen. Handmatige berekening van de grondteelt komt uit op een gemiddelde plantdichtheid over het jaar van 56,5 planten; bij 5 teeltrondes maakt dat een jaarproductie van 283.

Voor het berekenen van het energieverbruik is de procentuele verdeling over de verschillende fasen nodig indien daar een ander klimaat wordt gerealiseerd. Dat is binnen de LD1 en LD2 niet het geval en daarom zijn deze samengevoegd (tabel 7).

Tabel 6: Berekende productie (takken/m²) per jaar en verblijfsduur per teeltfase in dagen.

Scenario		Bewortelen	LD1	LD2	KD1	KD2	Productie (tak/m ²)
0	Grondteelt A	(planten- kweker)	18	0	0	52	294
0	Grondteelt B	13,2	18	0	0	52	287
1	Gotenteelt	8	6	4	6	46	368
1a	Gotenteelt	8	6	4	6	46	368
1b	Gotenteelt	8	6	4	6	46	368
1c	Gotenteelt	8	6	4	38	14	349
1d	Gotenteelt	8	4	2	6	46	379
1e	Gotenteelt	8	6	4	4	44	388
1f	Gotenteelt	8	6	4	6	46	382
1g	Gotenteelt	8	3	3	34	14	391
2	Bakken	8	6	4	0	52	294
2a	Bakken	8	6	4	0	52	294

Tabel 7: Berekende productie (takken/m²) per jaar en verblijfsduur per teeltfase in procenten van de totale teeltduur.

Scenario		Bewortelen	LD	KD1	KD2	Productie (tak/m ²)
0	Grondteelt A	0 (planten- kweker)	25.7	0	74.3	294
0	Grondteelt B	2.5	25.1	0	72.4	287
1	Gotenteelt	4.8	7.5	5.4	82.3	368
1a	Gotenteelt	4.8	7.5	5.4	82.3	368
1b	Gotenteelt	4.8	7.5	5.4	82.3	368
1c	Gotenteelt	4.6	7.1	64.5	23.8	349
1d	Gotenteelt	5.0	4.6	5.5	84.8	379
1e	Gotenteelt	5.1	7.9	3.8	83.2	388
1f	Gotenteelt	3.3	6.7	4.6	85.4	382
1g	Gotenteelt	3.4	5.3	64.7	26.6	391
2	Bakken	11.4	14.3	0	74.3	294
2a	Bakken	11.4	14.3	0	74.3	294

3 Resultaten

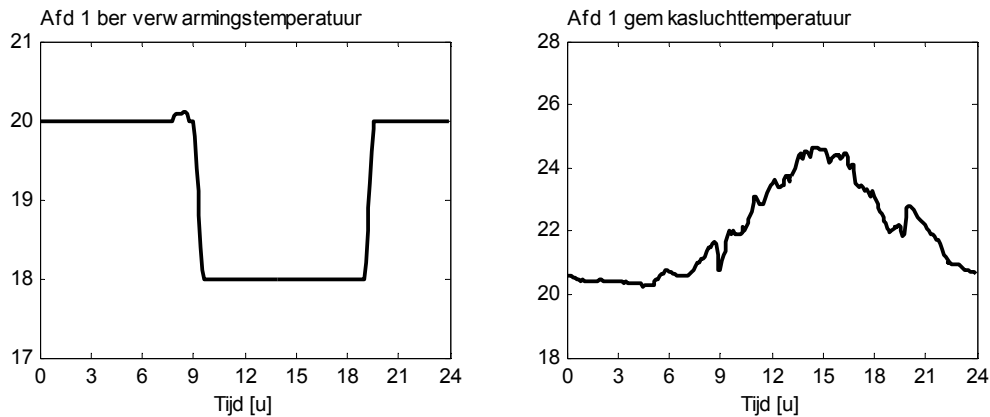
Op basis van de in hoofdstuk 2 beschreven methoden en de gegevens uit de tabellen 3 en 7 zijn met het programma KASPRO het energieverbruik en de invloed die de temperatuurinstellingen en belichting op de productie hebben berekend.

3.1 Vergelijking temperaturen in Fides proefkas

In eerste instantie was het vergelijken van data uit de verschillende afdelingen niet zinvol, omdat de afdelingen niet volstonden. Daarna bleek dat de data uit de Fides klimaatcomputer pas na aanpassing in de computer te exporteren waren. Daarom een vergelijking over een periode van slechts 22 dagen (21 april t/m 12 mei). Hierna wordt het binnenklimaat vooral door het buitenklimaat bepaald en heeft vergelijken niet zoveel nut.

Afdeling 1

In deze afdeling staan de teeltbakken met kokos. De ingestelde verwarmingstemperatuur is 18 °C overdag en 20 °C 's nachts. Volgens figuur 1 is dit in de praktijk ook daadwerkelijk gerealiseerd.

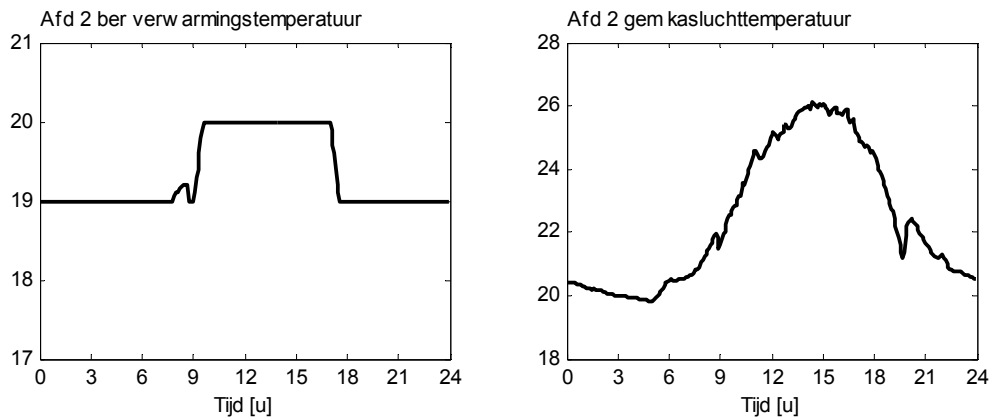


Figuur 1: Verloop van de ingestelde (berekende) verwarmingstemperatuur en de gerealiseerde (gemeten) kasluchttemperatuur, weergegeven als een cyclisch¹⁾ gemiddelde gedurende de periode 21-04 t/m 12-05.

