



WAGENINGENUR
For quality of life

Het Nieuwe Telen Anthurium

Ontwerpen en doorrekenen van een energiezuinig teeltconcept

Nieves García, Feije de Zwart, Caroline Labrie



Ministerie van Economische Zaken,
Landbouw en Innovatie



Rapport GTB-1056



Referaat

Voor het gewas Anthurium heeft een groep van telers, voorlichters en onderzoekers nagedacht over de inzet van elementen uit Het Nieuwe Telen om energie te besparen en tegelijkertijd de kwaliteit van gewas en product te verbeteren. Er is een referentieteelt vastgesteld met een gasverbruik van 30 m³/m²*jaar. Drie scenario's worden geschetst waarmee het energiegebruik teruggebracht kan worden naar 24, 22, en 20 m³/m²*jaar door inzet van elementen uit Het Nieuwe Telen. Afhankelijk van de gekozen elementen is er een ander effect op de kwaliteit te verwachten: beter, gelijk, of iets onder die van de referentieteelt. Om de benodigde investering voor het scenario met de te verwachten hoogste kwaliteit met de huidige prijzen rendabel te maken, is een meeropbrengst van € 0,53 tot € 1,25/m² nodig door verbeterde kwaliteit. Het gestelde doel van 15 m³ kan bijna worden bereikt door gebruik te maken van glasdek van gecoat, gasgevuld dubbel glas. Ondanks de meerprijs ten opzichte van standaardglas is dit op basis van de huidige prijzen een rendabele investering voor nieuwbouw.

Abstract

Anthurium experts, growers, advisors and researchers, explored the possibilities of elements from the "Next Generation Greenhouse Cultivation" ("Het Nieuwe Telen") method for energy saving and quality improvement. As reference, a cropping system with a natural gas consumption of 30 m³/m²*year was used. Three scenario's were calculated, with a gas use of 24, 22, en 20 m³/m²*year. The different scenarios have different impact on product quality: respectively better, equal or slightly worse than reference. The investments for the scenario with highest quality flowers as a result, are returned by prices € 0,53 to € 1,25 higher than the prices obtained by the current standard quality.

To achieve the pre-set goal of saving 15 m³/m²*year of gas, coated double glazing with gas filling is needed. In spite of higher costs compared with singular glazing, this appears to be a profitable investment for new to built greenhouses at present price level.

© 2010 Wageningen, Wageningen UR Glastuinbouw

Wageningen UR Glastuinbouw

Adres : Violierenweg 1, 2665 MV Bleiswijk
: Postbus 20, 2665 ZG Bleiswijk
Tel. : 0317 - 48 56 06
Fax : 010 - 522 51 93
E-mail : glastuinbouw@wur.nl
Internet : www.glastuinbouw.wur.nl

Inhoudsopgave

Voorwoord		5
1	Samenvatting	7
2	Inleiding	9
	2.1	Het Nieuwe Telen 9
	2.2	Probleemstelling 9
	2.3	Doelstellingen 10
	2.4	Afbakening 11
3	Werkwijze	13
	3.1	Vaststellen referentieteelt 13
		3.1.1 Blauwverkleuring referentieteelt 13
		3.1.2 Lengte internodia in referentieteelt 13
	3.2	Brainstorm componenten teeltconcept 13
	3.3	Berekeningen energiebesparing 14
	3.4	Te verwachten effecten componenten teeltconcept op gewas en productkwaliteit 14
	3.5	Reflectie teeltconcept 14
4	Resultaten	15
	4.1	Referentieteelt 15
		4.1.1 Uitgangspunten referentieteelt 15
		4.1.2 Klimaatsetpoints referentieteelt 15
		4.1.3 Energieverbruik referentieteelt 17
		4.1.4 Internodiumlengte in referentieteelt 17
		4.1.5 Referentieteelt en blauwverkleuring / glazigheid 19
	4.2	Componenten teeltconcept 20
		4.2.1 Temperatuurintegratie 20
		4.2.1.1 Literatuur 20
		4.2.1.2 Berekende energiebesparing 21
		4.2.1.2.1 TI binnen het etmaal 21
		4.2.1.2.2 Meerdaagse TI 22
		4.2.2 Negatieve DIF 23
		4.2.2.1 Literatuur 23
		4.2.2.2 Berekende energiebesparing 24
		4.2.2.2.1 Zonder aanpassingen aan de schermstrategie 24
		4.2.2.2.2 Met aanpassingen aan de schermstrategie 25
		4.2.2.3 Effect negatieve DIF op gewas- en productkwaliteit 26
		4.2.3 Schermen en foliescherm 27
		4.2.3.1 Berekende energiebesparing foliescherm 27
		4.2.3.2 Foliescherm en vocht 27
		4.2.3.3 Foliescherm en blauwverkleuring 29
		4.2.3.4 Foliescherm en internodiumrek 29
		4.2.3.5 Mogelijkheden tot vochtbeheersing met gebruik van een foliescherm 29
	4.2.4	Buitenluchtaanzuiging en luchtcirculatie 30

	4.2.4.1	Literatuur	30
	4.2.4.2	Effect op het energieverbruik	31
	4.2.4.3	Effect buitenluchtaanzuiging en luchtcirculatie op kwaliteit	32
	4.2.5	Dubbelwandige kasdek materialen	33
	4.2.5.1	Effect op het energieverbruik	33
	4.2.5.2	Effect op de productie en kwaliteit	34
4.3		Het Teeltconcept: energiebesparing en gewaseffecten.	34
	4.3.1	Teeltconcept 1: focus energiebesparing	36
	4.3.2	Teeltconcept 2: energiezuinige kwaliteitsverbetering	36
	4.3.3	Teeltconcept 3: energiebesparing met minimaal gelijkblijvende kwaliteit en productie	37
	4.3.4	Discussie: analyse teeltconcepten	38
5		Conclusies	41
6		Referenties	43

Voorwoord

Een teeltconcept kan niet worden ontworpen zonder input vanuit praktijk en onderzoek. Daarom een woord van dank voor iedereen die eraan heeft bijgedragen:

Allereerst de financiers, het Ministerie van LNV en het Productschap tuinbouw, vertegenwoordigd door de heren L. Oprel en de heren A. Dijkshoorn en D. Medema voor hun vertrouwen.

De leden van de landelijke commissie Anthurium van LTO Groeiservice voor hun draagvlak. De telers Ton Bekkers, Jan van Adrichem, Wim Jacobs, Sam Janssens-Middendorp, Jeroen Ammerlaan en de voorlichters Gert Benders en Hans van Eijk voor het leveren van input voor de berekeningen en de creatieve discussies die tot veel interessante ideeën hebben geleid om te innoveren.

De genoemde voorlichters bovendien voor het verzamelen van aanvullende gegevens zoals de lengte van internodia op verschillende bedrijven.

Jaap Kester van LTO voor het medeorganiseren van werk sessies en de verslaglegging.

Feije de Zwart voor de modelberekeningen.

Caroline Labrie voor haar ondersteuning met de methodiek.

Nieves García

Bleiswijk, December 2010

1 Samenvatting

Het Nieuwe Telen Anthurium

“Het Nieuwe Telen” is substantieel energiezuiniger telen, met inzet van technieken om de warmtevraag te beperken en een optimaal teeltklimaat te handhaven. In diverse gewassen heeft het toepassen van verschillende elementen uit “Het Nieuwe Telen” geleid tot een substantiële verlaging van het energieverbruik en tegelijkertijd tot een verbetering van de kwaliteit bij gelijkblijvende productie.

Anthuriumtelers zien in Het Nieuwe Telen ook interessante maatregelen voor hun gewas, die zouden kunnen bijdragen aan het verlagen van het energiegebruik en tegelijkertijd aan het oplossen van diverse kwaliteitsproblemen die zich in de huidige teeltwijze voordoen. De huidige teeltwijze kenmerkt zich door een, in vergelijking met andere teelten, laag energiegebruik (30 m³ aardgas/m².jaar). De lage bloemprijzen van de afgelopen jaren hebben ervoor gezorgd dat het besparen op de kosten (energie en arbeid) belangrijker is geworden dan de productie of de kwaliteit.

In overleg met een groep telers en voorlichters uit diverse regio's en uit België is een “referentieteel” omschreven, met nadruk op energieverbruik en twee kwaliteitsaspecten: blauwverkleuring en glazigheid na de oogst (productkwaliteit) en rek van de internodia (gewaskwaliteit). Vervolgens zijn in een paar werkbijeenkomsten allerlei mogelijkheden besproken om energie te besparen met aandacht voor de genoemde kwaliteitsaspecten.

Het energieverbruik van de meest kansrijke mogelijkheden is na selectie berekend met behulp van een kasklimaatmodel; de te verwachten effecten op de kwaliteit zijn met behulp van uit de literatuur beschikbare gegevens geanalyseerd. Het onderzoek is door Productschap Tuinbouw en Ministerie van LNV binnen het programma Kas als Energiebron gefinancierd.

Drie teeltconcepten ontwikkeld

Op grond van berekeningen en analyse van de mogelijkheden voor energiebesparing in de Anthurium is geconcludeerd dat maximale energiebesparing en maximale kwaliteit niet in een teeltconcept te verenigen zijn. Daarom zijn drie teeltconcepten doorgerekend: een teeltconcept gericht op energiebesparing met gelijke productie en kwaliteit als in de praktijk, een teeltconcept waar de focus ligt op energie besparen, en een teeltconcept waar de focus ligt op een energiezuinige verbetering van de kwaliteit.

Teeltconcept 1 (focus energiebesparing) laat zien dat het energieverbruik van deze teelt teruggebracht kan worden tot 20 m³ aardgas/m².jaar (besparing 10 m³) door het toepassen van de volgende maatregelen:

Meerdaagse temperatuurintegratie, negatieve DIF, een temperatuurverlaging van 19 naar 18 °C in het najaar, een vast folie met perforatie als derde scherm, ontvochtigen (luchtramen) bij 90% in plaats van 85% en bodemisolatie. Echter verwacht wordt dat dit teeltconcept, met een sterke focus op maximale energiebesparing, ten koste zal gaan van de productie (in geringe mate) en de kwaliteit ten opzichte van de gestelde referentieteel. Dit door de toename van de RV, de lage lichtniveaus in de kritieke periodes in de winter en de lagere najaartemperatuur.

Teeltconcept 2 (energiezuinige kwaliteitsverbetering) bestaat uit de volgende elementen: buitenluchtaanzuiging, ontvochtigen bij 90%, meerdaagse temperatuurintegratie, negatieve DIF, een beweegbaar folie met perforatie als derde scherm en bodemisolatie. Een vast foliescherm en een temperatuurverlaging van 19 naar 18 °C in het najaar worden in dit concept niet toegepast. Hiermee is de energiebesparing van het teeltconcept als geheel 7 m³. Als ervoor gekozen zou worden toch te ontvochtigen bij 85% in plaats van 90% (bij de meetbox), komt de energiebesparing op een kleine 6 m³. Deze aanpassingen leiden naar verwachting wel tot een kwaliteitsverbetering door betere beheersing van de RV tussen het gewas op een zo energiezuinig mogelijke manier. Om met de huidige prijzen de investering in een beweegbaar scherm en buitenluchtaanzuiging rendabel te maken, is een meeropbrengst van € 0,53 tot € 1,25/m² nodig door verbeterde kwaliteit of door arbeidsbesparing.

Teeltconcept 3 (energiebesparing met minimaal gelijke productie en kwaliteit) bespaart als geheel 8 m³. In dit concept wordt alleen gebruik gemaakt van de energiebesparende maatregelen waarvan geen negatieve effecten op het gewas worden verwacht: meerdaagse temperatuurintegratie en bodemisolatie. Er is hier gekozen voor een beweegbaar, ongeperforeerd folie. In combinatie met de buitenluchtaanzuiging moet de RV dan redelijk energiezuinig controleerbaar zijn, zodat de kwaliteit ongeveer gelijk te houden is aan de referentieteelt. Dit teeltconcept is met de huidige prijzen net niet uit de gasbesparing te financieren, waardoor nog een meeropbrengst van € 0,03 tot € 0,75/m² nodig is. Om te bepalen of deze meeropbrengst met dit concept toch realiseerbaar is, vereist verder onderzoek.

Het energieverbruik van de Anthurium teelt kan verder teruggebracht worden naar bijna de als doel gestelde 15m³ door gebruik te maken van de nieuwste generatie kasdek materialen. Gecoat en gasgevuld dubbel glas bespaart 14 m³/m² per jaar met nauwelijks lichtverlies ten opzichte van enkel glas. Uitgaande van gelijke kwaliteit als in de referentie is dit glas op basis van de huidige prijzen een rendabele investering voor nieuwbouw. De beheersing van het vocht blijft een aandachtspunt dat tot vermindering van de energiebesparing dan wel tot een toename van de incidentie van blauwverkleuring kan leiden bij soorten die daarvoor gevoelig zijn.

2 Inleiding

Dit onderzoek maakt onderdeel uit van het programma Kas als Energiebron, welke wordt gefinancierd door het ministerie van LNV en Productschap Tuinbouw. Binnen dit programma valt dit onderzoek in het transitiepad teeltstrategieën. Doel van dit programma is dat bestaande glastuinbouwbedrijven kunnen profiteren van nieuwe inzichten en zo met zo laag mogelijke investeringen kunnen besparen op het energieverbruik. Plant en teelttechniek staan hierbij centraal.

2.1 Het Nieuwe Telen

“Het Nieuwe Telen” is volgens definitie van het programma “Kas als energiebron” substantieel energiezuiniger telen, waarbij plant en teelttechniek centraal staan, met inzet van technieken om de warmtevraag te beperken en een optimaal teeltklimaat te handhaven. Het Nieuwe Telen combineert kennis vanuit (semi-) gesloten kassen en traditionele teeltwijze, tot een economisch verantwoorde wijze van geconditioneerd telen. De inzet van technieken kan stapsgewijs op bedrijfsniveau plaatsvinden.

Kenmerkend voor “Het Nieuwe Telen” zijn de volgende aspecten:

1. Vermindering van de energievraag. Bijvoorbeeld vermindering van de warmtevraag door intensieve isolatie met energieschermen. Intensief betekent zowel meer uren schermen, meerdere schermen toepassen als beter isolerende schermen inzetten. Andere voorbeelden om de energievraag te verminderen zijn efficiënter koelen en belichten.
2. Inzet van energiezuinige technieken voor de vochtbeheersing, met name gecontroleerde toediening van (droge) buitenlucht, in plaats van minimumbuis en vochtkierregelingen.
3. Telen met de natuur (licht en buitentemperatuur) mee: lichtafhankelijke temperatuurintegratie, aanpassing van plant- en oogstdata en meer licht toelaten door inzet van koeling.
4. Vermindering van de ventilatie door luchtbevochtiging, zodat de plant beter CO₂ kan opnemen.
5. Verbetering van de temperatuur en vochtverdeling in de kas door gecontroleerde luchtbeweging.
6. Inzet van actieve koeling waarbij de verzamelde warmte op het eigenbedrijf nuttig kan worden toegepast (duurzame benutting van zonne-energie). Een alternatief is om niet te koelen maar direct duurzame warmtebronnen te benutten, bijvoorbeeld aardwarmte.

(Kas als Energiebron, 2010).

Afhankelijk van het gewas, dragen de verschillende maatregelen anders bij aan de potentiële energiebesparing. Ook kunnen bepaalde maatregelen ongeschikt zijn voor een gewas. Met een kasklimaat simulatiemodel, zoals KASPRO, kunnen de verschillende maatregelen doorgerekend worden. Uitgaande van de fysiologie van het gewas, kunnen verwachtingen worden geformuleerd ten aanzien van productie en kwaliteit.

2.2 Probleemstelling

In de afgelopen jaren zijn veel inspanningen door kwekers verricht om het energieverbruik in de snij-anthurium teelt te verminderen. 10 jaar geleden werd er nog 70 m³ gebruikt; tegenwoordig varieert het gasverbruik tussen de 23 en de 35 m³, afhankelijk van het bedrijf. Deze vermindering is bereikt door de inzet van diverse energiebesparende maatregelen (o.a. 2 - 3 schermen waaronder in sommige gevallen één plastic folie; het verlagen van de etmaaltemperaturen bij lage lichtniveaus, later in het seizoen starten met verwarmen en eerder stoppen, etc.). Deze aanpassingen zijn gerealiseerd ten koste van de productie. De ervaring van de telers is dat lagere etmaaltemperaturen leiden veelal tot bloemoverslag in de winter. Echter in een situatie van hoge energieprijzen en lage bloemprijzen is energiebesparing belangrijker geworden dan productie, en wordt dit geaccepteerd. Een vermindering van de kwaliteit wordt door telers echter onacceptabel gevonden.

