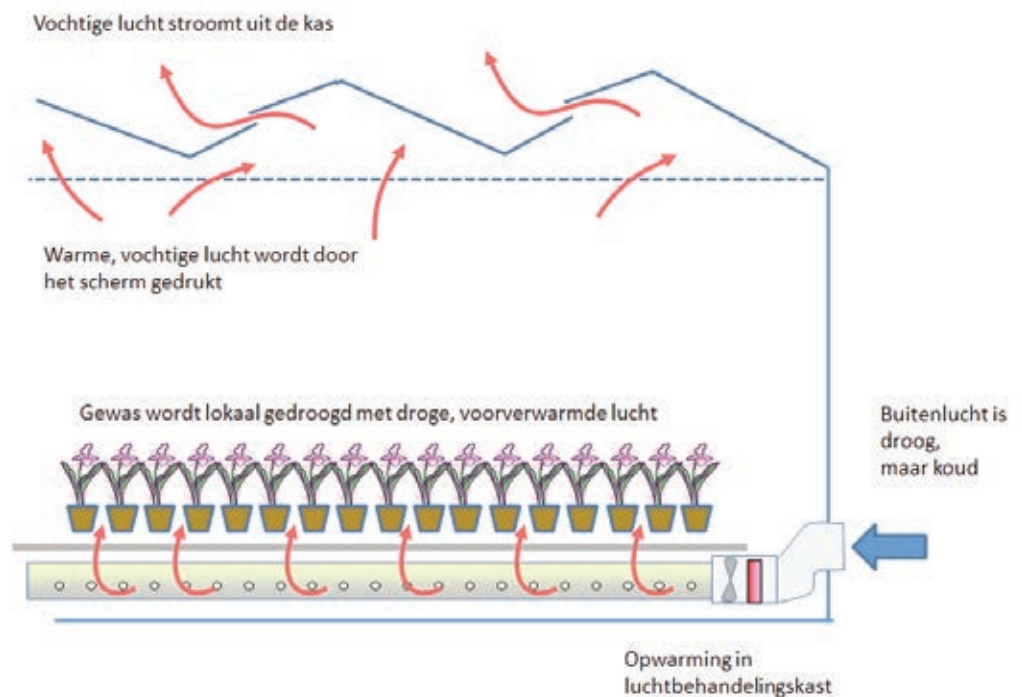




Buitenluchtaanzuiging bij Phalaenopsis

Ervaringen in een één jarig monitoringsproject

Feije de Zwart¹, Jan Voogt² en Anja Dieleman¹ ¹ Wageningen UR Glastuinbouw ² Hoogendoorn Growth Management



Referaat

In het algemeen worden stookinstallaties efficiënter wanneer de benodigde watertemperaturen die daarbij gebruikt worden lager kunnen worden gekozen. In de tuinbouw kan dit in veel teelten vrij gemakkelijk worden gerealiseerd door het verwarmend oppervlak van het verwarmingssysteem te vergroten of gebruik te maken van luchtbehandelingskasten waar een ruim bemeten warmtewisselaar wordt gebruikt.

Het voordeel van zo'n laag-temperatuur verwarmingssysteem in termen van een vermindering van het aardgasverbruik en/of elektriciteitsverbruik verschilt echter sterk bij de min of meer standaard kassen die gestookt worden met een ketel en/of WKK in vergelijking met innovatieve kassen die gebruik maken van geothermie of warmtepompen. Vooral bij het gebruik van warmtepompen is het effect van laag temperatuur verwarming groot, leidend tot ongeveer 1 euro verlaging van de variabele energiekosten per m² per jaar.

Abstract

In general, the combustion process for heating purposes runs at a higher efficiency if the temperature needed in the heating system can be at a lower level. In horticulture, such a lowering of temperature can be quite easily achieved by using a large heating surface or by making use of air-conditioning units with large-sized heat exchangers.

However, the advantage of such a low-temperature heating system in terms of a reduction in the consumption of natural gas and/or electricity, differs significantly for the more or less standard greenhouses, heated with a boiler and/or a Combined heat and power engine in comparison with innovative greenhouses using of geothermal energy or heat pumps. Especially for the latter the effect of a low temperature heating system is large, resulting in a reduction of variable energy costs around 1 euro per m² per year.