¹⁾ Een cyclisch gemiddelde is de gemiddelde temperatuur van alle waarnemingen in deze periode op hetzelfde moment van de dag van alle dagen in de periode. Zo is de gemiddelde temperatuur om 12 uur het gemiddelde van de waarnemingen van 12 uur 's middags voor alle dagen.

Afdeling 2

In deze afdeling staan goten in de KD met een ingestelde verwarmingstemperatuur van 20 °C overdag en 19 °C 's nachts. Volgens figuur 2 is dit in de praktijk ook daadwerkelijk gebeurd.

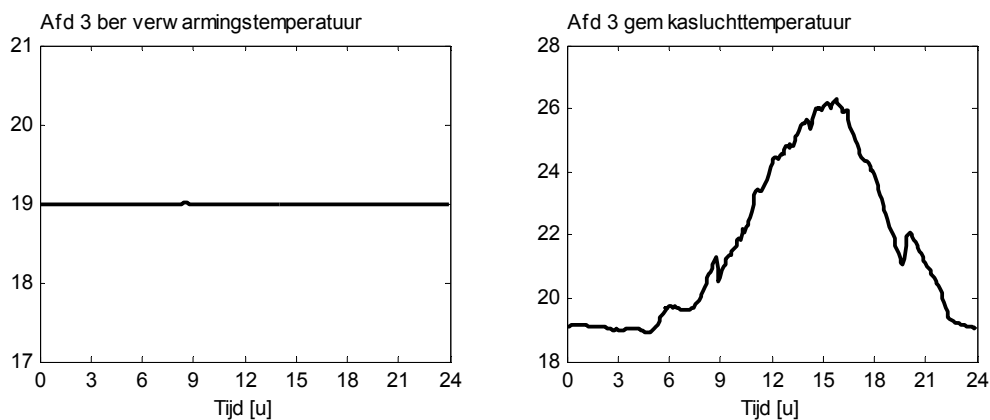


Figuur 2: Verloop van de ingestelde (berekende) verwarmingstemperatuur en gerealiseerde (gemeten) kasluchttemperatuur, weergegeven als een cyclisch gemiddelde gedurende de periode 21-04 t/m 12-05.

Op een aantal dagen (eerste 12 dagen van de periode 8 keer) is de VIP instelling van de verwarmingstemperatuur tussen 7:45 en 8:45 op 19 °C gebleven, terwijl de berekende verwarmingstemperatuur in dit tijdsbestek een kortstondige piek (variabel in grootte) laat zien. Dit gebeurt niet in alle afdelingen gelijktijdig dan wel met een even grote afwijking, maar is toch duidelijk in figuur 2 te herkennen..

Afdeling 3

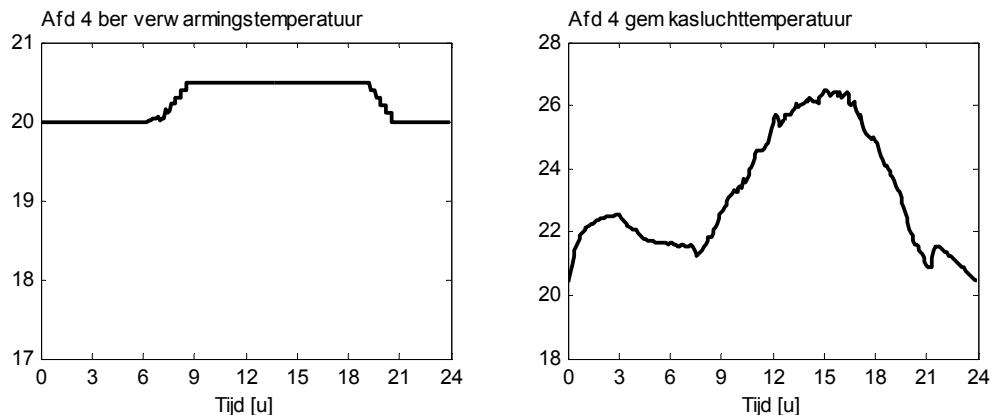
Ook in deze afdeling staan goten in de KD maar met overdag een lagere temperatuur. De ingestelde verwarmingstemperatuur moet zijn: 19 °C overdag en 19 °C 's nachts. Volgens onderstaande figuur is dit in de praktijk ook daadwerkelijk gebeurd.



Figuur 3: Verloop van de ingestelde verwarmingstemperatuur en gerealiseerde kasluchttemperatuur, weergegeven als een cyclisch gemiddelde gedurende de periode 21-04 t/m 12-05.

Afdeling 4

In deze afdeling wordt beworteld en staan planten voor LD. De ingestelde verwarmingstemperatuur moet zijn: 20,5 °C overdag en 20 °C 's nachts. Volgens figuur 4 is dit in de praktijk ook daadwerkelijk gebeurd.



Figuur 4: Verloop van de ingestelde verwarmingstemperatuur en gerealiseerde kasluchttemperatuur over een gemiddeld etmaal gedurende de periode 21-04 t/m 12-05.

De stijging van de kasluchttemperatuur tussen 0:00 en 01:00 is het gevolg van het aangaan van de lampen.

Kijkend naar alle temperaturen valt op dat de luchttemperatuur overdag in 3 afdelingen tot ca. 26°C stijgt en alleen in afdeling 1 maximaal ca. 24°C wordt. Het verschil ontstaat door de lagere ingestelde verwarmingstemperatuur (18 in afd. 1, 20 in de andere afdelingen), waardoor eerder wordt gestart met luchten. In alle afdelingen is te zien wanneer het scherm dicht en open gaat. 's Ochtends ontstaat een dip, 's avonds een piek in de temperatuur. Verder wordt de temperatuur overdag al grotendeels bepaald door het buitenklimaat. Echter, de nachttemperatuur bereikt maar zelden en/of maar voor korte tijd het ingestelde setpoint. Dit betekent dat setpoint, gerealiseerde waarde en het gerealiseerde eindproduct niet met elkaar corresponderen.