Naar schatting wordt 20% van het energieverbruik ingezet om het vocht te beheersen, wat in veel gevallen in de potdichte kassen niet lukt. Als gevolg hiervan stijgt de RV in de kas. Als een hoge RV aangehouden wordt gedurende meer dan 75% van de tijd, neemt de kans op blauwverkleuring en glazigheid (een kwaliteitsprobleem) exponentieel toe (Warmenhoven en García, 2009). Blauwverkleuring is slechts ten dele zichtbaar tijdens de oogst en sorteringwerkzaamheden; het merendeel wordt pas in het handelskanaal zichtbaar. Hierdoor wordt het imago van het gewas aantast. In die zin (dat het meestal zichtbaar wordt na de oogst) is dit vergelijkbaar met het Botrytis probleem bij andere snijbloemen. Blauwverkleuring wordt echter niet door ziekteverwekkers veroorzaakt maar heeft een fysiologische oorzak.

Naast blauwverkleuring en glazigheid, treedt er in de winter een andere onwenselijke kwaliteitsprobleem op: een overmatige rek van de internodia. De oorzaak van de rek is onbekend maar er zijn er aanwijzingen dat onvoldoende afstemming tussen licht en temperatuur in combinatie met de hoge RV's eraan bijdragen. Het gebruik van bovenverwarming, energietechnisch ongunstiger dan onderverwarming, lijkt de rek te verminderen (waarnemingen voorlichters IMAC), wat toegeschreven wordt aan het positief effect van luchtbeweging in de kas. Door de internodiarek kan het gewas elk jaar tot 30 cm hoger worden, en omvallen. Het rekken en omvallen leidt tot grote economische schade in de vorm van productieverlies, meer 2^e soort, extra arbeid, lagere producties, verlies van overzicht in het gewas, en verkorting van de levensduur van het gewas.

Telers zien in Het Nieuwe Telen diverse interessante maatregelen die kunnen bijdragen aan het verlagen van het energiegebruik en tegelijkertijd aan het oplossen van de genoemde kwaliteitsproblemen, wat zich zal vertalen in een verbetering van de kwaliteit van het gewas (minder rek) en het ge oogste product (minder blauw en glazigheid).

Echter, voor men tot een kasproef overgaat, is het ontwerpen en doorrekenen van een teeltconcept noodzakelijk.

2.3 Doelstellingen

Algemeen doel is kennis genereren over manieren, technieken en methodes om energie te besparen. De ondernemer beslist of hij met de opgedane kennis energie bespaart of zijn energie-efficiency verhoogt.

Technische doelstellingen

Ontwerpen en doorrekenen van een teeltconcept voor het gewas Anthurium dat energiezuinig is en waarvan de maatregelen moeten kunnen leiden tot een verbetering van de gewas- en productkwaliteit:

1. Verbetering gewaskwaliteit door de internodia lengte te beheersen
2. Verbetering productkwaliteit door blauwverkleuring en glazigheid zoveel mogelijk te voorkomen

De verschillende componenten binnen het concept moeten zowel als geheel concept of als los component door telers toegepast kunnen worden op korte termijn en met rendabele investeringen.

Energiedoelstellingen

Met het ontwerp teeltconcept zou een gasverbruik ten behoeve van verwarming en ontvochtiging van 15 m³/ m² per jaar mogelijk moeten zijn. Dit door toepassing van in andere teelten reeds succesvol toegepaste elementen van Het Nieuwe Telen.

Nevendoeelstellingen

Het in onderhavig project te formuleren theoretische teeltconcept zou bij toepassing in de praktijk naast energiebesparing en positieve effecten op productie en kwaliteit, ook aan de volgende doelen moeten bijdragen:

- Verbetering van rendement van de bedrijfsvoering
- Verbetering van het imago van het product door minder kwaliteitsproblemen.
- Arbeid besparen.
 1. Indien door het toepassen van HNT bij Anthurium lukt om de rek van de internodia te beheersen en daardoor het omvallen te beperken is er arbeid te besparen en het overzicht in het gewas te verbeteren.
 2. Minder blauwverkleuring betekent ook arbeidswinst in de kwaliteitscontrole tijdens het sorteren en inpakken.
- Verbetering van de arbeidsomstandigheden voor het personeel indien het mogelijk blijkt het vochtgehalte in de kas beter te beheersen (in de huidige teeltvorm wordt men erg nat).

2.4 Afbakening

Dit onderzoek is een deskstudy. Het teeltconcept is in het kader van deze studie dus niet experimenteel beproefd. Indien het ontworpen teeltconcept voldoende perspectief biedt op het gebied van energiebesparing in combinatie met kwaliteitsverbetering en mogelijk productieverhoging, en voldoende draagvlak bij telers en andere stakeholders, dan zal gekeken worden of de experimentele toetsing van het concept in een nieuw project georganiseerd kan worden.

3 Werkwijze

Voor het ontwerpen en doorrekenen van het teeltconcept is de volgende werkwijze gehanteerd:

3.1 Vaststellen referentieteelt

In overleg met een groep telers en voorlichters uit diverse regio's en uit België is een "referentieteelt" omschreven. Dit omvat de technische uitrusting en de gehanteerde setpoints voor klimaatsturing.

De "referentie" setpoints dienen als input voor berekeningen van het kasklimaatmodel KASPRO (De Zwart, 1989), die vervolgens de referentieteelt omschrijft in termen van energieverbruik, gerealiseerde stook- en ventilatielijnen, gerealiseerde etmaaltemperatuur, verdamping, etc.

De met het model uitgerekende waarden zijn met telers besproken en op geldigheid voor de praktijk getoetst, en waar nodig aangepast.

3.1.1 Blauwverkleuring referentieteelt

De effecten van de referentieteelt op incidentie van blauwverkleuring/ glazigheid zijn aan de hand van een in 2009 uitgevoerd onderzoek waar 10 bedrijven aan hebben gewerkt bepaald. Dit is gedaan met het ras 'Tropical'. Bekend is het feit dat andere soorten nog gevoeliger zijn voor blauwverkleuring en glazigheid dan dit ras.

3.1.2 Lengte internodia in referentieteelt

Middels metingen op 9 verschillende bedrijven bij drie rassen is geprobeerd de variaties in lengte van de internodia in huidige teelten vast te leggen. Hiertoe zijn van een representatief bed van een half pootje (2 m) bedlengte (totale meetoppervlak 4 m²) alle hoofdplanten (geen stek) gemeten. Gemeten is de totale steellengte vanaf bovenste bladaanhechting t/m 6e oude bladaanhechting richting onder. Gekozen zijn de rassen 'Nunzia', 'Cheers' en 'Moments' vanwege hun gevoeligheid voor internodiumrek.

3.2 Brainstorm componenten teeltconcept

Tijdens twee brainstormsessies met telers en voorlichters en in samenspraak met experts zijn energiezuinige maatregelen besproken die kunnen bijdragen aan een lager energieverbruik bij Anthurium. Ook zijn de energetische knelpunten van de huidige teeltwijze besproken. Tot slot is een selectie gemaakt van maatregelen waarvan men verwacht dat ze een groot effect kunnen hebben op het besparen van energie, het verbeteren van knelpunten en het verbeteren van de kwaliteit van het gewas en de teelt.

De gekozen maatregelen zijn:

- Temperatuurintegratie (positieve DIF)
- Temperatuurintegratie negatieve DIF indien overdag gestookt wordt
- Schermen met folie, waarbij de folie, anders dan in de huidige praktijk, niet gekoppeld is aan het schaduw scherm (= folie dicht of schaduw scherm dicht).
- Grondisolatie (niet thermisch, maar tegen vocht)
- Gecontroleerd lucht inbrengen met opgewarmde buitenlucht ter ontvochtiging.

De gekozen elementen worden onder het hoofdstuk “resultaten” uitgebreid besproken zoals ze aan de orde zijn gekomen tijdens de brainstormsessies voor en na de berekeningen.

3.3 Berekeningen energiebesparing

De absolute energiebesparingen van de afzonderlijke elementen van het teeltconcept zijn berekend met de standaard teeltwijze als referentie met behulp van het kasklimaat model KASPRO. Hierbij is gebruik gemaakt van de buitenklimaat omstandigheden van een representatief jaar (zogenaamde SEL jaar).

3.4 Te verwachten effecten componenten teeltconcept op gewas en productkwaliteit

Door de te verwachten effecten op het klimaat van de componenten van het teeltconcept te vergelijken met literatuurgegevens is een schatting gemaakt van de wijze waarop de componenten van het teeltconcept zullen bijdragen aan het verkorten van de internodiumlengte en het risico op blauwverkleuring en glazigheid in vergelijking met de referentieteel.

3.5 Reflectie teeltconcept

De resultaten van de berekeningen zijn gepresenteerd tijdens twee sessies met telers en voorlichters. Tijdens dit overleg zijn deze resultaten en het teeltconcept bediscussieerd. Hier zijn de wensen van de telers besproken over het uittesten van het resulterend teeltconcept, of bepaalde componenten daarvan, om het effect op gerealiseerde energiebesparing, productie en kwaliteit te bepalen.

4 Resultaten

In dit hoofdstuk zijn de resultaten en conclusies weergegeven van de brainstormsessies, de modelberekeningen, de deskstudie en de werksessies met telers en voorlichters. Aan de hand hiervan is een energiezuinig teeltconcept ontworpen, doorberekend en met experts, telers en voorlichters besproken.

4.1 Referentieteelt

In overleg met de telers zijn de technische componenten en instellingen van de referentieteelt vastgesteld. Hieronder zijn de hoofdpunten van de referentieteelten weergegeven middels de aan- dan wel afwezigheid van de technische componenten die in dit onderzoek betrokken zijn. Dit betreft de componenten die op een meerderheid van de bedrijven van dat gewas aanwezig zijn.

Dit bleek veel ingewikkelder dan eerst gedacht, omdat in de Anthuriumteelt een grote verscheidenheid aan teeltsystemen, bedrijfstypen, en -groottes bestaat, met verschillende uitrustingen op het gebied van schermen, substraten, verwarmingswijzen, etc. Ook is een groot verschil tussen gehanteerde setpoints, en bovendien is er een grote discrepantie tussen wat iedere teler beschouwt als “gewenste setpoints” en de gehanteerde setpoints, die het resultaat zijn van beknibbeling op energie door de huidige onbalans tussen energieprijzen en bloemprijzen. Dit alles resulteert ook in een grote verscheidenheid in energiegebruik. Na diverse discussies is er een referentieteelt vastgesteld met de onderstaande kenmerken.

4.1.1 Uitgangspunten referentieteelt

- Substraat teelt
- Geen belichting
- Ondernet (één Ø 51 buis per meter) en bovennet (één Ø 51 buis per twee meter)
- Energiescherm en een bandjesscherm scherm
- Geen foliescherm
- Geen luchtcirculatie via verticale ventilatoren of luchtslangen
- Luchtbevochtiging met vernevelinginstallatie
- Temperatuurintegratie door grote dode zones tussen stoken en ventileren
- Ketelvermogen 100 W/m², buffer 60 m³/ha, geen WKK.

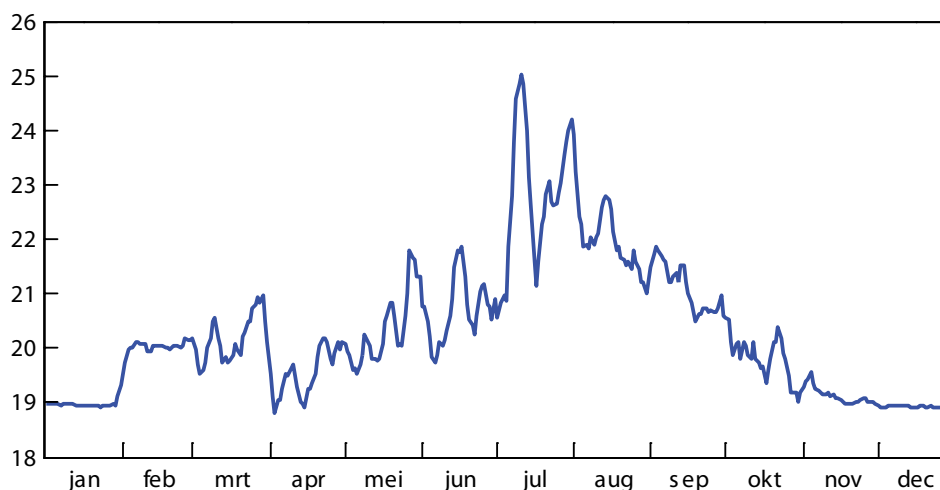
4.1.2 Klimaatsetpoints referentieteelt

De belangrijkste klimaatsetpoints welke als uitgangspunt zijn genomen voor de invoer van de referentieteelt in de modelberekeningen, zijn weergegeven in Tabel 1.

Tabel 1.: Klimaatsetpoints referentieteelt

Klimaataspect	Van	tot	Setpoint
Stooktemperatuur	1 jan	1 feb	19 °C
	1 feb	1 mrt	20 °C
	1 mrt	1 apr	19 °C
	1 apr	1 aug	18 °C
	1 aug	1 jan	19 °C
Dode zone ventilatie	1 jan	1 feb	8 °C
	1 feb	1 mei	6 °C
	1 mei	1 sep	3 °C
	1 sept	1 okt	5 °C
	1 okt	1 jan	6 °C
Luchtvochtigheidssetpoint			85%
CO ₂ setpoint			850 ppm streefwaarde
CO ₂ doseerflux			50 kg ha ⁻¹ uur ⁻¹ (totdat buffer vol is, ketel als bron)
Maximum buistemperatuur ondernet			50 °C
Maximum buistemperatuur bovennet			70 °C
Temperatuur ondernet waarboven bovennet bijkomt			40 °C
Onderste schermdoek:			
Schermtyp			SLS10ultraplus (transparant energiescherm)
Straling waarboven scherm open gaat	1 okt	1 mrt	40 W/m ²
Buitentemperatuur waarboven niet geschermd wordt			12 °C
Bovenste schermdoek:			
Schermtyp			XLS16 F (zomers als schaduw- scherm, winters gebruikt als energiescherm)
Straling waarboven scherm open gaat			0#300 W/m ²
Buitentemperatuur waarboven niet geschermd wordt			10 °C

Deze setpoints leveren het etmaaltemperatuur patroon gedurende het jaar dat getoond wordt in Figuur 1.



Figuur 1.: gemiddelde etmaaltemperatuur in °C in de referentieteelt door het jaar heen.

4.1.3 Energieverbruik referentieteelt

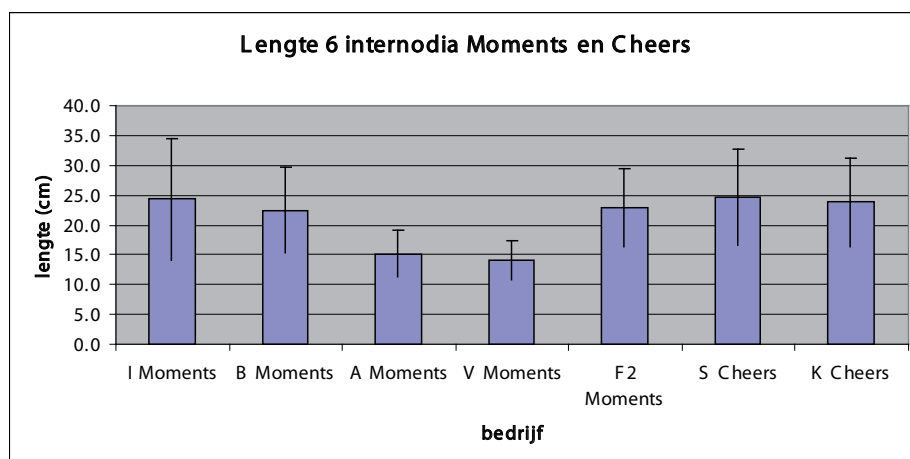
De referentieteelt als omschreven heeft een gasverbruik van 30 m³/m² jaar. Dit wordt door de telers reëel gevonden. Een enkele teler gebruikt minder energie, maar dan doet hij erg veel concessies aan de productie en de kwaliteit.