© 2012 Wageningen, Stichting Dienst Landbouwkundig Onderzoek (DLO) onderzoeksinstituut 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
	Samenvatting	7
1	Inleiding	9
2	Buitenluchtaanzuiging	11
3	Meetresultaten	15
	3.1 Meetsysteem	15
	3.2 Overzichten	16
	3.3 Teeltkundige ervaringen	24
4	Conclusies en aanbevelingen	27
	4.1 Conclusies	27
	4.2 Aanbevelingen	28

Voorwoord

Voorliggend verslag van het monitoringsonderzoek van het gebruik van een buitenluchtinblaasinstallatie bij Phalaenopsis is mogelijk gemaakt door de financiële ondersteuning van het Ministerie van Economische zaken in het kader van het onderzoeksprogramma Kas Als Energiebron.

Naast deze financiële bijdrage is de uitvoering van dit project mogelijk gemaakt door de welwillende medewerking van Opti-Flor, een toonaangevend modern Phalaenopsisbedrijf.

De auteurs zijn dankbaar voor de mogelijkheden die hiermee geschapen zijn om inzicht te kunnen verkrijgen in de werking en het perspectief van zo'n luchtbehandelingsinstallatie en deze inzichten via dit rapport te kunnen verspreiden binnen de sector.

Samenvatting

In een 1-jarig monitoringsproject is het energiebesparingseffect van de toepassing van een buitenluchtaanzuiginstallatie in de phalaenopsisteelt onderzocht. Dit onderzoek kon worden uitgevoerd op een modern bedrijf wat onlangs een anderhalf hectare nieuwbouw heeft toegevoegd aan een bestaand phalaenopsisbedrijf. In dit nieuwe gedeelte wordt onder andere gebruik gemaakt van buitenluchtaanzuiging.

Buitenluchtaanzuiging is het meest in het oog springende onderdeel van Het Nieuwe Telen. Zo'n installatie maakt het mogelijk om verantwoord een hogere luchtvochtigheid aan te houden en maakt het mogelijk om bij gesloten schermen toch voldoende vocht af te kunnen voeren. Deze twee zaken vormen de belangrijkste basis voor de energiebesparing die met Het Nieuwe Telen kan worden gerealiseerd.

Een voorwaarde voor daadwerkelijke energiebesparing in een praktijksituatie is dat de regeling van de buisverwarming en het schermregime wordt aangepast. De gebruikelijke minimumbuis-instelling moet drastisch worden verlaagd, schermen moeten bij een hogere buitenluchttemperatuur dichtlopen en kierstanden in het scherm moeten worden voorkomen.

Vooraf wanneer de buitenlucht bij het inblazen wordt voorverwarmd naar kasluchttemperatuur moet de minimumbuis temperatuur worden verlaagd. In dit rapport is becijferd dat in de opkweekafdelingen van een Phalaenopsisbedrijf, bij het inblazen van op temperatuur gebrachte buitenlucht de minimumbuis temperatuur met 15 °C verlaagd moet worden om qua energieverbruik quitte te spelen. Deze verlaging geldt in geval er 4 m³/m² uur lucht wordt ingeblazen, het temperatuurverschil tussen binnen en buiten 20 °C bedraagt en het ondernet uit een standaard configuratie van 16 51-ers op een 12.80 meter tralie bestaat. Een dergelijke temperatuurverlaging betekent in de praktijk dat de minimumbuis dus praktisch uitgezet moet worden alvorens een buitenluchtaanzuigingsysteem met voorverwarmde buitenlucht energiebesparing kan opleveren.

Het uitzetten van de minimumbuisregeling bleek in dit monitoringsjaar voor het betreffende bedrijf een stap te ver. Vermindering van de warmte-input in het bovennet en het hanteren van een intensiever schermgebruik is wel toegepast, wat gedurende een deel van de monitoringsperiode tot een belangrijke verlaging van het energieverbruik heeft geleid.