3.2 Berekening energieverbruik in grondteelt en Mobysant scenario's

Het energieverbruik is berekend aan de hand van de opgegeven parameters in bijlage 1. Hierin staan ook de setpoints voor bijvoorbeeld de temperatuurinstellingen. Bij de berekening is onderscheid gemaakt tussen bewortelen, Lange Dag en Korte Dag 1 en Korte Dag 2. Volgens de relatieve verdeling van de oppervlaktebenuutting zoals weergegeven in tabel 7 wordt het energieverbruik in m³ gas per m² oppervlak berekend op jaarbasis. Hierin is nog niet de productie verdisconteerd. Dit is in tabel 8 weergegeven, de uitkomst in absolute cijfers (MJ/tak) en ten opzichte van de traditionele grondteelt (grond = 100%). Berekend is het energieverbruik voor de teelt, nog geen aandacht is geschonken aan het stomen (127 MJ/m², 0,43 MJ/tak) van de kasgrond die in de Mobysant varianten wegvalt. Daarnaast blijkt bij het gebruik van WarmteKracht vaak een energieoverschot te ontstaan. Indien dit overschot nuttig gebruikt kan

worden, mag het van het totale energieverbruik worden afgetrokken (ca. 1-2 m³/m² bij deze belichtingsintensiteiten). In de grondteelt moet ook rekening worden gehouden met het energieverbruik bij het bewortelen. Daarom is scenario grondteelt B opgenomen om een indicatie te krijgen over het aantal m³ gas dat voor het bewortelen nodig is. Dit blijkt 1,36 m³/m² (0,15 MJ/tak). Voor alle scenario's zijn de uitkomsten in tabel 8 weergegeven.

Tabel 8: Berekening energieverbruik in de grondteelt en in Mobysant scenario's

Scenario			Teelt				Teelt +stomen -warmteoverschot [%]	Idem + bewortelen [%]
			Productie [tak/m ²]	Gasverbruik [m ³ /m ²]	Per tak [MJ/tak]	Relatief tov Grond A [%]		
0	Grondteelt A	Huidige teeltmethode	294	49.2	5.30	100	5.51 = 100%	5.66 = 100%
0	Grondteelt B	Bewortelen bij tuinder	287	48.7	5.37	101	103	100
1	Gotenteelt	Gelijke temp. en licht als in grond	368	47.8	4.11	78	74	72
1a	Gotenteelt	Extra temperatuur	368	47.9	4.12	78	74	72
1b	Gotenteelt	Referentie, extra temperatuur en belichting	368	48.7	4.19	79	74	72
1c	Gotenteelt	Hogere temp. in KD1 dan in KD2	349	49.8	4.52	85	80	78
1d	Gotenteelt	Kortere LD	379	47.8	3.99	75	71	69
1e	Gotenteelt	Kortere KD	388	48.9	3.99	75	71	69
1f	Gotenteelt	Smallere goot	382	48.3	4.00	76	71	69
1g	Gotenteelt	Alle voordelen	391	47.9	3.88	73	69	67
2	Bakken	Gelijke temp. als grond	294	51.1	5.50	104	98	96
2a	Bakken	Extra licht	294	52.9	5.69	108	99	97

Bespreking scenario's:

Grondteelt

Verschil in productie tussen Grondteelt A en B ontstaat door de ruimte die op dezelfde bedrijfsgrootte ingenomen moet worden voor de bewortelingsruimte. Daarnaast is Grondteelt B alleen opgenomen om inzicht te krijgen in het energieverbruik bij het bewortelen met dezelfde plantdichtheid en klimaatinstellingen als in Grondteelt A.

Gotenteelt 1, 1a, 1b

Scenario 1b wordt gezien als het "ideale" scenario met de juiste hoeveelheid licht en temperatuur. Scenario 1 en 1a zijn berekend om inzicht in het verbruik te krijgen omdat verschillende parameters veranderen t.o.v. de grondteelt. Aangezien de teeltfasen gelijk zijn is ook de productie onderling gelijk, maar 25% hoger dan in grond. Het energieverbruik per tak in de teelt daalt daarom met 21%. Door het energieverbruik bij stomen en de winst uit het warmteoverschot mee te nemen ontstaat een winst van 26% t.o.v. de grondteelt. Wordt ook bewortelen in de beoordeling meegenomen dan is een daling van het energieverbruik per tak van 28% haalbaar.

Gotenteelt 1c

In dit scenario wordt in de KD1 een hogere temperatuur aangehouden (20/19) gedurende 38 dagen dan in KD2 (19/19) gedurende de volgende 14 dagen (afbloefase). Dit resulteert in een lagere productie dan bij 1c omdat in de andere scenario's in de KD1 een hogere plantdichtheid wordt aangehouden (83 planten/m²) in plaats van 54. Door de hogere temperatuur gaat ook het absolute energieverbruik omhoog. De reductie per tak blijft beperkt tot 15% tijdens de teelt t.o.v. grond tot 22% als ook stomen en bewortelen worden meegerekend.

Gotenteelt 1d en 1e

Door de geringe ervaring met de teelt op goten zijn misschien nog niet alle voordelen er uit gehaald. Daarom is hier doorgerekend wat de effecten zijn als de teelt in de LD of in de KD 4 dagen korter duurt. Allereerst valt op dat de productie per m² fors toeneemt. Met een kortere KD natuurlijk meer (groter aantal weken) als bij een kortere LD. Hierdoor is een energiebesparing per tak mogelijk van 25% in de teelt en oplopend tot 31% als ook stomen en bewortelen worden meegerekend.

Gotenteelt 1f

Als een smallere goot (4 cm) gebruikt zou kunnen worden, kunnen de stekken in eerste instantie dichter bij elkaar staan, maar moeten vervolgens wel iets eerder worden wijdergezet. Hierdoor is een productiewinst mogelijk en een energiebesparing van 24% tijdens de teelt en 31% als ook stomen en bewortelen worden meegenomen.