4.1.4 Internodiuumlengte in referentieteelt

In de praktijk komen grote verschillen in lengte van de internodia voor. De onderstaande grafieken tonen voor de rassen 'Moments', 'Cheers' (zelfde ras in een andere bloemkleur) en 'Nunzia' de gemiddelde lengte van 6 internodia bij verschillende bedrijven; in het bedrijf F zijn twee vakken van het ras "Nunzia" gemeten, een vak waar tot een half jaar voor de metingen met bodemkoeling (BK) gewerkt werd (bodemtemperatuur 2 graad onder de ruimtetemperatuur), en een vak waar "normaal" (N) geteeld werd; voor 'Cheers' is er bij 2 bedrijven gemeten.

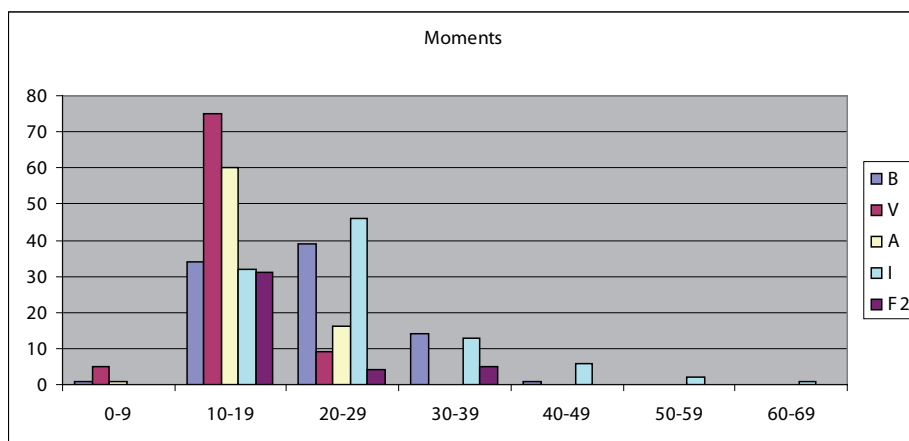
De gemiddelde lengte van 6 internodia bij 'Moments' (Figuur 2.) varieert afhankelijk van het bedrijf tussen 14 en 24 cm; bij 'Nunzia' tussen 22 en 45 cm (Figuur 4.). De bodemkoeling lijkt de internodia wat korter te houden, wat wenselijk is. Het verschil is door de grote spreiding tussen planten niet significant. Significant bij Nunzia is het verschil tussen het bedrijf met de kortste en het bedrijf met gemiddeld de langste internodia.

Tussen de twee bedrijven waar 'Cheers' gemeten is (Figuur 2.), is er geen verschil in gemiddelde lengte per 6 internodia. Het verschil tussen de langste en de kortste plant in beide bedrijven is 36 respectievelijk 38 cm.

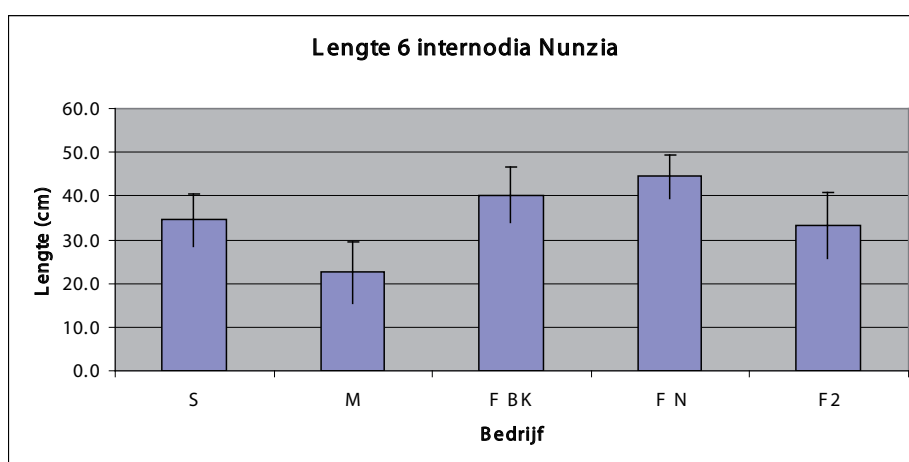


Figuur 2.: gemiddelde lengte per 6 internodia bij 'Moments' en Cheers bij 7 bedrijven

De spreiding binnen een bedrijf is erg groot; de grootste spreiding is bij Moments gemeten bij het bedrijf I, waar de gemeten lengte per 6 internodia varieerde tussen 10 cm en 64 cm. Door de grote spreiding zijn de verschillen tussen bedrijven bij 'Moments' niet significant. Dit is te zien aan de standaard afwijking balken in de figuren, maar ook aan de frequentie waarmee een bepaalde lengteklasse voorkomt (Figuur 3.). De Figuur laat zien dat het merendeel van de planten bij bedrijf V en bedrijf A in de lengteklasse 11-19 cm valt, terwijl bij bedrijf B het merendeel van de metingen verdeeld is tussen de 11 en de 29 cm. Bij bedrijf I valt bijna de helft van de waarnemingen in de klasse 20-29 cm.



Figuur 3.: frequentie verdeling lengte metingen bij vijf bedrijven 'Moments'.



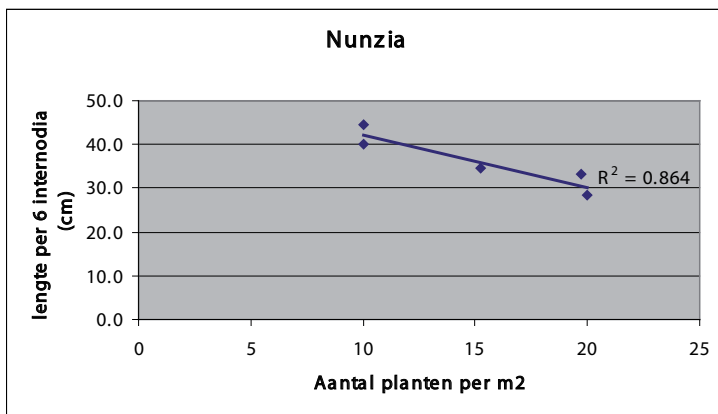
Figuur 4.: gemiddelde lengte per 6 internodia bij het ras 'Nunzia' bij 4 bedrijven en 2 teeltmethodes (F N en F2).

De verschillen zijn kleiner dan verwacht, wel aanwezig. Het is niet bekend wat de oorzaak is van de verschillen.

Interessant zou zijn om de verschillen in teeltwijze van 'Nunzia' tussen de bedrijven M en F te analyseren die het verschil in internodiuumlengtes zouden kunnen verklaren. Ook de verschillen tussen de bedrijven I en V zouden interessante aanwijzingen kunnen geven over de factoren die de lengte van de internodia bij 'Moments' in de praktijk beïnvloeden.

Omdat de plantdichtheid tussen bedrijven nogal verschilt, en bedrijf I met de grootste variatie ook de hoogste plantdichtheid hanteert, is dit door telers als een van de mogelijke oorzaken geopperd. Immers, als planten geen ruimte hebben, zullen ze meer rekken om voldoende licht te ontvangen, is de redenatie. Door een verminderde beschikbaarheid van assimilaten die ook nog eens verdeeld worden over een meer gestrekte plant (minder gewicht/cm), zijn de planten minder compact. Het ligt waarschijnlijk gecompliceerder, waarbij zaken als lichtonderschepping, fotosynthesecapaciteit en source-sink verhoudingen een rol spelen. Voor Anthurium is hier nog weinig over bekend.

Wanneer men de gemiddelde internodiuumlengte tegen het aantal planten per m² uitzet, blijkt daar voor het beperkt aantal waarnemingen voor Moments / Cheers geen relatie te gelden. Voor het ras "Nunzia" lijkt inderdaad een zwak rechtlijnig verband te bestaan (Figuur 5.); hoe meer planten er per m² staan, hoe korter de internodia. Dit is wel het omgekeerde van wat de telers verwachtten op basis van lichtonderschepping per plant: vanuit eerder onderzoek lijkt een invloed van licht en temperatuur aanwezig, waarbij een lagere temperatuur en hoog lichtniveau leiden tot kortere internodia, wat wenselijk is (Slootweg *et al.*, 2007). Mogelijk hebben op deze bedrijven andere factoren, zoals bijvoorbeeld de genoemde licht:temperatuur verhouding, een sterkere invloed op de lengte van de internodia dan de plantdichtheid. Om dit aan te tonen is een meer uitgebreide bedrijvenanalyse nodig dan hier uitgevoerd kon worden.



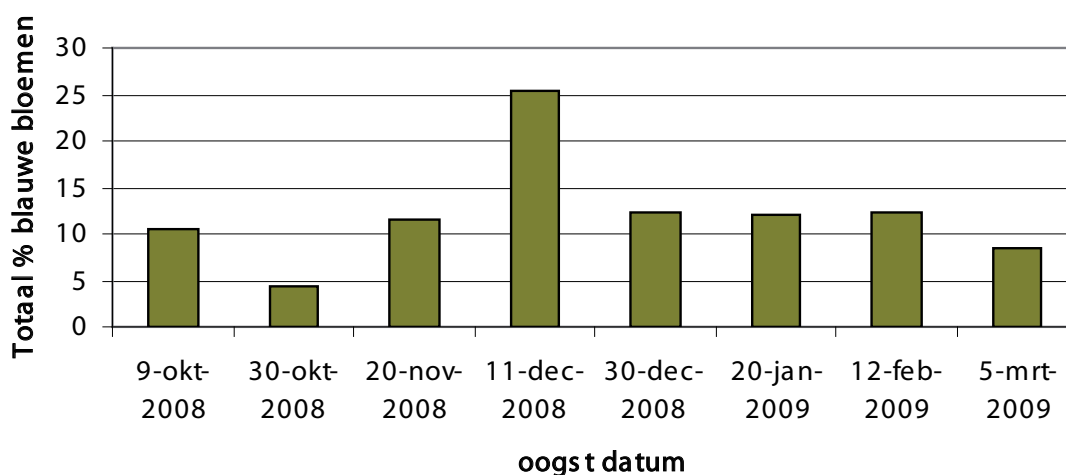
Figuur 5.: internodiumlengte in relatie tot de plantdichtheid

4.1.5 Referentieteelt en blauwverkleuring / glazigheid

Blauwverkleuring is een typisch najaar en winterprobleem dat zich bij rode cultivars voordoet. Niet alle cultivars zijn even gevoelig ervoor. Het is niet of nauwelijks waarneembaar tijdens het oogsten en het verwerken. Vaak treed het pas op tijdens de handelsfase. Het kan gaan om minuscule blauwe tot donker paarse spikkeltjes in het schutblad, maar ook om een groter gebied dat de hele onderste helft van het schutblad kan beslaan. Soms komt het ook voor in het midden van het schutblad.

Het is een vervelend kwaliteitsprobleem dat kan leiden tot claims en klachten van afnemers.

In een onderzoek (Warmenhoven en García, 2009) tussen 10 telers van de soort Tropical zijn in de winter 2008-2009 elke vier weken 1000 bloemen opgehaald en voor onderzoek op de vaas in een uitbloeiruimte gezet. Het percentage bloemen dat binnen 12 dagen blauwverkleuring vertoonde varieerde, berekend over alle kwekers heen, tussen 5 en 25 % (Figuur 6.). Het ergste periode was december, met 25% over alle kwekers heen.



Figuur 6.: % bloemen die binnen 12 dagen na de oogst blauw vertoonden. % berekend per 1000 bloemen van 10 herkomsten (100 per herkomst per datum).

Alle kwekers die aan het onderzoek mee deden hadden in meer of mindere mate last van dit vervelende probleem, aangezien het zich meestal pas na de oogst en in het handelskanaal manifesteert. Dat was de reden dat niet iedereen zich ervan bewust was.

Factoren die de kans op blauwverkleuring verhogen zijn: het breken van jong blad, hoge EC in de voeding en lange periodes met hoge RV in de teelt. Factoren die de effecten van hoge RV versterken zijn lage Calcium giften in de voeding en hoog CO₂.

4.2 Componenten teeltconcept

Hieronder worden de gekozen componenten voor een teeltconcept aan de hand van de discussie met telers en de beschikbare literatuur besproken.

4.2.1 Temperatuurintegratie

4.2.1.1 Literatuur

Met temperatuurintegratie (TI) wordt gebruikt gemaakt van het principe dat de ontwikkeling van de plant wordt bepaald door de ontvangen temperatuursom, en niet zozeer door de wijze waarop deze bereikt wordt. De plant reageert op “gemiddelde” temperatuur. Dit principe maakt het mogelijk om grotere bandbreedtes aan te houden in de temperatuurregeling van de kas, en leidt tot energiebesparing.

Uit pionierend onderzoek dat werd uitgevoerd met energie extensieve gewassen als sla, radijs, andijvie, Freesia en ranonkel, bleek dat het gebruik van TI (bandbreedte 8 °C) en energieschermen een energiebesparing mogelijk maakt van circa 45% (rond de 4 m³/m²), met gelijkblijvende of verbeterde productie en kwaliteit. TI helpt op deze manier om een energiescherm eerder rendabel te krijgen. Bij de meest vergaande behandeling (bandbreedte 11 °C) in energiebesparing (>50%) ontstond echter wel enige vermindering in productie of kwaliteit. Door de beperking van verwarming en ventilatie zijn er meer fluctuaties in luchtvochtigheid. Dit onderzoek heeft aangetoond dat gewassen een grotere fluctuatie in temperatuur aankunnen dan vaak wordt gedacht (Janse *et al.*, 2003).

Dit is ook van toepassing voor het gewas Anthurium, zo bleek in een onderzoek naar het effect van temperatuurintegratie bij Anthurium in 2002-2004 (Warmenhoven en García, 2004). Dagelijkse schommelingen van temperatuur binnen het etmaal van maximaal 8 °C (de temperatuur varieerde tussen 15 °C en 23 °C) zijn vergeleken met een strakke regeling, waarbij de gemiddelde temperatuur in beide afdelingen 19,5 °C bedroeg. De grote temperatuurbandbreedte leidde niet tot productie of kwaliteitsverlies.

In dat onderzoek is ook “Meerdaagse temperatuur integratie” toegepast. Dit ervan uitgaande dat het voor een plant geen probleem is om een paar graaddagen voor of achter te lopen op het ideaal geachte graaddagenverloop. Het kan de kwaliteit van de plant zelfs ten goede komen als bij donkere dagen, wat vaak de duurdere stookdagen zijn, lagere temperaturen worden aangehouden, mits deze op de lichtere dagen weer gecompenseerd worden.

Een meerdaagse temperatuurintegratieregeling kiest een wat hogere etmaaltemperatuur op dagen waarop “goedkoop” stoken is om deze vervolgens weer wat op etmaaltemperatuur in te leveren op dagen waarop het “duur stoken” is. Uiteraard hangt het effect van zo'n regeling af van de toegestane opbouw van graaddagen.

Gedurende korte periodes (maximaal 4 dagen) was het toegestaan om de gemiddelde etmaaltemperatuur tot 13 graden te laten zakken. Het tekort aan graaduren werd vervolgens gecompenseerd in twee weken. De koude periodes vertraagden de productie tijdelijk, want na de compensatieperiode werden de bloemen alsnog geoogst.

De ondergrens voor temperatuurintegratie is destijds met 13 graden niet bereikt, maar volgens de telers kom je wel in de gevarenszone, onder andere in verband met ongelijke temperatuurverdeling: als de meetbox 13 graden aangeeft, heb je grote kans op aanzienlijk koudere plekken in de kas.

Telers zijn daarom erover eens dat 14 graden etmaal wel de minimale waarde moet zijn, waarbij over de maand waarin deze temperaturen voorkomen een minimaal etmaalgemiddelde moet zijn bereikt van 18 °C. Ervaring is dat een lagere temperatuursom ten koste gaat van productiesnelheid en kwaliteitsproblemen kan veroorzaken doordat de RV moeilijker beheersbaar is bij lage temperaturen.