In het tweede kwartaal van 2012 bleek dat de nieuwe teeltafdelingen, na aanpassing van de klimaatregeling gemiddeld 36 MJ/m² minder warmte hadden gebruikt dan er in datzelfde kwartaal in de oude afdelingen was gebruikt. Deze getallen zijn bepaald doordat voor dit monitoringsonderzoek de kasklimaatgegevens en klimaatregelaar-acties van teeltafdelingen in het nieuwe gedeelte en in vergelijkbare afdelingen van het bestaande bedrijf ter beschikking zijn gesteld.

Vanaf begin augustus tot aan het eind van de monitoringsperiode is de buitenluchtinstallatie echter niet langer gebruikt om het energieverbruik te verlagen, maar om een actiever en droger kasklimaat in de nieuwe afdelingen te realiseren. Hiervan werd verwacht dat daarmee de hoge groeisnelheid die in de voorafgaande maanden te zien was geweest nog beter gegarandeerd kon worden en het uitvalpercentage werd geminimaliseerd. Hierdoor is het energiebesparingseffect in de tweede helft van het jaar vrijwel helemaal weggefallen en is de absolute besparing aan het eind van het jaar uitgekomen op 40 MJ/m². Dit is 2.5% van het jaarverbruik van 51 m³/m².

Indien de klimaatregelstrategie die in het voorjaar was ontwikkeld het hele jaar zou zijn toegepast zou naar verwachting de toen gerealiseerde 17% energiebesparing het hele jaar zijn volgehouden. Aangezien de opkweekafdelingen 42% van het jaarlijkse warmteverbruik voor hun rekening nemen, en de geschetste besparing alleen op de opkweekafdelingen behaald werd, zou de jaarlijkse besparing dan $17\% \times 42\% = 7\%$ geweest zijn, ofwel 4 m³/(m² jaar).

Het elektriciteitsverbruik van de buitenluchtaanzuiging bleef in het monitoringsjaar beperkt tot 1.6 kWh/m², maar als deze installatie de komende jaren gebruikt gaat worden zoals dat in het laatste half jaar het geval is geweest komt het jaarlijkse stroomverbruik van de buitenlucht aanzuiginstallatie op 4 kWh/(m² jaar).

Het teeltresultaat wat in de nieuwe opkweekafdelingen met buitenluchtaanzuiging wordt gerealiseerd wordt door de betreffende tuinder als zeer goed beoordeeld. De teelt verloopt zeer regelmatig en de nieuwe afdelingen hebben een hogere bladafplitsingsnelheid. Overigens moet daarbij wel opgemerkt worden dat ook het diffuse glas en het feit dat het een nieuwe kas betreft die goed en kiervrij is gebouwd bijdraagt bij aan dit positieve resultaat.

De aanbevelingen voor verder onderzoek naar Het Nieuwe Telen bij Phalaenopsis geven aan dat er vooral gebrek is aan kennis over mogelijk negatieve gevolgen van lagere verdampingssnelheden. Dit is de belangrijkste reden voor de hoge ontvochtigingsflux die in de intensieve teeltstrategie nagestreefd wordt en die dus belangrijke beperkingen legt aan de mogelijkheden voor verlaging van het energieverbruik.

1 Inleiding

In Nederland wordt op ca. 230 ha Phalaenopsis geteeld. De teelt van Phalaenopsis kent drie fasen, de opkweekfase, waarin de plant geteeld wordt om een minimale grootte te bereiken, de koelfase, waarin de bloemaanleg plaatsvindt, en de afkweekfase, waarin de bloemtakken kunnen uitgroeien. In het totaal duren deze fasen ca. 50 weken. De teelt van Phalaenopsis is een energie-intensieve teelt. In de warme afdeling komt dit door de combinatie van hoge luchttemperatuur (28-29 °C) en lage luchtvochtigheid en in de koude afdeling door de koelbehoefte (18 °C). Daarnaast wordt er gebruik gemaakt van assimilatiebelichting.

Om het energieverbruik voor de verwarming en de ontvochtiging te verminderen en het kasklimaat te verbeteren heeft de phalaenopsiskwekerij Opti-Flor bij de uitbreiding van hun bedrijf onder andere besloten gebruik te gaan maken van een buitenluchtaanzuigstelsel voor het gecontroleerd inblazen van droge buitenlucht.