Gotenteelt 1g

In dit scenario zijn alle voordelen (kortere LD, kortere KD, smallere goot, extra temperatuur in KD1 en minder in de afbloei, KD2) gezamenlijk berekend. Op dit moment zou dit scenario gezien kunnen worden als het maximaal haalbare. Een productiewinst van 33% is dan mogelijk, hetgeen resulteert in een energiebesparing per tak van 27% en van 33% als stomen en bewortelen worden meegerekend.

Bakken 2, 2a

In de bakkenteelt vervallen de voordelen van een dichtere planting gedurende bewortelen en LD. De productie is daarom hetzelfde als in de grondteelt, maar het energieverbruik gaat omhoog door de hogere temperatuur en de extra assimilatieverlichting (8%). Door gebruik van de lampen ontstaat er wel een fors warmteoverschot en er wordt vanuit gegaan dat er niet wordt gestoomd op de bakken. Dan is een kleine energiebesparing per tak mogelijk van 3%. Voor de bakkenteelt is de suggestie gedaan om in LD een temperatuur van D19/N19 aan te houden in plaats van D20.5/N20. In dat geval gaat het energieverbruik per tak omlaag met 0.01 MJ. Het verschil is overeenkomstig de instellingen in scenario's 1 en 1a.

In tabel 4 zijn twee plantdichtheden per teeltfasen genoemd. Situatie B is gebruikt als referentie en leidde bij scenario 1b tot 368 takken per m². In Situatie A worden de goten langer dicht bij elkaar gehouden (14 dg bewortelen en 4dg LD in situatie A en 8dg bewortelen, 6 dg LD1 en 4dg LD2 in B). Dit leidt tot een productie van 389 takken per m², maar werd door de begeleidingsgroep als te hoog ingeschat. Planten konden in de verschillende fasen niet zo lang bij elkaar worden gehouden.

De plantdichtheid die als referentie voor de grondteelt is gebruikt is in tabel 5 weergegeven in Situatie B. In Situatie A wordt een iets vlakker maar nauwer plantschema gebruikt, dit leidde tot 310 takken per m².

3.3 Gevoeligheid van instellingen

Voor een goed inzicht in de gevoeligheid van de ingestelde klimaatparameters zijn voor de Mobysant scenario's enkele varianten berekend die mogelijk in de praktijk kunnen voorkomen. Zo is het energieverbruik per tak berekend als het 1°C warmer of kouder is in de bewortelingsfase, de LD of in de KD. Er is berekend wat het effect is als gestookt wordt bij een dagtemperatuur van 18° en een nacht van 20°C. Ook is gekeken als het belichtingsniveau 1000lux lager of hoger is in de LD of KD.

Het blijkt dat 1°C warmer of kouder tijdens bewortelen of LD slechts zeer geringe verschillen geeft in het energieverbruik per tak (<1%). In de KD zijn er verschillen (+/- 5%) bij alle scenario's. Stoken bij D/N 18/20 in KD kost 1% meer energie. Meer of minder licht in de LD bespaart of kost ca. 1% in de goten en 3% in de bakken. In de KD zijn de verschillen iets groter dan in LD (groter aantal weken), ca. 2% in de goten en 4% in de bakken.

3.4 Ontsmetten van de voedingsoplossing

In de substraatteelt in Nederland wordt de recirculerende voedingsoplossing meestal ontsmet via verhitting of via UV-straling. In onderstaande modelberekening wordt uitgegaan van het energieverbruik dat nodig is om bij verschillende hoeveelheden voedingsoplossingen door middel van verhitten te ontsmetten. In dat geval kan het eerder gepresenteerde warmte-overschot nuttig gebruikt worden voor het verhogen van de watertemperatuur.

Tabel 8 Energieverbruik in MJ per tak voor het ontsmetten van de voedingsoplossing via verhitten¹⁾

Benodigde watergift [L/m ² .uur]	Te ontsmetten hoeveelheden water (1 ha)		Gasverbruik [m ³ /m ² .jaar]	Energieverbruik/tak [MJ]/tak]
	[m ³ /dag]	[m ³ /jaar]		
0.5	120	44.000	3,5	0,33
1	240	88.000	7,0	0,67
2	480	175.000	14,0	1,34
5	1200	438.000	35,0	3,35
8	1920	701.000	56,1	5,36

De watergift op een voedingsfilmteelt is erg groot. Literatuurbronnen uit de jaren tachtig waarin veel geëxperimenteerd is met voedingsfilmteelten (Ruijs et al., 1990a: 5 l/m².uur; Ruijs et al., 1990b: 5 l/m².uur; Maaswinkel en Van Os, 1985: 3 l/m².uur; Geurts en Goossen, 1988: 4-8 l/m².uur; Benoit en Ceustermans, 1989: intermitterend tot 7,5 l/m².uur; Benoit en Ceustermans,

1994: 2-5 l/m².uur) adviseren tussen de 3 en 8 liter water per m² te geven. In het succesvolle slateeltsysteem van Swegro (Benoit en Ceustermans, 1994) wordt bij een jong gewas 2 l/m².uur gegeven en bij een ouder gewas 5 l/m².uur. Daarom zijn in tabel 8 een range van giften opgenomen om inzicht in het energieverbruik te geven bij continue en volledige ontsmetting. Indien geen volledige ontsmetting (schimmels, bacteriën en virussen) nodig is en volstaan kan worden met een selectieve ontsmetting (alleen schimmels en bacteriën) dan is ca. 60-80% van het hieronder berekende energieverbruik nodig. In paragraaf 3.2 is voor stomen een energieverbruik gegeven van 0,48 MJ/tak. In tabel 8 liggen bijna alle uitkomsten hierboven.