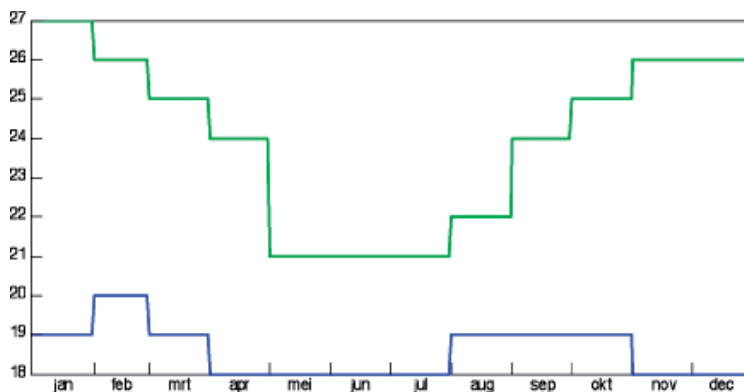
In het bovengenoemde onderzoek is door de toepassing van TI een besparing in energieverbruik bereikt over de periode september tot mei van 12,5% ten opzichte van het verbruik in de standaard kas. De weken waar de drie of vier koude dagen vielen liep de besparing op tot 52,5 %, echter, dit werd gedeeltelijk tenietgedaan in de weken dat het tekort aan graduren gecompenseerd werd, toen werd tot 20% meer energie gebruikt dan in de standaardkas.

Recent onderzoek bij Alstroemeria (Labrie en De Zwart, 2010) heeft door de toepassing van temperatuurintegratie een mogelijk energiebesparing op de warmtevraag berekend van 18% door het toepassen van temperatuurintegratie. Van alle in het teeltconcept berekende elementen draagt temperatuurintegratie het sterkst bij tot energiebesparing, met een absolute besparing van bijna 3 m³ aardgas per jaar per m².

4.2.1.2 Berekende energiebesparing

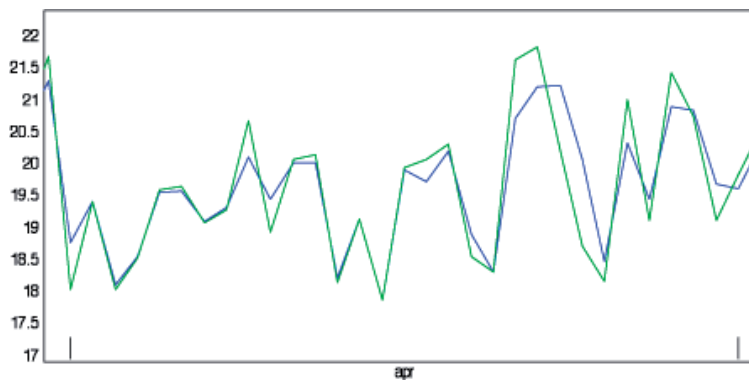
4.2.1.2.1 TI binnen het etmaal

In de huidige teelt wordt al vrij veel gebruik gemaakt van temperatuurintegratie door de grote bandbreedte tussen de stooklijn en de ventilatielin, zoals het te zien is in Figuur 7.



Figuur 7.: Weergave van de ventilatielin (groen) en de stooklijn (blauw) in referentieteelt.

Met deze huidige teeltwijze als referentie, die wat betreft gemiddelde temperaturen lager zit dan in het bovengenoemde onderzoek uit 2003, en waarbij ook veel minder gelucht wordt, valt met TI op jaarbasis slechts 1,5 m³/m².jaar te besparen. De beperkte ruimte om te besparen ligt in het voorjaar en in het najaar. Figuur 8. laat het gesimuleerd verloop zien van een teelt met en zonder temperatuurintegratie in de maand april.

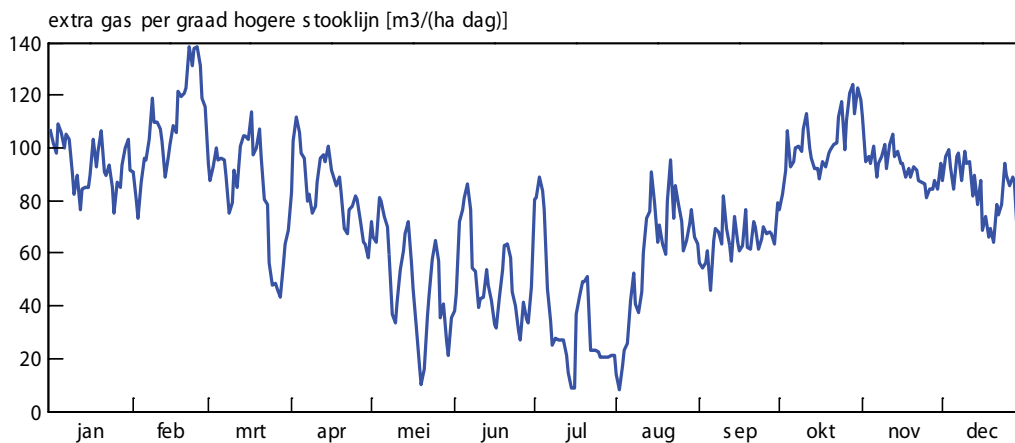


Figuur 8. Kastemperatuur in de maand april in de referentieteelt (blauw) en met TI (groen). Af en toe komt de etmaaltemperatuur in de kas met temperatuur-integratie wat hoger uit door minder te ventileren, wat in principe in het etmaal daarna weer gecompenseerd wordt door minder te stoken.

4.2.1.2.2 Meerdaagse TI

Een goede vuistregel luidt dat de verhoging van de stooklijn met 1 graad tot een stijging van het energieverbruik van 10% leidt. Deze vuistregel geldt op jaarbasis, maar in de koude periode van het jaar ook op weekbasis en zelfs op dagbasis. In absolute termen betekent deze vuistregel evenwel dat het effect van een graad hoger stoken op een dag met een hoog gasverbruik meer kost dan een graad hoger stoken op een dag met een laag gasverbruik. Onderstaande grafiek (Figuur 9.) laat het verloop van de stookkosten per graad door het jaar zien. Het lijntje is in de praktijk nog wat grilliger, maar in deze grafiek wat afgevlakt ten behoeve van de leesbaarheid.

In de koude periode schommelt het extra gasverbruik per graad verhoging van de stooklijn rond de 90 m³ per ha per dag, en in de zomer zakt het extra gasverbruik bij een graad verhoging van de stooklijn tot onder de 20 m³ per ha per dag. Indien planten een heel erg grote integratiecapaciteit zouden hebben zou het dus heel goedkoop telen zijn wanneer in de zomer hele hoge stooklijnen konden worden gekozen en in de winter hele lage. In de praktijk is dit natuurlijk niet mogelijk omdat een goede kwaliteit en een goed afzetverloop in de tijd grenzen aan de te gebruiken etmaaltemperaturen stelt. Zowel naar boven als naar beneden.



Figuur 9. Extra gasverbruik van een anthuriumkas met twee beweegbare schermen bij verhoging van de stooklijn met 1 graad.

Uit de simulatieberekeningen blijkt dat bij een bandbreedte van + of – 1 °C ten opzichte van de standaard stooklijn, waarbij de eventuele op- en afbouw steeds over een tijdspanne van 3 dagen weer moet zijn weggewerkt een besparing van 1.5% oplevert.

Het toestaan van een bandbreedte van + of – 2 °C wat steeds weer weggeregeld moet worden over een tijdvak van maximaal 5 dagen levert een iets grotere besparing op, namelijk 2%.

Nog grotere bandbreedtes en langere tijdspannen (bijvoorbeeld + of – 4 °C over twee weken) brengt de te behalen energiebesparing nog iets verder omhoog naar 2.5%.

4.2.2 Negatieve DIF

4.2.2.1 Literatuur

DIF, van het Engelse woord “Difference” wordt gebruikt om het verschil in temperatuur overdag en ’s nachts aan te duiden. Wanneer het verschil tussen de dag en de nacht temperatuur negatief is (overdag kouder dan ’s nachts), dan spreken we van “negatieve DIF”.

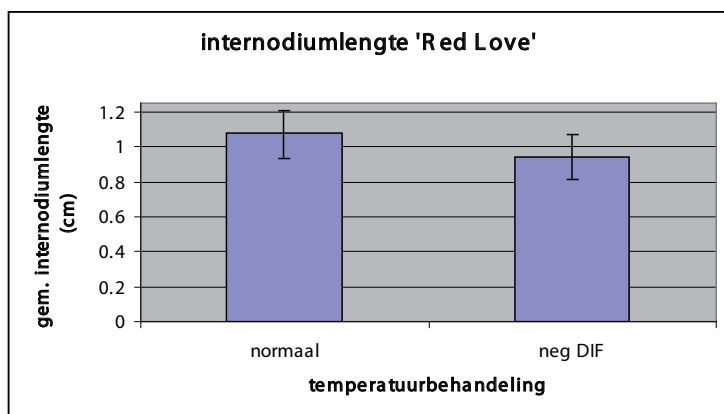
In het onderzoek Richtinggevende beelden wordt de toepassing van negatieve DIF genoemd om de warmtevraag verder te verlagen. In 30% van de etmalen is hiermee energie te besparen. Door juist ’s nachts te stoken met gesloten energiescherm, hoeft overdag met open scherm minder te worden gestookt (Poot *et al.*, 2008). Het voordeel ontstaat doordat een gesloten energiescherm de isolatiewaarde van de kas verdubbelt, waardoor maar de helft van de hoeveelheid warmte-energie nodig is om een bepaald temperatuurverschil tussen de kas en de buitenlucht te handhaven.

Vanuit energie-oogpunt is negatieve DIF alleen zinvol als het nodig is om overdag te stoken om de kas op temperatuur te houden. Vanwege de sterke isolatie in de nacht is het in deze momenten goedkoper en makkelijker om hogere temperaturen ’s nachts te bereiken dan overdag. Minder overdag isoleren is gunstig voor meer licht in de kas; bij te lage lichtniveaus in de kas (< 3 Mol/dag) neemt de kans op bloemoverslag toe (bepaalde soorten), of vertraagt de ontwikkeling zodanig dat de tijd tussen bloem en bloem tot 55% langer kan worden (Van Telgen *et al.*, 2004).

De absolute berekende besparing op energie door de toepassing van Negatieve DIF bij diverse relatief koud geteelde gewassen (Labrie en De Zwart, 2010) valt echter tegen: slechts 0,7 m³/m²jaar (4%) bij Alstroemeria, 0,05 m³/m²jaar (0,3 %) bij Amaryllis, 1,6 m³/m²jaar (9,9%) bij Anjer, en geen energiebesparing bij Freesia.

Zelfs bij een gering effect op de energiebesparing, kan deze maatregel echter interessant zijn voor Anthurium vanuit plantfysiologisch perspectief. Negatieve DIF staat bekend bij gevoelige gewassen om zijn remmende effect op de plantstrekking. In een literatuuronderzoek door Carvalho *et al.* (2007) naar mogelijkheden om compacte planten te telen worden negatieve DIF en DROP (het abrupt laten zakken van de temperatuur in de ochtend) genoemd en gestaafd met een behoorlijk aantal referenties als veelgebruikte methodes om de plantstrekking af te remmen.

In potanthurium onderzoek is met een DIF van -6 gewerkt om de steelstrekking te remmen (Van Telgen *et al.* 2005). Omdat de potanthurium rassen op hun compactheid geselecteerd worden, hebben ze van nature korte internodia. Na afloop van de proef zijn metingen verricht van de lengte van de internodia in de ‘normale’ en de ‘negatieve DIF’ behandelingen. De resultaten van deze metingen worden getoond in Figuur 10. Hoewel door de grote variatie geen significante verschillen optraden, was er een tendens waar te nemen naar de kortste internodia in de behandelingen waar negatieve DIF werd toegepast. Uitgaande van de gemiddelde waardes is met DIF een lengte remming van 12,5 % gerealiseerd.



Figuur 10.: Effect negatieve DIF (-6) gedurende de winterteelt bij de potanthuriumsoort 'Red Love' op de gemiddelde lengte van één internodium. De waarden zijn gemiddeldes uit twee verschillende daglengtes.

Potanthuriumsoorten worden, anders dan snijanthurium soorten, juist op hun compactheid geselecteerd; vandaar de zeer korte internodia.

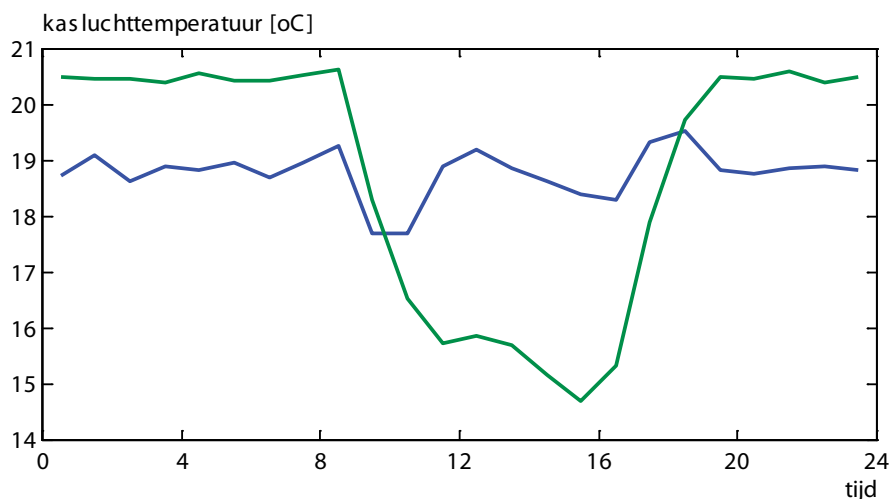
4.2.2.2 Berekende energiebesparing

4.2.2.2.1 Zonder aanpassingen aan de schermstrategie

Het toepassen van negatieve DIF onder gelijke omstandigheden als in de referentieteelt (zelfde schermstrategie, zelfde etmaaltemperatuur) kan voor Anthurium tot een gasbesparing van 1.5 m³ per m² per jaar leiden. Een temperatuurdrop van maximaal 6 °C wordt hierbij toegelaten.

De meeste besparing wordt gehaald wanneer er overdag weinig wordt geschermd (dus al bij lage lichtintensiteiten het scherm openen) en de minste besparing als het scherm de meeste dagen dicht blijft. Dit is in overeenstemming met het werkingsprincipe van negatieve DIF, wat meer effect geeft naarmate het verschil tussen de isolatiewaarde 's nachts en overdag groter is. Als het scherm overdag dicht blijft is het verschil in warmteverlies tussen dag en nacht klein en moet je de temperatuur overdag dus niet laten wegzakken. Je moet die dan immers 's nachts weer compenseren zonder hulp van de zon.

Onderstaande grafiek (Figuur 11.) toont het gemiddelde etmaalverloop van de temperatuur in de maand januari bij een vlak stookpatroon en bij een negatief DIF stookpatroon. Voor beide lijnen geldt dat de gemiddelde etmaaltemperatuur 18.8 °C bedraagt.

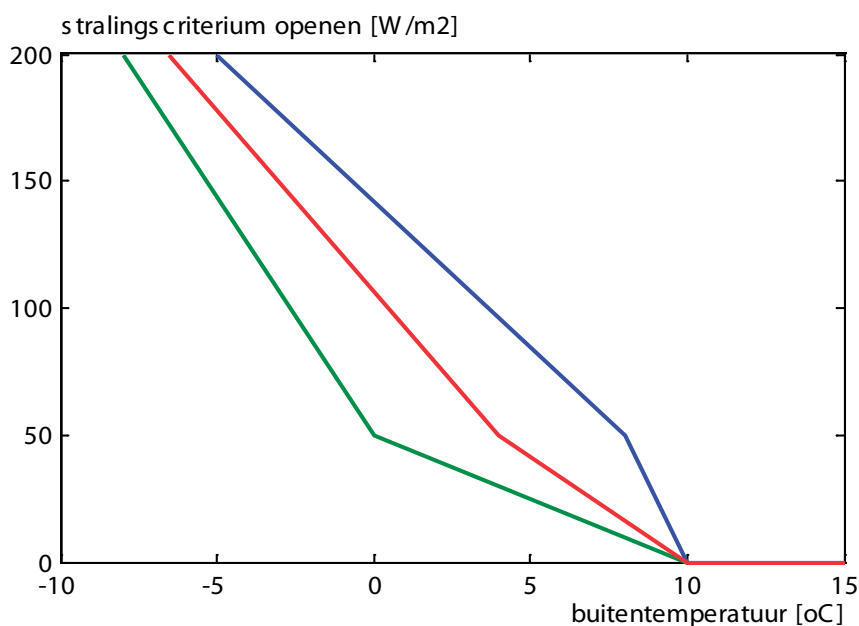


Figuur 11. Gemiddelde etmaalverloop van de temperatuur in januari bij een vlak stookpatroon (blauw) en bij een negatieve DIF stookpatroon (groen).