Met de toepassing van het buitenluchtaanzuigstelsel is er binnen de sector nog weinig ervaring. In een aantal onderzoekskassen zijn er proeven met zo'n stelsel gedaan en een handvol commerciële tuinbouwbedrijven heeft deze nieuwe ontwikkeling opgepakt.

Het gebrek aan kennis en ervaring leidt veelvuldig tot spraakverwarring en verkeerde verwachtingen. Het idee dat een buitenluchtaanzuigstelsel direct tot een verlaging van de warmtevraag leidt is de meest wijdverspreide misvatting. Buitenluchtaanzuiging is een instrument waarmee, bij goed gebruik, de warmtevraag kan worden verlaagd, maar dit vereist dan wel een doelgerichte aanpak in de klimaatregeling.

In het voorliggende rapport wordt daarom eerst ingegaan op het natuurkundige principe achter de buitenluchtaanzuiging. Vervolgens is een hoofdstuk gewijd aan de ervaringen die gedurende elf maanden met het stelsel zijn opgedaan. Vooral in het voorjaar heeft de buitenlucht aanzuiginstallatie tot een vermindering van het warmteverbruik geleid, wat geheel terug te voeren is op het spaarzame gebruik van de minimumbuis. Vanaf het einde van de zomer is de installatie vooral gebruikt om de verdamping te stimuleren en daarbij een actief en gezond gewas te verkrijgen.

Hoofdstuk 4 beschrijft de conclusies en aanbevelingen die uit dit monitoringsproject naar voren zijn gekomen.

2 Buitenluchtaanzuiging

Een buitenluchtaanzuiginstallatie wordt aangelegd om op een gecontroleerde wijze vocht af te kunnen voeren uit de kas. Onderstaande Foto toont de installatie die hiertoe bij Opti-Flor is aangelegd.

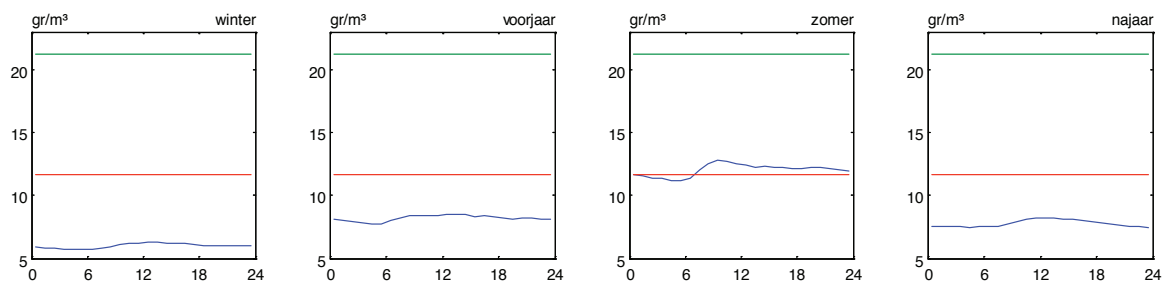


Figuur 2.1. Luchtbehandelingskast bij Opti-Flor waarmee droge buitenlucht wordt aangezogen die na opwarming tot de kasluchttemperatuur door de teeltafdeling wordt verspreid. Er staat 1 unit per 1500 m²

De vierkante 'kist' in het midden van de Foto herbergt de ventilator die de lucht van buitenaf via een ondergrondse leiding aanzuigt en vervolgens door een warmtewisselaar blaast voor de opwarming naar kasluchttemperatuur. De verdeelleiding voor de geconditioneerde lucht loopt eveneens ondergronds en heeft om de 3.20 meter een uitgang naar een bovengrondse slurf met kleine gaatjes waarmee de lucht verder door de kasafdeling wordt verdeeld.

Met het inblazen van buitenlucht wordt de vochtige kaslucht met een bepaalde verversingssnelheid vervangen door buitenlucht. Als die buitenlucht droger is dan de kaslucht vindt er ontvochtiging plaats.