Om het energiegebruik te verminderen is in eerste instantie gekeken naar twee scenario's waarin in de LD en KD1 minder water wordt gegeven (en minder hoeft te worden ontsmet) als in KD2. Als in LD en KD1 1 l/m².uur wordt gegeven en in KD2 2 l/m².uur (bij een productie van 368 takken en een gasverbruik van 0,8 m³ gas per m³ water) komt het extra energieverbruik per tak op 1,18 MJ (12 m³/m².jaar per ha extra). Indien 2 l/m².uur in de LD en KD1 wordt gegeven en 5 l/m².uur in de KD2 dan is het extra energieverbruik per tak 2,92 MJ (29 m³/m².jaar per ha extra). Een alternatief kan zijn om niet continu maar discontinu te ontsmetten. In dat geval wordt niet al het water 24 per dag ontsmet, maar gedurende een bepaalde periode of maar een bepaalde hoeveelheid per dag. Als voorbeeld is berekend dat als een 1 ha bedrijf 4 watergeefgroepen heeft, 1x LD van 1300m² en 3 groepen van 2700m², en elke groep gedurende 6 uur wordt ontsmet er slechts 25% extra energieverbruik is. Bij de kleine watergift is het extra energieverbruik dan 0,33MJ en bij de grote watergift 0,84 MJ/tak.

In de studies uit het begin van de jaren negentig komt steeds naar voren (Ruijs et al., 1990a, Ruijs et al., 1990b) dat ontsmetten bij voedingsfilmteelten duur is en gezien de toenmalige praktijkervaringen bij kortdurende teelten op voedingsfilm (sla, chrysant) niet nodig. Bij sla wordt wel geadviseerd om na elke teelt de gehele voedingsoplossing te vernieuwen. In een continu rondgaand systeem kan dat niet na elke teelt, maar moet een moment van vernieuwen gekozen worden. Praktisch bij chrysant niet zo nuttig, omdat er op dat moment gewas staat en er water, met pathogenen, tussen de wortels blijft staan. Daarom is de gepresenteerde optie om elke 6 uur een kwart van het bedrijf te ontsmetten een redelijke optie. Maar of je met ontsmetten om elke 4 of 8 uur meer of minder risico loopt op het optreden van wortelziekten kan niemand zeggen. De belangrijkste wortelziekte is pythium en die moet in eerste instantie worden voorkomen door gebruik te maken van een optimaal teeltsysteem. Hier is gekozen voor het ontsmetten via verhitten. Ontsmetten met UV is ook mogelijk en vraagt bij selectieve ontsmetting ca. 4 MJ/tak aan energie bij de kleine watergift van 1 l/m².uur in LD en KD1 en 2 l/m².uur in KD2.

4 Discussie

Productieverhoging

Productieverhoging kan pas bepaald worden als het nulpunt berekend is of in andere woorden hoe hoog is de productie in de grondteelt. Behalve rasafhankelijk is dit ook afhankelijk van de teler, de plantdichtheid door het jaar heen en de temperatuurinstellingen en bijvoorbeeld het geïnstalleerd vermogen in assimilatieverlichting. Hiervoor zijn in overleg met tuinders en teeltspecialisten waarden ingevuld zodat een redelijk betrouwbare productie in de grondteelt kon worden berekend. Dan kan ook pas het energieverbruik per tak op theoretische basis worden berekend. In vergelijking met de cijfers genoemd in tabel 1 waren er echter verschillen te constateren. Herberekening leidde tot tabel 2 en een energieverbruik per tak van 5.51 MJ bij een productie van 294 takken per m² per jaar. Dit is een lager energieverbruik bij een hogere productie dan in eerste instantie in het projectvoorstel zijn gepresenteerd, maar wel meer overeenkomstig de praktijk. Het nu uit de proeven in de Fideskas komende ideaalbeeld (1b) geeft een productiewinst van 25%, terwijl het maximaal haalbare (1g) momenteel een productiewinst van 33% laat zien, hetgeen overeen komt met de verwachte winst genoemd in de probleemstelling. De productiewinst moet worden gehaald uit het realiseren van een zo kort mogelijke teelt waarbij de planten zo lang mogelijk bij elkaar staan. Het is nu nog onduidelijk of de te verwachten teeltduurwinst tussen bewortelen en LD in een echt kortere teelt kan worden omgezet. Ook de overgang van grond naar substraat liet in het verleden (Ruijs et al. 1990) regelmatige teeltduur winst zien van 3 dagen per teelt in vergelijking met een grondteelt. Dan komen de resultaten overeen met de scenario's 1d en 1e (4 dagen kortere teeltduur in respectievelijk LD en KD). Nu is er nog van uit gegaan dat de grondteelt en de gotenteelt beide 70 dagen duren.

In dit onderzoek kon ook nog niet worden meegenomen of exact op het juiste moment wordt wijdergezet. Een eerste meting van de LAI in goten en bakken laat een verschil tussen beiden zien aan het einde van de LD1 (13dagen), het verschil was op het einde van KD2 wel kleiner maar niet verdwenen. Dit zou verder moeten worden uitgewerkt. Er zijn dus wel degelijk mogelijkheden om van 25 naar 33% productieverhoging te komen, hetgeen ongetwijfeld in het komende proefjaar zal worden gerealiseerd.

Energiebesparing

Mobysant gaat uit van een compartimentering van teeltfasen waardoor optimalisatie van klimaat mogelijk is en dus een efficiëntere energie-input. Opvallend is echter dat de verschillen in temperatuur tussen de verschillende teeltfasen niet groot zijn (tabel 3) en alleen in LD 1°C hoger liggen. Wel is het lichtniveau tussen LD en KD aangepast, van 5000lux in de grondteelt naar 6500 in de LD en 4800lux in de KD. De afzonderlijke effecten zijn in de scenario's 1, 1a en 1b berekend. In 1b (referentie voor de gotenteelt) wordt tot 28% energiebesparing per tak behaald en in de meest optimale situatie (1g) 33% energiebesparing. In absolute hoeveelheden wordt een energiebesparing behaald van 1-2 m³/m², minder dan in de probleemstelling werd verwacht (10%

= 4,8 m³/m².jaar). Dit heeft voor een groot deel te maken met het feit dat de kas niet leeg blijft liggen na een bepaalde teelt, maar gelijk weer wordt volgeplant.