4.2.2.2 Met aanpassingen aan de schermstrategie

Als de schermen overdag open gaan om negatieve DIF toe te staan, is er ook lichtwinst te behalen, mits het energiescherm of het foliescherm niet gekoppeld is aan het schaduw scherm (iets wat in een aantal bedrijven nu het geval is). Tuinders gebruiken vaak een temperatuur-afhankelijk stralingscriterium voor het openen van een transparant scherm overdag. Licht is in de huidige teelt een dagelijkse afweging in de winter: scherm open om meer licht te pakken of scherm dichthouden om energie te besparen.

Middels een simulatie wordt gerekend hoeveel gas iedere extra Mol licht in de kas kost door het openen van de schermen. In onderstaande grafiek (Figuur 12.) staan drie van dit soort strategieën afgebeeld.



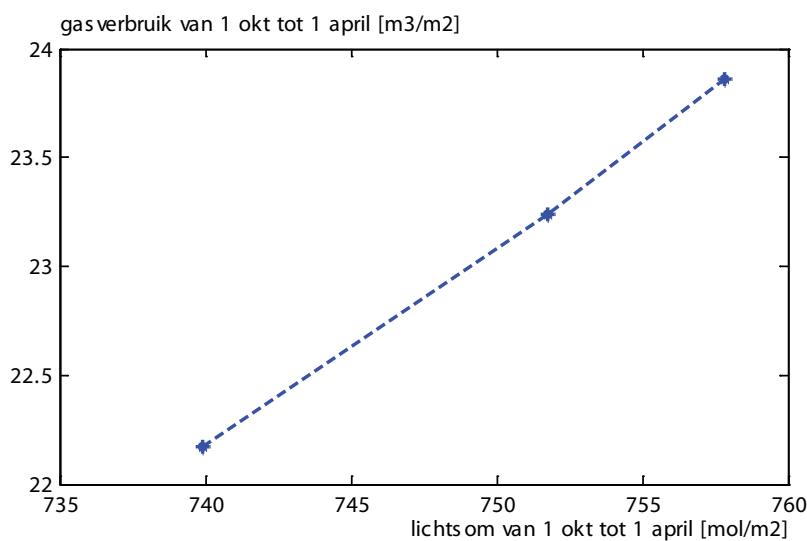
Figuur 12.: weergave van drie schermstrategieën afhankelijk van buitenniveaus van licht en temperatuur.

Als het scherm vaak overdag gesloten blijft daalt het gasverbruik, maar daalt ook de hoeveelheid licht in de kas.

Met het kasklimaat simulatiemodel KASPRO is het effect van de drie bovengetoonde schermstrategieën voor het openen van een transparant scherm (LS10-plus) in een Anthuriumkas doorgerekend. Het scherm heeft in gesloten toestand een lichtonderschepping van 22%.

In de berekeningen wordt naast het transparante scherm 's nachts nog een tweede scherm gebruikt. Dit is een schaduw-scherm en wordt daarom bij zonsopkomst altijd geopend om licht in de kas toe te laten.

De lichtsom in de kas over de periode van 1 oktober tot 1 april als gevolg van de in Figuur 12. weergegeven strategieën en het bijbehorende gasgebruik is in Figuur 13. tegen elkaar uitgezet. De drie punten zijn het gevolg van de drie bovengetoonde schermstrategieën. Het is duidelijk dat als er meer licht in de kas komt (dus als er minder wordt geschermd) dat dan het gasverbruik oploopt. De strategie met de minste uren schermen levert 15 Mol licht op en kost 2 m³ aardgas per m² per jaar.



Figuur 13. Gasverbruik versus lichtwinst van drie verschillende schermstrategieën.

Aan de hand van deze grafiek kan een vuistregel worden opgesteld die zegt dat elke extra mol PAR-licht de kas in de winter bijna 0.1 m³ gas extra kost (er van uitgaande dat dit extra licht wordt verkregen door minder te schermen).

4.2.2.3 Effect negatieve DIF op gewas- en productkwaliteit

Behalve energiebesparing heeft negatieve DIF naar verwachting ook een positief effect op de internodiumlengte. Uitgaande van de ervaringen met potanthurium zou een reductie in de gemiddelde internodiumlengte door de toepassing van DIF van 12% te verwachten kunnen zijn. Aangezien het met snijanthurium nooit is onderzocht, blijft dit een veronderstelling. In combinatie met een gemiddelde schermstrategie, is een licht positief effect op de productie te verwachten door het voorkomen van bloemoverslag of doordat de cycluseduur (tijd van bloem tot bloem) niet groter zal worden. In onderzoek door Slootweg *et al.* in 2008 is door het geven van veel licht de cycluseduur verkort. De mate waarin dit gebeurde wisselde per cultivar en per moment in de cyclus waarin het extra licht werd toegediend, maar zat grofweg in een verkorting van de cycluseduur van tussen de 1 en de 2,5 dagen per Mol extra licht. De kritische grens voor bloemoverslag van 3 Mol per dag komt in beeld bij dagen met een stralingssom onder de 250 J/cm². Door op deze dagen maximaal licht binnen te laten, is te verwachten dat uitstel van de bloemuitgroei voorkomen wordt.

Het openen van de schermen heeft indirect een positief effect op de luchtvochtigheid. Tegen het glasdek condenseert meer vocht uit de lucht dan tegen het scherm. Hierdoor is het ook te verwachten dat de toepassing van negatieve DIF in combinatie met een gemiddelde schermstrategie tot een (tijdelijk) lagere luchtvochtigheid in de kas zal leiden en daarmee de kans op blauwverkleuring verlagen (zie verder onder 3.2.3.3).

Telers zijn het erover eens dat negatieve DIF in combinatie met een aangepaste schermstrategie daarmee (energiebesparing, vochtafvoer en extra licht in de kritische momenten) een interessante optie is voor de Anthuriumteelt.

4.2.3 Schermen en foliescherm

In de Anthuriumteelt wordt in vergelijking met andere teelten vrij veel geschermd. De gemiddelde anthuriumteler heeft 2 schermen: een energiescherm en een schaduw scherm.

Een kleine helft van de tuinders maakt ook nog gebruik van een foliescherm. Dit kan een beweegbaar scherm zijn of vast. Beweegbaar folie ligt dikwijls op hetzelfde dradenbed als het schaduw scherm en is hieraan gekoppeld. Dit houdt in, dat als het foliescherm open gaat, het schaduw scherm dicht loopt, wat ten koste gaat van licht in de kas. Er zijn echter ook tuinders die het foliescherm op een apart dradenbed hebben. In dat geval heeft de kas dus drie schermen.

Een foliescherm is in de regel geperforeerd om de uitwisseling tussen vochtige lucht onder en boven het scherm te vergemakkelijken. Bij folie zonder gaatjes bestaat bovendien het risico op grote waterzakken als gevolg van condens op het kasdek, bovenop het folie valt en blijft liggen. De grootte en de afstand van de perforatie is ook heel wisselend; een gebruikelijke perforatie bedraagt 40x40.

Het lichtverlies van een foliescherm bedraagt ongeveer 15% als het schoon is, en kan oplopen tot 20% of meer bij sterk bevulde folie.

4.2.3.1 Berekende energiebesparing foliescherm

Uit de simulaties blijkt dat een (niet geperforeerd) foliescherm dat dag en nacht dicht blijft 5,5 m³ per jaar bespaart. Als er wel perforaties zijn aangebracht dan zakt de energiebesparing met 1,5 tot 2 m³/m² per jaar tot 3,5 tot 4 m³/m² per jaar. Hierbij dient de kanttekening te worden gemaakt, dat naarmate het aantal ingezette besparingsopties toeneemt (vooral van toepassing op het gebruik van meerdere schermen) de betrouwbaarheid van het berekende energieverbruik met KASPRO iets afneemt.

4.2.3.2 Foliescherm en vocht

Het gebruikte folie is vaak geperforeerd, maar ondanks de perforatie is er onvoldoende uitwisseling met de lucht buiten de folie, en condenseert veel vocht tegen het folie. Omdat deze nu horizontaal boven het gewas hangt (net als een gewoon scherm, overigens), druipt het vocht wat ertegen condenseert vervolgens op het gewas als regendruppels.

Perforatie is tevens nodig om vocht wat uit het kasdek druppelt te laten vallen, anders ontstaan waterzakken op het scherm.

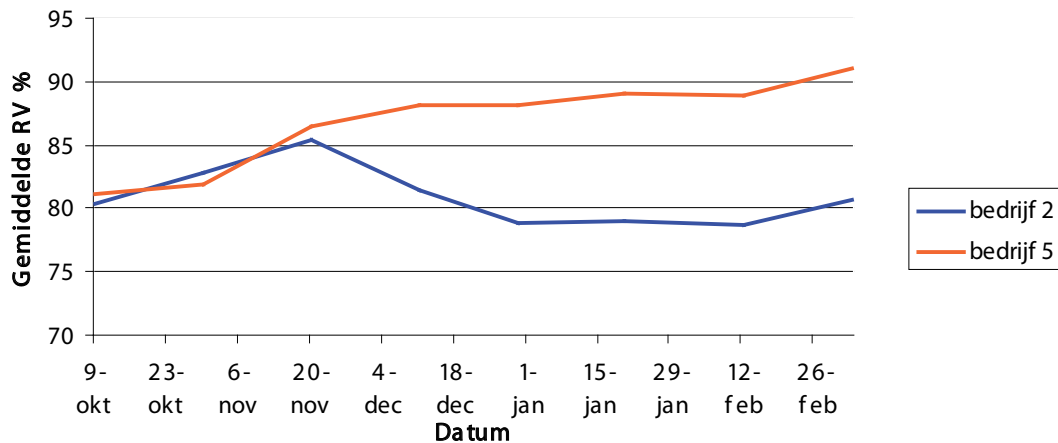
Tegen het folie, dat aan de oppervlakte koud is, condenseert ook vocht dat uit het gewas, de bodem en het substraat verdampt. Dit condenswater valt vervolgens terug op het gewas, wat nadelig kan zijn voor de bloemkwaliteit omdat het water op de bloemen kan blijven liggen.

Uit de simulatie blijkt dat het gebruik van folie in de wintermaanden een RV stijging veroorzaakt van 10% in vergelijking met de referentieteelt.

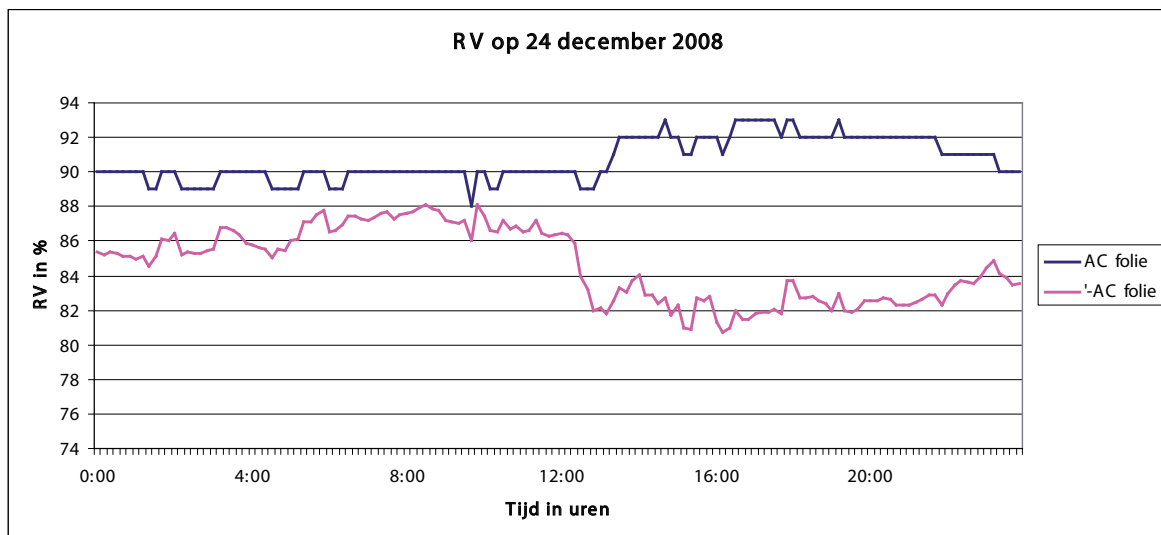
Het RV-verhogende effect van het gebruik van een foliescherm blijkt ook uit de figuren 14 en 15 die het verloop tonen van de RV in twee praktijkkassen uit eerder onderzoek (Warmenhoven en Garcia, 2009), een ervan met een foliescherm (bedrijf 5) en een zonder foliescherm (bedrijf 2). Ook hier is de RV met folie ca 10% hoger dan zonder folie maar absoluut is in de praktijk de RV hoger dan in de simulatie voor beide situaties met en zonder folie.

Bedrijf 2 zet een minimumbuis in bij een RV boven de 85% en Bedrijf 5 zet standaard 2 uur in de ochtend een minimumbuis in. Geen van de bedrijven maakt gebruik van vochtkieren. Bedrijf 5 belicht met 3000 lux en kan daardoor ook extra vochtinbreng van uit het gewas hebben.

Het verschil tussen simulatie en praktijkmetingen is hiermee nog niet verklaard. Mogelijk is er in de praktijk minder vocht-afvoer door condensatie tegen het kasdek en natuurlijke kieren geweest is dan waar in het model uit is gegaan. Andere optie is dat er meer vochtinbreng vanuit het Anthuriumgewas of de bodem is dan waar in de modelberekening vanuit is gegaan, hoewel de gesimuleerde verdamping goed overeenkomt met de werkelijkheid (getoetst met werkgroep). Andere mogelijkheid is dat vanwege de hoge energieprijzen in het jaar van deze praktijkmetingen iets zuiniger en daarmee vochtiger is geteeld dan gebruikelijk.



Figuur 14.: RV verloop (etmaalgemiddelde) in twee praktijkbedrijven in 2008-2009, bedrijf 2 gebruikt geen foliescherf, bedrijf 5 wel. Uit Warmenhoven en García, 2009.

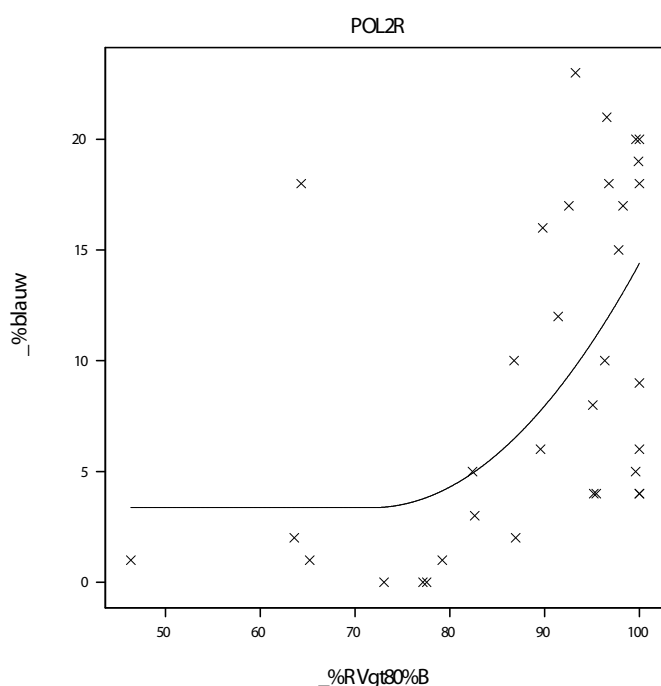


Figuur 15.: RV verloop op een willekeurige decemberdag in twee praktijkbedrijven in 2008-2009, waarvan een bedrijf met foliescherf (AC folie) en de andere zonder foliescherf (-AC folie). Uit Warmenhoven en García, 2009.

4.2.3.3 Foliescherm en blauwverkleuring

Uit het onderzoek naar de oorzaken van blauwverkleuring (Warmenhoven en García, 2009) bleek voor de helft (vijf van de tien) van de deelnemende bedrijven een sterk verband te zijn tussen het % blauw en het aantal klimaatmetingen die boven de 80% RV uitkomen in de 6 laatste weken voor de oogst (zie Figuur 16.) . Als de RV tot 70% van de tijd boven 80% blijft komt er in minder dan 5% van de bloemen blauwe spikkels of vlekken. Het blauw neemt scherp toe als meer dan $\frac{3}{4}$ van de tijd een RV heerst boven de 80% RV. Vier van deze vijf bedrijven waar de correlatie zich voordeed blijken folie te gebruiken als energiebesparende maatregel.