In de onderstaande Figuur wordt het gemiddeld etmaalverloop van de absolute luchtvochtigheid van buitenlucht in de vier seizoenen van het jaar getoond, tezamen met de absolute luchtvochtigheid van kaslucht bij een tweetal temperaturen.



Figuur 2.2. Gemiddeld etmaalverloop van de absolute luchtvochtigheid van de buitenlucht over de vier seizoenen, samen met de absolute luchtvochtigheid van kaslucht van 18 en 28 °C en een relatieve vochtigheid van 75%.

Figuur 2.2. laat zien dat er behoorlijke verschillen zijn in het vochtgehalte van de buitenlucht, maar vooral dat het verschil in absolute vochtigheid van warme kas met de buitenlucht heel groot is, zowel in de zomer als in de winter.

Bij gebruik van een buitenluchtaanzuiginstallatie met een capaciteit van 4 m³ per uur kan er dus vanuit de warme opwekafdelingen van een Phalaenopsisbedrijf gemiddeld zo'n $(21-7)*4 = 56$ gram vocht per m² kas per uur worden afgevoerd indien de kaslucht een relatieve vochtigheid van 75% heeft. Deze capaciteit neemt behoorlijk toe als de kaslucht vochtiger wordt. Bij 85% RV en 28 °C is de absolute luchtvochtigheid namelijk 24 gr/m³ en kan er dus $(24-7)*4=68$ gram vocht per m² kas per uur met dezelfde installatie worden afgevoerd.

Dit voorbeeld illustreert een mooie eigenschap van een buitenluchtaanzuiginstallatie, namelijk dat de capaciteit vanzelf toeneemt naarmate het belang van vochtafvoer groter wordt.

Figuur 2.2. toont ook dat de ontvochtigingscapaciteit van de installatie in de zomer kleiner is dan in de koudere periode van het jaar omdat het verschil in absolute luchtvochtigheid tussen de binnen- en buitenlucht in die periode van het jaar een stuk kleiner is.

In de zomer zal de ontvochtiging van de kaslucht daarom gedeeltelijk ondersteund moeten worden door luchtuitwisseling middels het openen van ramen. Ventilatie door ramen geeft een luchtuitwisseling die kan oplopen tot zo'n 40 m³/m² uur bij volledig geopende ramen en kan daarmee vele malen meer vocht afvoeren dan een buitenluchtaanzuiginstallatie. Deze ondersteuning zal nodig zijn omdat binnen de Phalaenopsissteelt in de opwekfase gestreefd wordt naar een afdrogingssnelheid van minimaal zo'n 50 gram/(m² uur) maar liever nog wat meer.

Een derde punt wat uit Figuur 2.2. naar voren komt is dat de ontvochtigingscapaciteit van een buitenluchtaanzuiginstallatie in een kas die 18 °C met een relatieve vochtigheid van 75% zeer veel kleiner is. Het verschil in absolute vochtigheid komt daar immers meestal niet boven de 5 gr/m³ en is in de zomer vaak zelfs negatief. Theoretisch betekent dit dat een buitenluchtaanzuiging de kaslucht dan zou bevochtigen in plaats van ontvochtigen. In praktische situaties kan dit overigens alleen plaatsvinden als de kas gekoeld wordt omdat in ongekoelde kassen de kaslucht altijd warmer is dan de buitenlucht. Een buitenluchtinstallatie voor de koude afdeling van een Phalaenopsisbedrijf heeft dan ook weinig invloed op de vochtafvoer. In de koudere perioden van het jaar kan zo'n installatie pas een duidelijke vochtafvoer realiseren bij een capaciteit in de orde van 10 m³/(m² uur) maar in de zomer blijft de effectiviteit zelfs in dat geval vrijwel nihil.

Buitenluchtaanzuiging en energiebesparing

Het afvoeren van vocht met een buitenluchtaanzuiginstallatie levert op zichzelf geen energiebesparing. Bij een temperatuurverschil van bijvoorbeeld 20 °C tussen de buitenlucht en de kaslucht vergt het opwarmen van 4 m³/(m² uur) een verwarmingsvermogen van 26 W/m². Het maakt daarbij niet uit of die buitenlucht gelijk bij het inblazen wordt opgewarmd naar de kasluchttemperatuur of dat die lucht koud in de kas wordt geblazen waarna het verwarmingssysteem de lucht zal opwarmen.