Omdat bij Mobysant nog niet alle parameters zijn geoptimaliseerd, is de gevoeligheid van een aantal voor het energieverbruik bepalende parameters uitgerekend. Temperatuurverschillen en meer of minder kunstlicht hebben vooral effect in het KD traject. Daar verblijven de planten het langste. De vraag is daarnaast of alle temperatuurtrajecten al zijn geoptimaliseerd. In vergelijking met de instellingen in de grond is er niet veel gewijzigd. Onderzoek van Carvalho (2003) toont aan dat langere chrysanten worden verkregen bij een groot temperatuurverschil tussen dag en nacht (b.v. D24/N16°C). Of dat uiteindelijk leidt tot een kwalitatief vergelijkbare tak zal met de huidige rassen in het Mobysant teeltsysteem moeten worden onderzocht.

In de Fides proefkas is een ander fenomeen gesignaleerd: setpoint en gerealiseerde temperatuur verschillen behoorlijk. De vraag is dan of het eindproduct correspondeert met het setpoint of met de gerealiseerde temperatuur. In andere woorden betekent dit dat het setpoint misschien wel omlaag kan om toch een zelfde kwaliteit chrysant te telen.

Ontsmetten van de voedingsoplossing

De overgang van een “substraatteelt” naar een “voedingsfilmteelt” in de Fides proefkas leidt tot veel meer watergebruik waarbij de maximale productie goed haalbaar is, terwijl in eerste instantie vooral de kwaliteit, maar ook de kwantiteit achterbleef. Gevolg is dat moet worden nagedacht over het nut van ontsmetten van de voedingsoplossing. De berekeningen in paragraaf 3.4 geven aan dat tot 3 MJ per tak aan ontsmetten besteed moet worden bij ontsmetten via verhitten. Door slimme oplossingen te bedenken moet echter een extra energie-input van minder dan 1 MJ/tak mogelijk zijn. In het komende proefjaar moet vooral ook de invloed van verschillende watergeefstrategieën worden onderzocht. Van belang hierbij is ook een betrouwbaar meetnet van gift en drain. In het eerste proefjaar was dat nog niet het geval en kon ook nog niets worden gezegd over de invloed van boven over beregenen en onderlangs watergeven op het energieverbruik. Indien de wortelziekte pythium het grootste probleem is in de chrysantenteelt valt ook toepassing van de veel energiezuiniger verwijderingsmethode Langzame zandfiltratie te overwegen. Bij verspreiding van virus en fusarium is deze methoden minder geschikt.

Toepassing in de reguliere grondteelt

Omdat niet alle chrysantentelers onmiddellijk voor het mobysant systeem zullen kiezen is het interessant om na te gaan of een verbetering van de energie-efficiëntie ook in de reguliere grondteelt behaald kan worden. Het langer dicht bij elkaar houden van de planten is een aspect. Uitplanten van beworteld stek geeft een groeistagnatie, maar kost ook energie. Als de planten nog enkele dagen, in al of niet aangepaste plantdichtheid, dicht bij elkaar kunnen worden gehouden is een flinke energiebesparing per tak mogelijk. Compartimentering zou ook tot besparing kunnen leiden, maar is moeilijk inpasbaar omdat de planten niet beweeglijk zijn. Eventueel zou verder gedacht kunnen worden aan een systeem waarbij de LD als een substraatteelt wordt uitgevoerd en pas bij het begin van de KD in de grond wordt uitgeplant. Dit zou een vergelijkbare energiewinst per tak opleveren als bij Mobysant. Toepassing van grotere stekpotten

gevolgd door later uitplanten zou een eerste stap kunnen zijn, maar wijderzetten van het stek in de fasen tussen bewortelen (400 st/m^2) en uitplanten (70 st/m^2) is eigenlijk een vereiste. Minder licht in de laatste fase van de KD is een ander aspect dat in de grondteelt kan worden toegepast door een deel van de lampen uit te schakelen. Hiervoor moeten dan wel aanpassingen in de regeling komen. De absolute besparing zal globaal 3,5% (lampen branden 10 van de 70 dagen op halve kracht) van $1 \text{ m}^3/\text{m}^2$ (het warmteoverschot dat dus niet gecompenseerd hoeft te worden door extra verwarmen) bedragen.

De weg naar de toekomst

In dit onderzoek is vooral gekeken naar de directe energiebesparing bij een overgang van grondteelt naar Mobysant. Nu in het tweede jaar van het project de contouren van een bedrijfsinrichting voor Mobysant zichtbaar worden, kan verder gekeken worden naar een efficiëntere energie-input. Hierbij valt te denken aan het uitvoeren van beworteling en LD in een tweelagenteelt. Bijvoorbeeld twee teeltlagen boven elkaar waarbij de onderste extra belichting krijgt, maar het is ook mogelijk om de bedrijfsruimte zodanig in te richten dat op de grond (onderste laag) de werkzaamheden worden verricht, terwijl op de bovenste laag de beworteling en/of LD plaats vindt. In dat geval zal de energie-efficiëntie verder verbeteren.

In de komende experimenten zal ook meer gespeeld gaan worden met de temperatuur tijdens beworteling en LD. Bij een groter verschil tussen D/N worden de internodiën langer (Carvalho, 2003) en kan de groeitijd misschien worden verkort. Wijderzetten gebeurt op basis van lengte en ervaring van de teler. In de toekomst zal wijderzetten in alle teeltfasen gaan gebeuren op basis van een bepaalde LAI (b.v. 3) die on-line (met b.v. visionetechniek) wordt bepaald.

Toepassing van het Mobysant concept in de chrysantenteelt zal een aantal jaren duren. De verwachting is dat er in 2006 één tuinder het concept gaat toepassen. Als die tuinder in combinatie met de proeven bij Fides succesvol is, is het mogelijk om in 2007 naar drie telers te groeien. Jaarlijks wordt ongeveer 7% van het glasareaal vernieuwd. De verwachting is dat na 2007 zo'n 50% bij vernieuwing zal overgaan op het Mobysant teeltsysteem. Dit betreft zo'n 50 ha per jaar. Met een gemiddelde bedrijfsgrootte van 4 ha bij nieuwbouw zullen jaarlijks 12 bedrijven overstappen op het Mobysant teeltsysteem.