In een aanvullende kasproef was over enkele teelttafels met behulp van een raamwerk plastic anticondensfolie gespannen. Dataloggers die geplaatst werden lieten gedurende vele uren per etmaal RV waardes zien van tussen de 95 en de 100%. In deze tafels werd blauwverkleuring al vaak voor de oogst waargenomen, en binnen 12 dagen vertoonden meer dan 65% van de geoogste bloemen blauwverkleuring.



Figuur 16.: Het percentage bloemen met blauwverkleuring neemt exponentieel toe als meer dan 80% van de tijd een kas RV boven 80% heerst.

4.2.3.4 Foliescherm en internodiumrek

Ook de internodiumlengte is gemeten in de behandelingen waar folie over het gewas was gespannen in het blauwverkleuringsonderzoek. De indruk bestond dat onder de hoge RV de spreiding tussen planten toenam. Er zijn geen metingen gedaan van de standaard behandeling zonder hoge RV.

4.2.3.5 Mogelijkheden tot vochtbeheersing met gebruik van een foliescherm

Uit het bovenstaande blijkt dat het gebruik van een foliescherm zeer interessant is vanuit energieoogpunt, maar nadelig lijkt voor de kwaliteit van het geoogste product.

Tijdens de telersbijeenkomsten zijn diverse mogelijkheden besproken die kunnen helpen het vocht in de kas te beheersen onder een foliescherm.

Anticondens folie is geen oplossing, de werking van het anticondenslaagje is maar van hele korte duur, sommige telers zien zelfs geen verschil in condensatie tussen normaal en anticondens folie.

Beweegbaar folie is te prefereren boven vaste folie omdat dan de vochtafvoer precies naar behoefte kan worden geregeld. Met beweegbaar folie kan immers eenvoudiger een kier worden getrokken om vocht af te voeren.

Het scherm niet horizontaal, maar op afschot plaatsen met aan de lagere delen een opvanggoot, kan helpen condens op te vangen. Dit wordt nu in Zuid Spanje getest.

Ongeperforeerd folie bespaart meer energie, daarom lijkt het een goed idee om minimale perforatie te maken op plekken waar het water zich verzamelt.

Tegen het foliescherm condenseert water omdat de folie koud is. Er zijn een paar mogelijkheden geopperd om dit te voorkomen: het scherm isoleren (kost licht), of het scherm verwarmen (kost energie). Door de overdruk gecreëerd door de inbreng van tot kaslucht opgewarmde buitenlucht (zie 3.2.4) wordt vochtige kaslucht door de perforatie weggeperst. De condensatie zal echter alléén verminderen als met het buitenlucht aanzuigsysteem de luchtvochtigheid in de kas wordt verlaagd en dit zal het energieverbruik van de kas verhogen.

In gebieden met hoog grondwater kan wat water uit de ondergrond in de kas komen. In zulke gevallen kan het zin hebben om de bodem met een niet-permeabele folie af te dekken. Doordat er dan minder vocht in de kas komt, zal de warmtevraag dalen met 1 tot 2 m³ aardgas per m² per jaar.

4.2.4 Buitenluchtaanzuiging en luchtcirculatie

4.2.4.1 Literatuur

Bij gebruik van buitenluchtaanzuiging wordt op momenten dat de luchtvochtigheid in de kas te hoog oploopt buitenlucht in de kas gebracht. In de traditionele teelten wordt dit gedaan door kieren in schermen en ramen. Dat is de goedkoopste manier voor het vervangen van de vochtige kaslucht door drogere buitenlucht. Met het ventileren verdwijnt de kostbaar opgewarmde binnenlucht, en moet de koude buitenlucht die wordt aangezogen opnieuw op temperatuur worden gebracht. Door de ventilatiesetpoint te verhogen kan direct energie bespaard worden. Bij Freesia leverde een verhoging van de RV setpoint met 5% een energiebesparing van 27.9% doordat er minder geventileerd werd. Hierdoor nam echter de kans op Botrytis toe, waardoor het economisch niet aantrekkelijk was (Dueck *et al.*, 2004). Botrytis speelt in de Anthuriumteelt geen rol van betekenis.

De RV is beter te controleren door buitenluchtaanzuiging toe te passen. Door tot kastemperatuur opgewarmde buitenlucht onderin het gewas te blazen via slangen, wordt luchtcirculatie met drogere lucht gegenereerd. Voor zeer dichte gewassen, zoals Anthurium, is dit meer geschikt dan verticale ventilatoren (Van Weel., 2008). Tot dusver is de ervaring dat ventilatoren minder goed tussen het gewas dringen en deze alleen kaslucht circuleren waardoor het absolute vochtgehalte in de kas niet afneemt. Wel kan door de vermindering van temperatuurverschillen de RV in bijvoorbeeld koude hoeken minder ver oplopen (Van Weel., 2008).

Door de buitenluchtaanzuiging wordt het microklimaat rond kwetsbare delen minder vochtig en de temperatuur beter verdeeld, waardoor een hogere RV toegelaten kan worden (De Gelder, 2008). Dit maakt beperking van verwarming en ventilatie mogelijk, wat naast energiebesparing ook de CO₂ concentratie ten goede komt. Recente onderzoeken met tomaat gaven een energiebesparing van 20%, maar dit zou hoger zijn indien de grenzen verder waren opgezocht. Bij een recent onderzoek met gerbera was de besparing 40%, door het uitschakelen van de minimumbuis en beperkte ventilatie. Door de luchtbeweging ontstonden geen problemen met botrytis (Van Weel., 2008), ondanks dat gerbera daar erg gevoelig voor is. Ook in het parapluplan gerbera kwam naar voren dat luchtbeweging goed is tegen botrytis (Marcelis *et al.*, 2008).

In zojuist afgerond onderzoek bij Astroemeria heeft het gebruik van buitenluchtaanruiging behalve tot energiebesparing, tot een reductie van het aantal vochtblaadjes geleid (Labrie en De Zwart, 2010).

Alleen kaslucht bovenin aanruigen en tussen het gewas brengen, leidt juist tot een toename van de RV tussen het gewas, omdat de verdamping wordt gestimuleerd zonder dat het geproduceerde vocht wordt afgevoerd (pers. com. Van Weel 2010). Ook kan door de aanruiging bij de ventilator bij de gevel een ongewenste luchtstroom ontstaan en daardoor extra lage temperaturen bij de gevel.

4.2.4.2 Effect op het energieverbruik

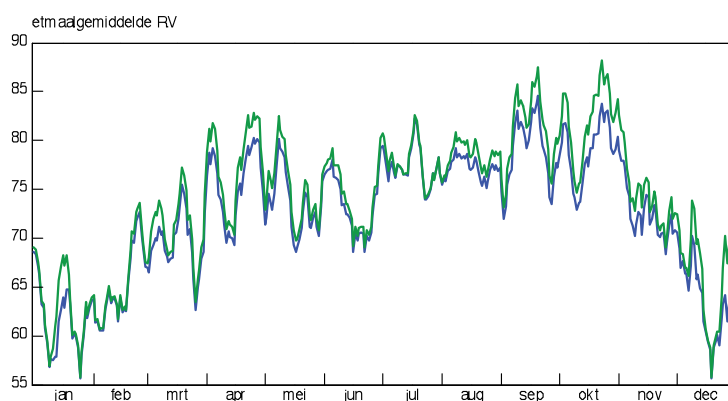
Bij Anthurium wordt verschillend omgegaan met de ventilatie setpoint op RV. In de referentieteeft zijn we uitgegaan van ventilatie bij 85% RV.

Als we aannemen dat de kaslucht 20 °C bij 85% RV is en de buitenlucht 10 °C en ook 85% RV is dan bedraagt het verschil in vochtinhoud tussen binnen- en buitenlucht $(15 \text{ gr/m}^3 - 8 \text{ gr/m}^3) = 7 \text{ gr/m}^3$ lucht.

In de winter verdampt een Anthuriumgewas volgens de simulaties zo'n 12.5 gr/m² per uur (resultierend in 0.3 liter per m² per dag) dus er hoeft maar weinig lucht ingeblazen te worden om een kas op 85% RV te houden, zeker wanneer er ook nog vocht via condens wordt afgevoerd.

De benodigde hoeveelheid buitenlucht neemt toe wanneer een lagere luchtvochtigheid in de kas gewenst wordt en de benodigde hoeveelheid lucht neemt af als de kas vochtiger mag worden. Omdat de buitenlucht meestal kouder is dan de kaslucht kost het afvoeren van vocht altijd ook energie. Dat is bij een buitenlucht aanruigingsysteem niet anders dan bij andere manieren van drogen (bijvoorbeeld door het openzetten van ramen). Alleen wanneer er gebruik gemaakt wordt van buitenluchtaanruiging met warmterugwinning (ClimecoVent Regain of het nog in ontwikkeling zijnde Hortiair systeem), maar hiervan is berekend dat dit in de groenteteelt pas relevant wordt bij gasprijzen boven de 35 cent per m³ en dat zal bij Anthurium (minder verdamping en hogere kasluchttemperaturen) dus bij nog hogere gasprijzen pas een overweging kunnen gaan worden.

Toch wordt buitenluchtaanruiging als energiebesparende maatregel genoemd. Dat komt omdat ervan uitgegaan wordt dat tuinders hogere luchtvochtigheden bij de meetbox zullen accepteren wanneer de kas een systeem heeft dat de droge lucht precies op de meest kwetsbare plaatsen inbrengt met controleerbare hoeveelheden. Bij de meetbox is de RV dan hoger dan in de oorspronkelijke situatie, maar tussen het gewas waar de problemen ontstaan is de RV juist lager dan in de oorspronkelijke situatie. Het toestaan van een hogere luchtvochtigheid in de kas volgens het verloop vertoond in Figuur 17. kan bij Anthurium volgens de simulaties inderdaad 2 m³ aardgas per m² per jaar besparen.



Figuur 17. Verloop etmaalgemiddelde RV in referentieteeft (blauw) en in een teelt waarbij een hogere RV wordt toegelaten (groen), en die tot een besparing van 2 m³/m² aardgas per jaar leidt.

Als een buitenlucht-aanzuigsysteem echter wordt gebruikt om de kas op een lagere RV (bij de meetbox) te brengen dan in de referentieteelteel het geval was zal het energieverbruik van de kas echter stijgen in plaats van dalen. Ontvochtigen kost immers altijd energie, ook al wordt het zo effectief mogelijk gedaan.

Een tweede reden waarom buitenlucht-aanzuigsystemen bij veel andere teelten tot energiebesparing leidt is de toename van het aantal schermuren wat dan toegepast wordt. Met het inbrengen van droge lucht tussen het gewas zijn de vochtproblemen beter te beheersen. In de Anthurium, waar al erg veel geschermd wordt, speelt dit besparende effect door extra schermen nauwelijks een rol.

Het elektriciteitsverbruik van een buitenlucht aanzuigsysteem ligt rond de 5 KWh per m² kas per jaar. Dit is, omgerekend in aardgasequivalenten (1m³ aardgas komt overeen met 3,8 KWh), ongeveer 1,3 m³ aardgas.

In gesprekken met Anthuriumtuinders wordt het afdruipe van condensdruppels van het foliescherm vaak als probleem genoemd. Het gebruik van een buitenlucht-aanzuigsysteem zal dit probleem niet verminderen; eerder nog vergroten. Immers, een buitenlucht aanzuigsysteem wordt aangelegd om juist bij hogere luchtvochtigheden nog verantwoord te kunnen telen. En als de luchtvochtigheid hoger is zal er meer condens tegen koude oppervlakken (zoals het folie) afgezet worden.

Dit is een reden temeer om werk te maken van folieschermen die het condenswater op een centraal punt afvoeren (de eerder genoemde 'tent'-constructie).

4.2.4.3 Effect buitenluchtaanzuiging en luchtcirculatie op kwaliteit

De berekende energiebesparing van buitenluchtaanzuiging is bij Anthurium laag in vergelijking met andere gewassen waar lagere RV's worden aangehouden.

Desondanks zijn telers van mening dat stroming van lucht langs het gewas tot verschillende voordelen zal leiden bij Anthurium:

- Belangrijk vinden telers het groeipunt te verwarmen voor een snelle afsplitsing. Dat gebeurt door warmte onderin te brengen, wat ook leidt tot een betere temperatuurverdeling.
- Kwaliteitsproblemen bij Anthurium ontstaan vermoedelijk als de bloem in ontwikkeling, zich opgerold tussen het vochtige gewas bevindt. Als buitenluchtaanzuiging ook bij Anthurium helpt de RV tussen het gewas beter te beheersen, dan zal het bijdragen aan een verbetering van de kwaliteit.

De internodielengte wordt niet significant beïnvloed door RV (Warmenhoven en García, 2009). Verminderde inzet van de minimumbuis op vocht, door deze te vervangen door ontvochtiging met buitenlucht (opgewarmd tot kasluchttemperatuur) kan wel tot een lagere temperatuur tussen het gewas leiden. Van lagere temperatuur bij de meetbox zijn wel indicaties dat dit tot kortere internodia leidt (Slootweg *et al.*, 2007). Aan de andere kant is de ervaring van de telers dat een lagere temperatuur rond de groeipunt de bladafplitsing zou vertragen. Een andere ervaring van telers op open tafels is dat de door buisverwarming veroorzaakte luchtstroming kortere internodia geeft dan op dichte tafels. Het effect van buitenluchtaanzuiging op de lengte van de internodia is daarom niet uit de beschikbare data te voorspellen, en zal grotendeels afhangen van de bereikte temperatuur rondom het groeipunt.

Met buitenluchtaanzuiging is de RV tussen het gewas beter te beheersen. Kwaliteitsproblemen die gerelateerd zijn aan hoge RV, zoals blauwverkleuring bij Anthurium (Warmenhoven en García, 2009) zijn hierdoor mogelijk beter te beheersen. Bij Alstroemeria is al aangetoond dat er een verband is tussen vochtblaadjes en aantal keren dan het vochtdeficit laag was en dat er met Het Nieuwe Telen (o.a. buitenluchtaanzuiging) minder vochtblaadjes aanwezig waren dan in de referentieteelteel (Labrie en Zwart, 2010). Vochtblaadjes hebben in fysiologische zin vermoedelijk overeenkomsten met blauwverkleuring en glazigheid bij Anthurium (geknapte cellen door hoge inwendige turgordruk). Het is hierdoor te verwachten dat toepassing van buitenluchtaanzuiging, door de betere RV beheersing, tot minder blauwverkleuring bij Anthurium zal leiden.

Alleen kaslucht bovenin bewegen heeft geen effect op de RV bij de meetbox (bedrijf 5 in Figuur 14. heeft horizontale ventilatoren onder het foliescherm). Kaslucht bovenin aanzuigen en tussen het gewas brengen stimuleert de verdamping. Vanuit andere gewassen is bekend: extra verdamping betekent niet extra groei. Continu de verdamping stimuleren zorgt alleen voor extra vochtinbreng vanuit het gewas wat tot hogere RV's en grotere kans op kwaliteitsproblemen leidt. De truc is om de verdamping alleen op de kritieke momenten (bij hoge RV) enigszins te stimuleren door de RV tussen het gewas te verlagen met drogere lucht en zo kwaliteitsproblemen te voorkomen.

4.2.5 Dubbelwandige kasdek materialen

Tijdens een van de laatste discussies met telers is geconcludeerd dat er nog meer mogelijkheden zijn om energie te besparen in de teelt, maar dat de huidige bedrijven tegen technische en kwaliteitsproblemen aanlopen. Gevraagd naar de technische oplossingen die nog zouden kunnen bijdragen aan energiebesparing en kwaliteitsverbetering, noemen kwekers een aantal verbeteringen van de isolatie van de kas, zoals

- Dubbel glas (goede isolatie en lichtdoorlatendheid)
- Diffuus glas (minder verschillen in temperatuur in het gewas door instralingsverschillen)
- Stegdoppel kasdek (met de kanttekening dat in de winter te veel verlies aan lichtdoorlatendheid zou zijn)
- Gevels van stegdoppel of polycarbonaat (een goede ontwikkeling, omdat de gevel de grootste storing is in de temperatuurverdeling maar minder vochtafvoer door condensatie tegen gevel).