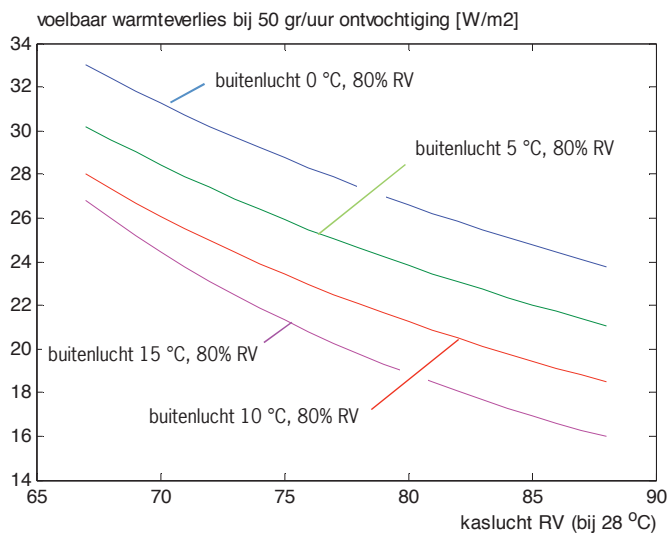
Als de lucht in de luchtbehandelingskast naar kasluchttemperatuur wordt opgewarmd betekent dit dat met het inschakelen van de buitenluchtinstallatie de warmte-input naar het verwarmingssysteem met diezelfde 26 W/m² moet worden verminderd om qua warmte-input quitte te spelen. Bij een standaard verwarmingssysteem, bestaande uit 16 51-ers in een 12.80 meter kap met een omlooptijd van een half uur loopt het afgegeven verwarmingsvermogen met ongeveer 1.8 W/m² per graad verlaging van de aanvoertemperatuur af. 26 W/m² minder verwarmingsenergie door zo'n buisrail-systeem betekent dus dat de buistemperatuur met 15 °C verlaagd moet worden om het energieverbruik van de voorverwarming door de buitenlucht aanzuiging te compenseren.

Als de buistemperatuur in een kas wordt geregeld op grond van de vergelijking van temperatuur en luchtvochtigheid met de daarvoor gestelde setpoints zal de klimaatregelaar automatisch de buistemperatuur verlagen wanneer de buitenlucht aanzuiging in werking wordt gesteld. Immers, zonder die verlaging zou de kas door die extra warmte-input bij de luchtbehandelingskast te warm en/of te droog worden. Wordt de buistemperatuur echter naar beneden begrensd door een minimumbuistemperatuur dan wordt het extra vermogen dat door de buitenluchtaanzuiginstallatie wordt toegevoerd niet gecompenseerd en gaat de kas door deze installatie meer energie verbruiken in plaats van minder.

Tot zover is beschreven hoe er kan worden voorkomen dat een kas met een buitenluchtinstallatie méér energie gaat verbruiken, namelijk door de minimumbuistemperatuur los te laten op het moment dat de installatie inschakelt. In feite wordt in deze situatie ontvochtigd door kaslucht gericht via het luchtcirculatiesysteem door buitenlucht te verversen in plaats van minder gericht via het kieren van ramen en/of scherm.

Wanneer van de installatie een energiebesparing wordt verwacht moet behalve het verplaatsen van verwarmingsvermogen van de buis naar de luchtbehandelingskast ook de hoeveelheid lucht die uitgewisseld wordt worden verlaagd. Verkleining