Bij succesvolle renderende toepassing van Mobysant, zijn veel nieuwe innovaties te verwachten zoals:

- Mechanisatie: automatisch planten, oogsten, gewasbescherming en knoppen;
- Fasegestuurde klimaatsturing: het optimaal inrichten van klimaatzones (temperatuur, belichting, RV);
- Fasegestuurde voeding: CO_2 en voedingsnutriënten;
- Ruimtebenutting: optimaal wijder zetten op basis van LAI, smallere gootjes;
- Substraat: hergebruik, mengsel optimalisatie, substraatreductie;
- Watergeven: goedkoper, nauwkeuriger, schoner;
- Systeem techniek: low-cost engineering, steunmateriaal, minder logistiek.

Doorvoeren van deze innovaties, met de huidige stand der techniek kan binnen 10 jaar resulteren in een bedrijf met slechts 20% arbeid t.o.v. traditioneel, een productie van 500 stelen per m²/jaar, verdere reductie van de hoeveelheid energie per eenheid product met nog eens 25% en een (relatieve) reductie van de investeringslasten op het teeltsysteem met 40%.

5 Conclusies

- Mobysant bereikt een productiestijging van 25% t.o.v de teelt in grond (van 294 naar 368 takken per jaar). Het energieverbruik per tak is dan gedaald met 21% van 5,30 naar 4,19 MJ per tak, hetgeen veel lager is als de GLAMI doelstelling 2010. De verbeterde energie-efficiëntie kan bij een gelijkblijvende takproductie in de Nederlandse chrysantensector leiden tot een 5,7% kleinere uitstoot van CO₂ volgens de normen van het Kyoto-protocol.
- Energiebesparing in Mobysant wordt groter indien het stomen van de grond en het bewortelen van het stek worden meegerekend. 28% energiebesparing per tak is dan mogelijk (uitgangspunt 5,66 MJ/tak in de grondteelt).
- Verdere productiestijging (33%) is mogelijk als met name de teeltduur wordt verkort in LD of KD. Een energiebesparing per tak is mogelijk van 27% bij de teelt en tot 33% als stomen en bewortelen worden meegerekend.
- De absolute energiebesparing is niet de verwachte 10%, maar slechts 2-4%.
- De bakkenteelt komt er zowel wat betreft productie (294 t.o.v. 368 takken/m²) als energieverbruik per tak (5,70 t.o.v 4,65 MJ/tak) veel slechter uit dan de gotenteelt. Dit komt voornamelijk omdat er niet wordt wijdergezet, maar op eindafstand wordt geplant.
- Ontsmetten van de voedingsoplossing kost veel energie omdat veel water wordt rondgepompt. Slimme oplossingen kunnen echter de extra energie-input beperken tot minder dan 1 MJ/tak. De vraag óf er moet worden ontsmet is echter nog niet beantwoord.
- Momenteel kan niet worden aangegeven of onderlangs watergeven energie bespaart t.o.v. watergeven via de regenleiding. Betrouwbare data konden tot nu toe niet uit de Fides proefkas worden verkregen. De verwachting is dat de absolute energiebesparing per tak zeer gering zal zijn, maar dat de kwaliteit van het product er op vooruit gaat en dat ook in het laatst van de teelt nog naar behoefte kan worden watergegeven.
- Energiebesparingsmaatregelen in Mobysant kunnen voor een deel ook in de reguliere grondteelt worden toegepast. Minder licht in de afbloefase van de KD en langer wachten met het planten van beworteld stek zijn mogelijkheden.
- Nog steeds wordt de teelt van chrysanten op het Mobysant concept verbeterd. Verdere productiestijgingen en verbeteringen van de energie-efficiëntie zijn mogelijk maar beperkt en moeten worden gevonden in een verdere optimalisatie van de teelt, een kortere teeltduur in met name de KD en LD fasen en het langer bij elkaar houden van de planten (uitstellen van het moment van wijderzetten).

Literatuur

- Benoit, F., N. Ceustermans, 1994. Eerste bevindingen met het continu produktiesysteem van nft-kropsla in plasticen potjes, St. Katelijne Waver, 7p.
- Benoit, F., N. Ceustermans, 1989. Verworvenheden van het toegepast wetenschappelijk onderzoek in de NFT-kropslateelt, Landbouwtijdschrift, Vol. 42, nr 1, p29-37.
- Carvalho, S.M.M Pinto de, 2003. Effects of growth conditions on external quality of cut chrysanthemum: analysis and simulation. Ph.D. Dissertation, Wageningen Agricultural University, Wageningen, 171pp.
- De Zwart, H.F, 1996, Analyzing energy-saving options in greenhouse cultivation using a simulation model. Ph.D. Dissertation, Landbouwniversiteit, Wageningen, 236pp
- Geurts, J., H. Goossens, 1988. Sla op water projekt, seizoen 1978/1988, Naaldwijk, 14p.
- Maaswinkel, R., E.A. van Os, 1985. Praktijkonderzoek slateelt in goten, seizoen 1984-1985 bij J. Chantrel te 's Gravenmoer, Naaldwijk, 6p.
- Ruijs, M.N.A., E.A. van Os, A.T.M. Hendrix, G. Heij, F. Koning, D. Klapwijk, S.J. Paternotte, C.J. van der Eijk, 1990a. Simulatie van milieuvriendelijkere bedrijfssystemen voor de gewasgroep 'eenmalig oogstbare groenten' (sla, radijs), verslag nr 4, Naaldwijk, 34p.
- Ruijs, M.N.A., E.A. van Os, A.T.M. Hendrix, B. van der Hoeven, F. Koning, P. van Weel, 1990b. Simulatie van milieuvriendelijkere bedrijfssystemen voor de gewasgroep 'eenmalig oogstbare snijbloemen' (chrysant), verslag nr 2, Naaldwijk, 45p.
- Spaargaren, J.J. , 2002. Teelt van jaarrondchrysanten, 3^e druk, Aalsmeer, 253p.
- Van der Knijff, A., J. Benninga en C.E. Reijnders, 2004. Energie in de glastuinbouw van Nederland; Ontwikkelingen in de sector en op de bedrijven t/m 2003, Rapportnummer 3.04.13; 65p.
- Van Os, E.A., 1980, Complete mechanization of the growing of cut chrysanthemums in nutrient film. Proceedings Int. Soc. for Soilless Culture, p 187-196.