Dubbel glas of extra schermen geven een serieuze verbetering van de isolatiegraad van de kas.

Omdat deze kasdekmaterialen het energieverbruik theoretisch dichter bij het gestelde doel van 15 a 16 m³ per jaar brengen, is er vervolgens gerekend met drie dubbelwandige materialen. Het resultaat van de berekeningen is te vinden in Tabel 2.

4.2.5.1 Effect op het energieverbruik

Er zijn berekeningen uitgevoerd met 3 verschillende dubbelwandige materialen. Dubbel kunststof (PMMA), "normaal" dubbel glas en de nieuwste generatie dubbel glas dek (dubbel glas, gecoat en gasgevuld, een soort HR++ glas), zoals dat nu op de experimentele VenLowEnergy kas ligt (van Schouten glas). De berekende besparingspercentages zijn ten opzichte van de referentieteel respectievelijk 25%, 38% en 47%.

De meerkosten van een alternatief kasdek ten opzichte van standaard enkelglas bij nieuwbouw betekenen een extra investering. De grote potentiële energiebesparing wat ermee te realiseren is, maakt deze investering echter snel rendabel. Dit blijkt uitgaande van een gasprijs van € 0,25 en van een meerprijs per m² van 15 euro per m² voor kunststof en van 23 euro per m² voor gewoon dubbel glas als er uitgegaan wordt van gelijke productie en kwaliteit als met enkelglas.

De prijs voor het Scheutenglas is nog niet bekend, maar dit zal richting de 25 tot 30 euro per m² extra zijn; daarom is er met beide getallen gerekend.

Tabel 2. Effect op energiegebruik en berekening rendabiliteit dubbelwandige kasdekmaterialen

	Dubbel kunststof	Dubbel glas	"Schouten" dubbel glas	
Meerkosten (€/m ²)	15	23	25	30
Jaarkosten (€/m ² /jaar)	1.58	2.42	2.63	3.15
Energiebesparing (%)	25	38	47	47
Energiebesparing (m ³ /m ² *jaar)	8	11	14	14
Besparing energiekosten (€/m ² /jaar)	1.9	2.9	3.5	3.5
Besparing minus kosten (€/m ² /jaar)	0.30	0.44	0.90	0.38

4.2.5.2 Effect op de productie en kwaliteit

Zoals de telers terecht aangeven, dubbelwandige kasdekmaterialen hebben twee belangrijke nadelen voor productie en kwaliteit: een lagere lichttransmissie dan enkelwandig glas, en een lagere vochtafvoer door condensatie tegen het glas.

Een PMMA kas geeft een lichttransmissie-verlies van zo'n 25%, een gewone dubbel glas kas heeft 15% minder licht dan een vergelijkbare enkel glas kas en voor die nieuwe ruiten van Scheuten glas (VenLowEnergy) staat er nu een lichtverlies van slechts 3% in de boeken.

Enig productieverlies is daarom met de eerste twee varianten te verwachten als gevolg van bloemoverslag in de winter, evenveel of iets meer dan met het gebruik van een dichte folie. Bloemoverslag komt voor als de binnen gemeten straling minder dan 3 Mol per dag bedraagt; dit komt regelmatig voor in de periode eind oktober tot half februari. Hoeveel productie dit zou kunnen kosten is met de beschikbare informatie moeilijk te becijferen; uit onderzoek van Van Telgen blijkt dat het gedurende 1 maand belichten van een voor overslag gevoelige potanthuriumcultivar tot een toename in 0,3 bloemen per plant leidt ten opzichte van de onbelichte controle. Omgerekend zou dit kunnen betekenen dat door bloemoverslag als gevolg van 30 extra dagen onder de lichtgrens, 3 tot 6 bloemen minder per m² zouden worden geoogst.

Bij het telen onder een dubbelwandig kasdek is een toename van de relatieve luchtvochtigheid te verwachten ten opzichte van enkel glas. Op dubbelwandige kasdekmaterialen condenseert ca. 75% minder water dan op enkel glas.

Vochtgerelateerde kwaliteitsproblemen, vooral bij soorten die gevoelig zijn voor blauwverkleuring of glazigheid, zullen vermoedelijk toenemen. Het combineren van een dubbelwandige kasdek vraagt daarom om een aangepaste ventilatiestrategie (in de referentieteel zijn we uitgegaan van ventilatie bij RV boven 85%) of een ontvochtigingssysteem. Een systeem voor buitenluchtaanzuiging verbruikt ca. 1,3 m³ aardgas per m² per jaar (zie 3.2.4.2).

4.3 Het Teeltconcept: energiebesparing en gewaseffecten.

Op basis van de resultaten van energie en gewaseffecten, zoals omschreven in het vorige hoofdstuk, kan een nieuw teeltconcept omschreven worden die kan bestaan uit een aantal elementen.

Uit de omschrijving in 3.2 blijkt dat sommige elementen die tot energiebesparing leiden, een neutraal (temperatuurintegratie) effect, een positief effect (negatieve DIF), of een negatief effect (hogere RV toelaten) hebben op verschillende kwaliteitsaspecten. Anderzijds, elementen die mogelijk tot een verbetering van de kwaliteit zullen leiden (buitenluchtaanzuiging, aangepast schermstrategie om in winter meer licht toe te laten), hebben een negatief effect op het energieverbruik, die in lichte mate toeneemt. Daarom is ervoor gekozen drie scenario's of teeltconcepten te omschrijven:

Teeltconcept 1 legt het accent op energiebesparing waarbij enige productievertraging en iets aan kwaliteitsverlies geaccepteerd wordt

Teeltconcept 2 is gericht op energiebesparing en kwaliteitsverbetering (de eigenlijke doelstelling)

Teeltconcept 3 beoogt energiebesparing met minimaal gelijkblijvende productie en kwaliteit aan de referentieteel

Deze drie teeltconcepten zijn samengevat in Tabel 3.

Tabel 3.: Effecten teeltmaatregel op energiegebruik en gewaskwaliteit in 3 teeltconcepten

Scenario	Maatregel	Energiegebruik (m ³ /m ² *jaar)	Besparing (m ³ /m ² *jaar)	Besparing (%)	gevolgen voor gewas
Referentieteelt		30			
Teeltconcept 1: focus energiebesparing					
	meerdaagse TI ¹		2.4	8	Geen
	negatieve DIF		1.5	5	Kortere internodia
	temp verlaging 19-18C najaar		2	7	Productievertraging Kortere internodia
	3e scherm: vast folie, 40x40 perforatie ²		3	10	Blauwverkleuring en glazigheid
	ontvochtigen bij 90% ipv 85% (bij meetbox)		2	7	Blauwverkleuring en glazigheid
	Bodemisolatie		1 à 2	5	
Teeltconcept 1	Totaal	20	10	33	
Teeltconcept 2: energiezuinige kwaliteitsverbetering					
	meerdaagse TI ¹		2.4	8	Geen
	negatieve DIF		1.5	5	Kortere internodia
	3e scherm beweegbaar folie vaak openen (per extra Mol licht m ² jaar ⁻¹)		- 0.1	- 0.3	Kwaliteitsverbetering en kortere internodia door meer licht
	ontvochtigen bij 90% ipv 85% (bij meetbox) i.c.m. ontvochtigen mbv buitenluchtaanzuiging ³		0,7	2	Kwaliteitsverbetering door beter microklimaat
	Bodemisolatie		1 à 2	5	
Teeltconcept 2	Totaal	23	7	23	
Teeltconcept 3: energiebesparing met minimaal gelijkblijvende kwaliteit en productie					
	meerdaagse TI ¹		2.4	8	Geen
	negatieve DIF		1.5	5	Kortere internodia
	3e scherm: beweegbaar folie		3	10	Zonder combinatie met buitenluchtaanzuiging blauwverkleuring en glazigheid
	ontvochtigen bij 90% ipv 85% (bij meetbox) i.c.m. ontvochtigen met buitenluchtaanzuiging ³		0,7	2	Enige kwaliteitsverbetering door beter microklimaat
	Bodemisolatie		1 à 2	5	
Teeltconcept 3	Totaal	22	8	26	

¹ Compensatie over 5 dagen, temperatuurafwijking 2 °C. Eendaagse temperatuurintegratie geeft een energiebesparing van 1,5 m³/m²*jaar.

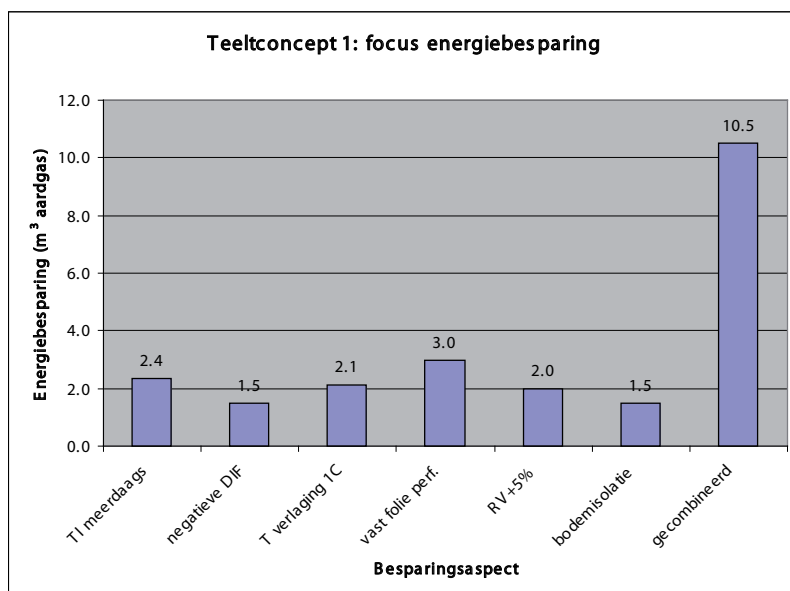
² Van een folie zonder perforatie is de besparing 5 m³/m²*jaar, maar dat leidt tot onacceptabele vochtproblemen en daarom is in dit eerste concept gekozen voor geperforeerd folie. In het derde concept is het in beweegbare vorm opgenomen, en wordt gecombineerd met buitenluchtaanzuiging, waardoor de RV beter beheersbaar blijft.

³ Ontvochtigen bij 90% i.p.v. 85% bij de meetbox geeft een besparing van 2 m³/m²*jaar. Het elektraverbruik van de buitenluchtaanzuiging is 5 kWh/m². Dit komt overeen met 1,3 aardgasequivalenten. 2-1,3=0,7 m³/m²*jaar besparing.

4.3.1 Teeltconcept 1: focus energiebesparing

De energiebesparingseffecten van combinaties van maatregelen kunnen niet bij elkaar opgeteld worden, maar het vermenigvuldigen van de resterende verbruikspercentages geven wel een goede indicatie van het gecombineerde effect. Als wordt gefocust op de energiebesparende maatregelen en niet op productie- en kwaliteitsverbetering zou een energieverbruik van 20 m³ haalbaar zijn door het toepassen van de volgende maatregelen.

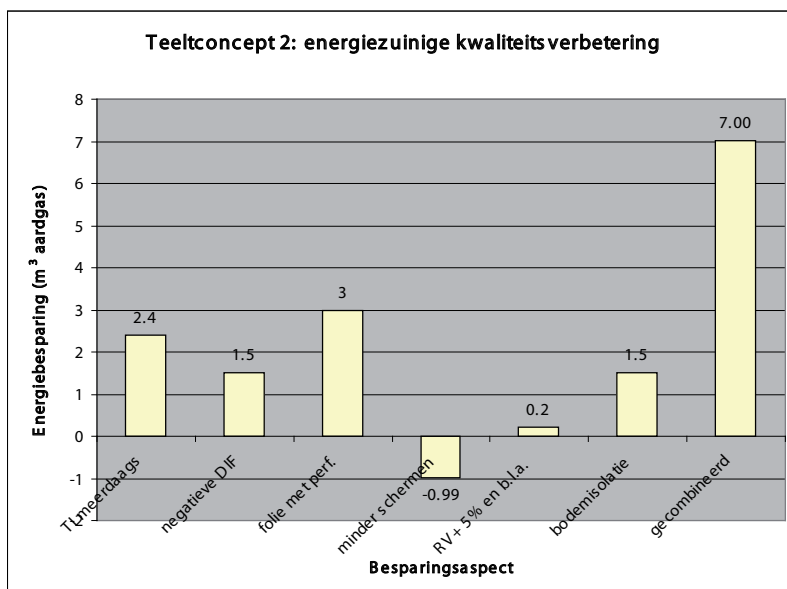
Meerdaagse temperatuurintegratie, negatieve DIF, een temperatuurverlaging van 19 naar 18 °C in het najaar, een vaste folie met perforatie als derde scherm, ontvochtigen bij 90% in plaats van 85% en bodemisolatie. De maatregelen die niet voor dit concept zijn gekozen zijn het openen van het scherm om meer licht in de kas te houden, omdat dit het energieverbruik verhoogt. Ook de buitenluchtaanzuiging is niet gekozen. De besparing van het verhogen van de RV setpoint van 85% naar 90% zou in het geval van Anthurium weer bijna teniet worden gedaan door de elektrakosten. Dit omdat in Anthurium reeds hoge vochniveaus worden geaccepteerd. Er is hier wel gekozen voor het vaste folie met perforatie, omdat met een folie zonder perforatie het risico op vochtproblemen onacceptabel groot zou worden in dit concept zonder alternatieve ontvochtigingsmethoden. De energiebesparing per onderdeel en alle onderdelen gecombineerd is weergegeven in Figuur 18.



Figuur 18. Energiebesparing per maatregel en allemaal gecombineerd als teeltconcept 1 met de focus op energiebesparing

4.3.2 Teeltconcept 2: energiezuinig kwaliteitsverbetering

Voor het tweede teeltconcept ligt de focus op het zo energiezuinig mogelijk verbeteren van de kwaliteit. Dit met name door minder te schermen waardoor meer licht toegelaten wordt en het beter beheersen van de RV tussen het gewas door gebruik van buitenluchtaanzuiging ondanks de verhoging in ontvochtigen bij 90% in plaats van 85%. Daarnaast wordt gebruik gemaakt van de energiebesparende maatregelen waarvan geen negatieve effecten op het gewas worden verwacht: meerdaagse temperatuurintegratie, negatieve DIF, een beweegbaar folie met perforatie als derde scherm en bodemisolatie. Een vast foliescherm en een temperatuurverlaging van 19 naar 18 °C in het najaar worden in dit concept vanwege de te verwachten productievertraging dus niet toegepast. Hiermee is de energiebesparing van het teeltconcept als geheel 7 m³, (Figuur 19.). Als ervoor gekozen zou worden de RV met de buitenluchtaanzuiging bij de meetbox op 85% te sturen in plaats van 90%, komt de energiebesparing op een kleine 6 m³. Bijkomend voordeel van een lagere RV is dat de arbeidsomstandigheden verbeteren. Het personeel wordt minder nat omdat het gewas minder nat is.



Figuur 19. Energiebesparing per maatregel en allemaal gecombineerd als teeltconcept 2 met de focus op energiezuinige kwaliteitsverbetering.

4.3.3 Teeltconcept 3: energiebesparing met minimaal gelijkblijvende kwaliteit en productie

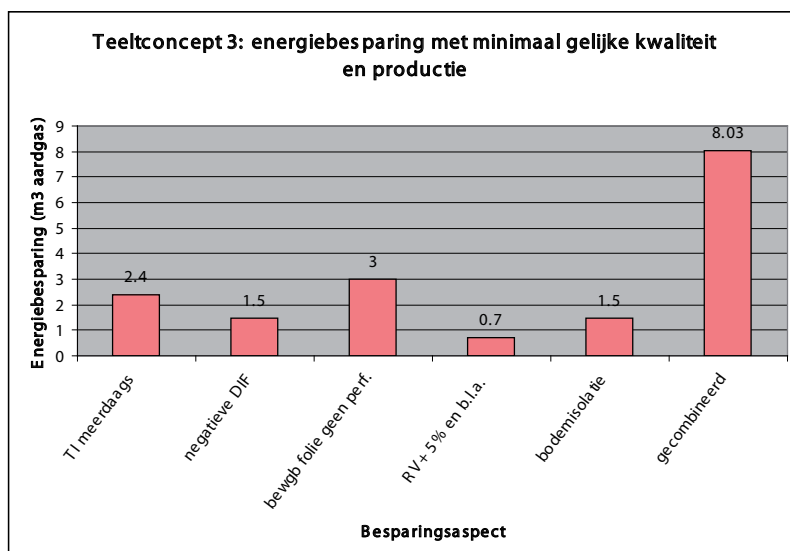
Voor het derde teeltconcept ligt de focus op energiezuinig telen, met behoud van dezelfde productie en kwaliteit als in de referentieteel, waarvan al een zeker kwaliteitsverlies geaccepteerd wordt.