van de luchtuitwisseling vermindert direct het warmteverlies van de kas en zorgt daarmee voor energiebesparing. Indien er een zekere hoeveelheid ontvochtiging gewenst wordt, bijvoorbeeld de eerder genoemde 50 gram per m² per uur, dan kan het verminderen van de luchtuitwisseling die daarvoor nodig is uitsluitend middels de acceptatie van een hogere luchtvochtigheid in de kas. Naarmate de absolute luchtvochtigheid in de kas hoger wordt neemt het verschil tussen de luchtvochtigheid binnen en buiten immers toe (zie bespreking van Figuur 2.2.) en kan er meer vocht per m³ lucht worden afgevoerd. In Figuur 2.3. blijkt hoe het voelbaar warmteverlies afhangt van de luchtvochtigheid van de kas. Dit voelbare warmteverlies is precies de hoeveelheid warmte die de warmtewisselaar in de buitenluchtaanzuiginstallatie moet toevoeren om de ingeblazen buitenlucht op kasluchttemperatuur te brengen. De grafiek laat zien dat bij een verhoging van de toegelaten RV van bijvoorbeeld 70% naar 80% er ongeveer 15% (als het buiten koud is) tot 20% (als het buiten minder koud is) op het energieverbruik voor de ontvochtiging wordt bespaard.



Figuur 2.3. Energieverlies bij 50 gram/(m² uur) ontvochtiging van een opweek-afdeling op 28 °C als functie van de luchtvochtigheid van de kas en bij verschillende buitenlucht temperaturen.

De toepassing van een buitenluchtaanzuiginstallatie heeft nog een extra energiebesparend effect als met het verhogen van de toegestane luchtvochtigheid van de kaslucht ook de vochtproductie afneemt en er daardoor in plaats van bijvoorbeeld 50 gr/(m² uur) nog maar 45 gr/(m² uur) hoeft te worden afgevoerd. Zo'n lagere afvoerbehoefte geeft natuurlijk direct ook een lager verlies van voelbare warmte, maar een kleinere vochtproductie leidt ook nog eens tot een kleinere opname van verdampingswarmte door het gewas (en bij Phalaenopsis door de pot). Door dat gecombineerd effect heeft het beperken van de verdamping van de plant al gauw een groter energiebesparend effect dan het accepteren van de hogere luchtvochtigheid an sich. Als een plant + pot 45 gram/(m² uur) verdampt in plaats van 50 gram/(m² uur) dan scheelt dat zo'n 3 W/m² in de warmtevraag en levert dat evenveel energiebesparing als de verhoging van de toegestane luchtvochtigheid van 70 naar 80%.

Op dit moment is het echter nog onbekend of het vanuit teeltkundig oogpunt acceptabel is om te trachten de verdamping te beperken.

Vertikale ventilatie

Een andere optie om het microklimaat op de teeltlaag te verbeteren en tegelijk energie te besparen is toepassing van verticale ventilatoren. Deze brengen de lucht in beweging in verticale richting zodat er egalisatie van temperatuur en vochtgehalte plaatsvindt. Door de luchtbeweging kan de plant en de pot beter het overmatig vocht afvoeren, en wordt ook de lampenwarmte beter benut in de kas. In de praktijk wordt namelijk vrijwel altijd onder de teelttafel gestookt met een (minimum)buis terwijl de belichting feitelijk al meer dan genoeg warmte binnen brengt. Als er geen warmte van onderaf wordt toegevoerd zal de bovenkant van de kas warmer worden dan de onderkant, waardoor er geen opstijgende luchtstroom meer mogelijk wordt en er in teeltlaag een "dood" klimaat zal ontstaan.

Door verticale ventilatie wordt dit probleem opgeheven en kan de minimum buis worden verlaagd zonder negatieve gevolgen voor het microklimaat.

Hoewel geforceerde luchtbeweging feitelijk in elk teeltsysteem een toegevoegde waarde heeft geldt dit in het bijzonder

voor Het Nieuwe Telen, waarin minder gestookt wordt, minder geventileerd, en waarbij het energiescherm, bij voorkeur zelfs een dubbel scherm, gesloten wordt zonder kier zoals hieronder wordt toegelicht.

Bij het wegnemen van genoemde factoren die bijdragen aan de natuurlijke luchtbeweging in de kas, moet er immers gezorgd worden voor kunstmatige luchtbeweging om te voorkomen dat er een “dood klimaat” ontstaat.