Dankbetuiging

Dit project, in opdracht van de Stichting Mobysant en uitgevoerd door de WUR instellingen A&F en LEI, is behalve door de deelnemers aan Mobysant medegefinancierd door het Ministerie van LNV en Productschap Tuinbouw binnen het kader van het Energieonderzoekprogramma Glami. Wij zijn hen hiervoor zeer erkentelijk.

Daarnaast is een dank verschuldigd aan Jan Sonneveld, Ton Habraken, Paul de Gelder, Evert van Winsen en Ronald Olsthoorn voor het continu meedenken en verbeteren van de uitgangspunten.

Bijlage 1: Klimaatinstellingen Fides proefkas

	chry sant LANGE DAG	chry sant KORTE DAG
KASCONSTRUCTIE		
Dimensies		
Akas:	345.6	2073.6
hGutter:	4	4
Roofslope:	26	26
Kapbreedte:	12.8	12.8
Vakmaat:	4.5	4.5
Eigenschappen		
	Lampen, Dubbel Scherm, 8 51' bovennet buizen, beregeningsinstallatie	Lampen, Dubbel Scherm, 8 51' bovennet buizen, beregeningsinstallatie
frSunAir:		
Dekmateriaal:	Glas	Glas
Vloerverwarming:	nee	nee
Luchtramen		
Windowlength:	Doorlopend 23,6 m	Doorlopend 23,6 m
Windowheight:	1.485	1.485
VERWARMINGSNETTEN		
PrimNet:	Onder	Boven
Ondernet		
Ondernettype:	51-er	51-er
nLowPerKap:	16	16
Bovennet		
Bovennetype:	51-er	51-er
nUpPerKap:	8	8
Vloerverwarming		
nslang diameter	0	0
	0	0
VERWARMINGSUNITS		
Ketel		
Pketel:	cluster	Cluster
Vultemp:	85	85
Condensor:	ja	Ja
WKK		
WKKType:	cluster	cluster
WKKPelek:		
WKKoperationMode:		
WARMTEOPLAG		
Buffer		
Buffervolume:	cluster	cluster
AlsBufVol:	stoppen	stoppen
GEWAS		
Gewas:	chry sant	chry sant
Plantdatum:	01-Jan	01-Jan
Ruimdatum:	01-Jan	01-Jan

SETPOINTS

Temperatuur

StookTemp:	20 nacht 20,5 dag				afd 1, bakken 18 dag 20
StookTempTijdstip:	7,00 - 19,00				nacht; afd 2, gootjes 20
DodeZone:	0,6				dag 19 nacht;
DodeZoneTijdstip	0				afd 3, gootjes 19
LichtVbeg:	0				dag/nacht
LichtVend:	0				afd 1 9-19; afd 2 9-17; afd 3 9-19
LichtV:	0				afd 1 1; afd 2 0,5; afd 3 1
Vocht					0
SpRV:	0			0	afd 2 250
SpVochtTijdstip	0			0	afd 2 500
KpVocht:	0			0	3
CO2					
SpCO2:	1000			1000	
SpCO2Tijdstip	zonop			zonop	
CO2bron:	ketel			ketel	
kgCO2:	geen idee			geen idee	
Temperatuurintegratie					
Bandbreedte:	0			0	
IntegratiePeriode:	0			0	
maxGraaduren:	0			0	
Luchtra men 2					
Vorstgrens:	1			1	
StartWhet:	0			0	
WinLeeMin:	5			5	
WinWhetMin:	0			0	
WinLeeMax:	100			100	
WinWhetMax:	0			0	
MaxWin:	45			45	
KpVent:	geen idee			geen idee	
Buizen	van	tot		van	tot
MinBuisLow	01-Sep	01-Apr	35	01-Sep	01-Apr
	01-Apr	01-Sep	0	01-Apr	01-Sep
MinBuisLowTijdstip	01-Jan	01-Jan	0	01-Jan	01-Jan
MinBuisUpp	01-Jan	01-May	0	01-Jan	01-May
	01-May	01-Oct	0	01-May	01-Oct
	01-Oct	01-Jan	0	01-Oct	01-Jan
MinBuisUppTijdstip:	01-Jan	01-Jan	0	01-Jan	01-Jan
MinBuisBeg:	01-Jan	01-May		01-Jan	01-May
	01-May	01-Oct		01-May	01-Oct
	01-Oct	01-Jan		01-Oct	01-Jan
MinBuisEnd:	01-Jan	01-May		01-Jan	01-May
	01-May	01-Oct		01-May	01-Oct
	01-Oct	01-Jan		01-Oct	01-Jan
MaxBuisLow:	40			40	
MaxBuisLowTijdstip:	0			0	
MaxBuisUpp:	65			65	
MaxBuisUppTijdstip:	0			0	
T2ndAcc:	36			60	
BELICHTING					
Belichting:	15-Sep	15-Apr	ja	01-Aug	01-Apr
	15-Apr	15-Sep	ja	01-Apr	01-Aug
Lampvermogen:	6550 geïnstaleerd			4800 geïnstaleerd	
Setpoints 1					
MaxIGlob:	1 nov tot half maart 250; rest jaar 120			1 nov tot half maart 250; rest jaar 120	
MaxLichtsom					
UitPerEtmaal:	0			0	
BlokUitBegin:	0			0	
Lampeigenschappen					
TYPE LAMP	HS 2000 MIDI			HS 2000 MIDI	
SCHERM					
Gevelscherm	beweegbaar			beweegbaar	
Scherm:	Ja			Ja	
Schermtype:	verduister			verduister	
Setpoints 2					
IGlobOpen:	65			65	
VerduisterSchermOpenDicht	0			8,30 - 19,30	
MaxTexcess:	2			2	