In dit concept wordt, evenals in de andere twee concepten, gebruik gemaakt van de energiebesparende maatregelen waarvan geen negatieve effecten op het gewas worden verwacht: meerdaagse temperatuurintegratie en bodemisolatie.

Een temperatuurverlaging van 19 naar 18 °C in het najaar worden in dit concept vanwege de te verwachten productievertraging ten opzichte van de referentie niet toegepast. Een beweegbaar, ongeperforeerd folie is hier geprefereerd boven een vast folie met perforatie.

De besparing is dan ongeveer hetzelfde maar met het voordeel dat het als het heel koud is helemaal dicht kan of juist gekierd kan worden als het te vochtig wordt. De uitdaging in de energie besparing zit in het zoeken naar de maximaal toelaatbare RV. Bij Anthurium is men al heel dichtbij of eroverheen. Met een beweegbaar scherm zijn die pieken beter af te vlakken en op de momenten dat de RV het wel toelaat, besparen ze maximaal omdat er geen perforatie in zit. In combinatie met de buitenluchtaanzuiging moet de RV dan redelijk energiezuinig controleerbaar zijn, zodat de kwaliteit waarschijnlijk gelijk te houden is met de referentieteel.

Hiermee is de energiebesparing van het teeltconcept als geheel 8 m³, (Figuur 20.).



Figuur 20. Energiebesparing per maatregel en allemaal gecombineerd als teeltconcept 3 beogend energiebesparing met minimaal gelijke kwaliteit en productie als de referentie.

4.3.4 Discussie: analyse teeltconcepten

Op grond van de analyse van de mogelijkheden voor energiebesparing in de Anthurium blijkt dat er al zoveel gedaan wordt in de praktijk om het energiegebruik laag te houden dat er weinig aangrijpingspunten overblijven om energie te besparen zonder verder in te leveren op productie en kwaliteit.

De toepassing van temperatuur-integratie levert in vergelijking met andere gewassen weinig energiewinst op omdat de huidige teeltwijze van Anthurium al heel veel gebruik maakt van het opbouwen van een temperatuur-som door middel van zonne-energie. De ventilatielijn staat immers ver boven de stooklijn. Anders gezegd, pas wanneer er in een teelt periodes zijn waar overdag veel gelucht wordt terwijl er 's nachts veel moet worden gestookt, kan temperatuur-integratie veel betekenen.

In andere teelten waar elementen uit HNT grote energiebesparingen opleveren komt dit voor een belangrijk deel uit het gebruik van een folieschermbuis en het weglaten van minimumbuis. Het gebruik van semi-permanente folies in de winter komt in de Anthuriumteelt regelmatig voor, maar levert wel kwaliteitsproblemen in de vorm van blauwverkleuring en glazigheid op, en is mede daarom niet standaard. Voorts wordt er al relatief weinig gebruik gemaakt van minimum buis (alleen rond zonopkomst, wat niet meer dan 0.5 m³ tot 1 m³ per m² per jaar verbruikt).

Met behoud van gelijke productie en kwaliteit als in de referentieteel is 8 m³ per m² per jaar te besparen. Dit door toepassing van teeltconcept 3.

De maximaal te halen energiebesparing zonder verdere productie in te leveren ten opzichte van de huidige referentie is van 10 m³ per m² per jaar door de toepassing van Teeltconcept 1, waarmee het verbruik op 20 m³ per m² per jaar komt. Bij soorten die gevoelig zijn voor te hoog vocht, zal dit lage verbruik tot een verdere toename van de kwaliteitsproblemen leiden, meer dan nu al in de referentieteel het geval is.

Kwaliteitsverbetering is mogelijk door wat meer licht toe te laten en de RV tussen het gewas te beheersen. Dit geldt met name wanneer folies worden gebruikt. Mogelijkheden om de RV op een zo energiezuinige mogelijke manier te verlagen liggen in het ontvochtigen met buitenlucht in combinatie met condensafvoer door het folie op afschot te plaatsen. Door het al dan niet verhogen van de RV setpoint moet een compromis gezocht worden tussen energiebesparing en kwaliteitsverbetering. De energiebesparing door het afdekken van de bodem om vochtaanvoer vanuit de bodem te beperken en zo vooral onder het gewas de RV te verlagen, is geschat op 5%.

Door maatregelen voor vochtbeheersing die wat energie kosten ten opzichte van Teeltconcept 1, te combineren met energiebesparende maatregelen met een neutraal effect op het gewas, is Teeltconcept 2 ontstaan, die toch nog tot een energiebesparing van 7 m³ ten opzichte van de referentie leiden. Als nog meer op kwaliteit gestuurd zou worden, kan gekozen worden om de RV met de buitenluchtaanzuiging bij de meetbox op 85% te sturen in plaats van 90%. De energiebesparing door de buitenluchtaanzuiging komt hiermee wel te vervallen. Die besparing wordt immers bereikt door een hogere RV bij de meetbox toe te laten (minder snel kieren) omdat het tussen het gewas droger blijft. De energiebesparing die van het tweede teeltconcept resteert, is dan een kleine 6 m³.

Deze besparing vertegenwoordigt, bij een gasprijs (commodity plus transport- en aanverwante kosten) van € 0,25 (Vermeulen, 2010), een besparing van € 1,50 per m² per jaar. Deze besparing in combinatie met een mogelijke meeropbrengst voor betere kwaliteit zal de investering van een scherm en de buitenluchtaanzuiging terug moeten verdienen. De investering in een installatie voor een eenvoudig buitenluchtaanzuiging met opwarming tot kasluchttemperatuur (uitgaande van een capaciteit van 5 m³/m² per uur) zijn gesteld op € 6 tot € 10 per m² (Ruijs *et al.*, 2010; Vermeulen, 2010). De exacte prijs is afhankelijk van de systeemeisen en aanwezige technieken per bedrijf. (Indien voor een LBK-systeem gekozen wordt dat buitenlucht en kaslucht kan mengen en met hogere capaciteit voor aanzuiging en verwarming is de prijs €14 tot 18,5 per m² (Vermeulen, 2010)). Voor Anthurium wordt het eenvoudige systeem als voldoende geacht (zie 3.2.4). De jaarkosten (inclusief rente) zijn dan € 1,08 tot 1,80 per m². De kosten van een extra beweegbaar scherm die op afschot geplaatst wordt met een condensopvangsysteem zijn niet exact bekend, maar vermoedelijk niet veel hoger dan de kosten van een normale scherminstallatie met folie, voor 2010 gesteld op € 3,80. De jaarkosten zijn dan inclusief folie en rente € 0,95. De rentabiliteit van deze investeringen is niet uit de besparing in gas rendabel te rekenen en hangt daarom voor een groot deel af van de mate waarin de kwaliteit verbetert en de meerprijs die, met name op de langere termijn, voor een betere kwaliteit wordt gegeven. Voor de investering in buitenluchtaanzuiging en beweegbaar folie zou de opbrengst ((€ 1,08 à 1,80 + 0,95) minus € 1,50 energiebesparing =) € 0,53 tot € 1,25/m² moeten stijgen. Vanwege het feit dat al geruime tijd Anthurium slecht betaald wordt, en de telers het gevoel hebben dat kwaliteit niet betaald, wordt ingeschat dat deze investering momenteel niet rendabel is.

Dat buitenluchtaanzuiging voor Anthurium minder snel rendabel is dan bij andere gewassen, komt doordat Anthurium in de praktijk al heel vochtig wordt geteeld in vergelijking met andere gewassen. De energiebesparing van buitenluchtaanzuiging zit in het hanteren van een hogere RV bij de meetbox, waardoor minder gekierd hoeft te worden met scherm en ramen, waardoor minder warmte verloren gaat.

De haalbaarheid van Teeltconcept 2 komt dichterbij als ook de positieve effecten op de arbeidsbehoefte zouden worden meegenomen. Met minder problemen met blauwverkleuring en glazigheid door de beter beheersbare RV is er immers minder arbeid voor sorteren nodig. Daarnaast kunnen planten met minder gerekte internodia (door de toepassing van negatieve DIF in beide concepten) minder snel omvallen, wat ook arbeid en gewasschade bespaart. Zowel de besparing op arbeidskosten als de meerwaarde van een betere kwaliteit (in het handelskanaal) zijn hier niet gekwantificeerd.

Teeltconcept 3 met een energiebesparing van 8 m³/m² per jaar, vertegenwoordigt een waarde van € 2,00, en vereist een vergelijkbare investering als teeltconcept 2 (beweegbaar scherm met ongeperforeerd folie en een eenvoudig systeem voor buitenluchtaanzuiging). De energiebesparing is hier hoger omdat het scherm overdag vaker gesloten blijft dan bij teeltconcept 2. Bij een gelijkblijvende opbrengst en kwaliteit als in de referentie is teeltconcept 3 net niet rendabel te noemen, omdat de extra kosten dan alleen op de energiebesparing terugverdiend moeten worden. Extra jaarkosten van € (1,08 tot 1,80 + 0,95) minus € 2,00 energiebesparing = € 0,03 tot € 0,75/m²). Indien door een droger microklimaat de buitenluchtaanzuiging tot een verbeterde kwaliteit zou leiden, zou het net wel rendabel kunnen zijn.

In geval van nieuwbouw kan het energieverbruik van deze teelt verder teruggebracht worden naar 16 m³ per m² per jaar door gebruik te maken van andere kasdek materialen die beter isoleren. Het meest interessante is de in onderzoek zijnde "Schouten Glas", dubbel glas gecoat en gasgevuld, omdat het tot 47% energiebesparing leidt (14 m³/m² per jaar) met een verwaarloosbaar lichtverlies (3%) ten opzichte van enkel glas. Bij een verwachte meerprijs van 25 tot 30 €/m² is dit kasdek rendabel, uitgaande van gelijke kwaliteit als in de referentie. De beheersing van het vocht in een dergelijke kas, dat naar verwachting zal toenemen, blijft een aandachtspunt dat tot vermindering van de energiebesparing dan wel tot een toename van de incidentie van blauwverkleuring kan leiden bij soorten die daarvoor gevoelig zijn.

5 Conclusies

Voor de Anthuriumteelt zijn in overleg met telers en voorlichters drie teeltconcepten ontwikkeld met gebruik van elementen uit Het Nieuwe Telen.

Het eerste teeltconcept gaat uit van een zo groot mogelijke energiebesparing en bestaat uit de volgende elementen: Meerdaagse temperatuurintegratie, negatieve DIF, een temperatuurverlaging van 19 naar 18 °C in het najaar, een vaste folie met perforatie als derde scherm, ontvochtigen bij 90% in plaats van 85% en bodemisotatie. Met het omschreven teeltconcept kan het energieverbruik worden teruggebracht naar 20m³.

Verwacht wordt echter dat dit teeltconcept ten koste zal gaan van de kwaliteit ten opzichte van de gestelde referentieteelt (zonder folie) door de toename van de RV, wat zal leiden tot een verhoogde kans op blauwverkleuring en glazigheid bij gevoelige soorten.

Daarom is een tweede teeltconcept omschreven waar een compromis gezocht wordt tussen energiebesparing (6-7 m³) en kwaliteitsverbetering op een zo energiezuinig mogelijk wijze. Dit tweede teeltconcept bestaat uit een beweegbaar foliescherm die op afschot geplaatst wordt ten einde condensvocht op te vangen, en die vaker geopend wordt (verbruik 0,1 m³ per gewonnen Mol licht) om meer licht toe te laten en meer vocht af te voeren. Daarnaast bestaat dit teeltconcept uit het beter beheersen van de RV tussen het gewas door gebruik van buitenluchtaanzuiging, ondanks de verhoging in ontvochtigen bij 90% in plaats van 85%. Ook wordt gebruik gemaakt van de energiebesparende maatregelen waarvan geen negatieve effecten op het gewas worden verwacht: meerdaagse temperatuurintegratie, negatieve DIF, een beweegbaar folie met perforatie als derde scherm en bodemisotatie. Een vast foliescherm en een temperatuurverlaging van 19 naar 18 °C in het najaar worden in dit concept dus niet toegepast.

De voor Teeltconcept 2 benodigde investering is met de huidige gas- en bloemenprijzen niet rendabel door de besparing op gaskosten. Om met de huidige prijzen de investering in een beweegbaar scherm en buitenluchtaanzuiging rendabel te maken, is daarom naast de besparing op energiekosten een meeropbrengst van € 0,53 tot € 1,25/m² nodig door verbeterde kwaliteit en /of door arbeidsbesparing. Op korte termijn is een verbetering van de rentabiliteit door betere bloemenprijzen vanwege een betere kwaliteit volgens de werkgroep niet te verwachten.

Het derde teeltconcept bespaart 1 kuub extra ten opzichte van teeltconcept 2. Dit teeltconcept beoogt geen kwaliteitsverbetering nog verslechtering ten opzichte van de referentie. Het onderscheidt zich van teeltconcept 2 door intensiever schermgebruik; het niet geperforeerd maar beweegbaar foliescherm wordt geopend of gekierd om vocht af te voeren en in mindere mate om meer licht toe te laten. Dit in beide concepten in combinatie met een buitenluchtaanzuigstelsel.

Het energieverbruik van de Anthurium teelt kan verder teruggebracht worden naar bijna de als doel gestelde 15m³ door gebruik te maken van de nieuwste generatie kasdek materialen. Gecoat en gasgevuld dubbel glas bespaart 14 m³/m² per jaar met nauwelijks lichtverlies ten opzichte van enkel glas. Uitgaande van gelijke kwaliteit als in de referentie is dit glas rendabel. De beheersing van het vocht blijft een aandachtspunt dat tot vermindering van de energiebesparing dan wel tot een toename van de incidentie van blauwverkleuring kan leiden bij soorten die daarvoor gevoelig zijn.

6 Referenties

Dueck, T. *et al.* 2004.

Energie in kengetallen: op zoek naar een nieuwe balans. PRI, A&F, PPO, LEI.

Carvalho, S., Van Noort, F., Postma, R., en Heuvelink, E., 2007.

Possibilities for producing compact floricultural crops. Wageningen UR Glastuinbouw.

Grashoff, C., M.G.M. Raaphorst, J. Kempen, J. Janse, J.A., Dieleman en L.F.M. Marcelis, 2004.

Temperatuurintegratie kleine gewassen. Wageningen UR.

Janse, J., E. Rijpsma en M.G.M. Raaphorst, 2003.

Energiebesparing en vermindering van pieken in gasafname bij gewassen met een lage energiebehoefte.

Wageningen UR.

Kas als Energiebron, 2010.

www.kasalsenergiebron.nl

Marcelis, L. *et al.*, 2008.

Parapluplan Gerbera. Wageningen UR.

Poot, E. *et al.*, 2008.

Richtinggevende beelden. Wageningen UR.

Ruijs, M.N.A., M.G.M. Raaphorst, Dijkxhoorn, Y. 2010.

Meer mogelijkheden voor energiezuinige teeltconditionering. Economische perspectieven. Wageningen UR.

Van Telgen, H.J., Straver, N., Van der Hulst, J. en García, N., 2004.

Bevordering winterbloei bij Anthurium. Praktijkonderzoek Plant en Omgeving B.V., PPO rapport nr.

41313003/41313007

Van Telgen, H.J., García, N. en Straver, N., 2005.

Beheersing van strekkingsgroei bij potanthurium. Effect van negatieve DIF op overmatige bloemsteelstrekking in een belichte potanthurium winterteelt. Praktijkonderzoek Plant en Omgeving B.V., PPO rapport 41717067

Van Weel, P. 2010.

RV beheersing in Gerbera (in press). Wageningen UR.

Vermeulen, P. 2010.

KWIN 2010. Wageningen UR Glastuinbouw.

Warmenhoven, M., García, N., van Mourik, N., 2004.

Temperatuurintegratie bij Anthurium andreaum. Praktijkonderzoek Plant en Omgeving B.V., PPO rapport

41704339

Warmenhoven, M. en García, N., 2009.

Onderzoek naar de oorzaak van blauwverkleuring en glazigheid bij Anthurium. Wageningen UR Glastuinbouw. Nota 639