Ontvochtigen zonder kieren in het energiescherm

Een belangrijk aspect van buitenlucht inblazen is dat er (meer) vocht afgevoerd kan worden zonder kieren in het schermdoek te trekken. Door het inblazen ontstaat een kleine overdruk onder het gesloten scherm waardoor vochtige kaslucht door de poriën en kleine openingen in het schermdoek kan ontsnappen.

Het feit dat er geen kieren in het schermdoek nodig zijn heeft als groot voordeel dat er door het ontbreken van kouval een veel homogener klimaat in de kas ontstaat. Daar komt nog bij dat luchtuitwisseling door schermkieren slecht beheersbaar is en veelal leidt tot onnodig veel ventilatie en dus energieverlies.

Tot slot

De bovenbeschreven verhandeling geldt voor het meest voorkomende systeem, namelijk een installatie waar de lucht via slurven in de kas verdeeld wordt en vervolgens via allerlei kleine kiertjes, of een bewust ingezette kleine raamopening de kas weer verlaat.

Er zijn ook buitenluchtaanzuigsystemen die gebaseerd zijn op balansventilatie. Daarbij wordt tegelijk met het aanzuigen van buitenlucht de kaslucht afgezogen, waarbij deze via een lucht/lucht warmtewisselaar warmte kan overdragen op de inkomende koude buitenlucht. Idealiter kan er dan worden ontvochtigd zonder verlies van voelbare warmte. In de praktijk wordt bij deze systemen echter niet de volledige hoeveelheid voelbare warmte teruggewonnen, maar 50 tot 80% daarvan. Daarom is het ook in die systemen van belang om de luchtuitwisseling te verminderen. Dit niet alleen vanwege de vermindering van het warmteverlies, maar ook vanwege de vermindering van het elektriciteitsverbruik bij de vermindering van het aantal m³ lucht dat rondgepompt wordt. Bovendien kan de installatie dan compacter blijven. Tenslotte zal ook hier het aanhouden van een hogere luchtvochtigheid de verdamping van het gewas wat kunnen beperken en daarmee de warmte die het gewas voor de verdamping opneemt.

3 Meetresultaten

3.1 Meetsysteem

Phalaenopsiskwekerij Opti-Flor in Monster heeft een oppervlakte van 65.000 m² waarvan 15.000 m² in oktober 2011 in gebruik genomen is. De nieuwbouw heeft een kasdek met diffuus glas. De opkweekafdelingen van 6000 m² zijn bovendien uitgerust met dubbel glas, waarvan één ruit diffuus is. In alle afdelingen is een installatie voor buitenluchtaanzuiging geïnstalleerd. De relatief droge buitenlucht wordt via een verwarmingsblok in de luchtbehandelingskasten opgewarmd tot kasttemperatuur, waarna het via slurven in de kas wordt geblazen. De capaciteit van de installatie is in principe 4 m³/(m² uur), maar heeft in deze onderzoeksperiode niet meer dan 3 m³/(m² uur) kunnen leveren door een te grote luchtzijdige weerstand in het aanzuigkanaal.

Verder zijn er nivolutoren in de kas gehangen om te zorgen voor een verticale luchtbeweging. Een schematisch overzicht van het oorspronkelijke deel van het bedrijf (wit) en de nieuwbouw (grijs) is weergegeven in onderstaande figuur.



Figuur 3.1. Schematische weergave van het oorspronkelijke bedrijf van Opti-Flor in Monster (wit) en het nieuwbouwgedeelte (grijs). De blauwe en groene cirkels geven de afdelingen weer waarvan de klimaatdata gebruikt zijn.

Voor de vergelijking van het klimaat in de nieuwe afdelingen met buitenluchtaanzuiging en het klimaat in de bestaande kas zijn vier sets van twee afdelingen geselecteerd die zo goed mogelijk met elkaar vergelijkbaar zijn. Zo is de nieuwe opkweek 1 (afd. 21, zie Figuur 3.1, blauwe ovaal) vergeleken met afd. 7a (groene ovaal). De nieuwe opkweek 2 (afd. 23) is vergeleken met afd. 5a. Afdeling 25 is de nieuwe gekoelde afdeling, die in dit project vergeleken is met afdeling 2 van

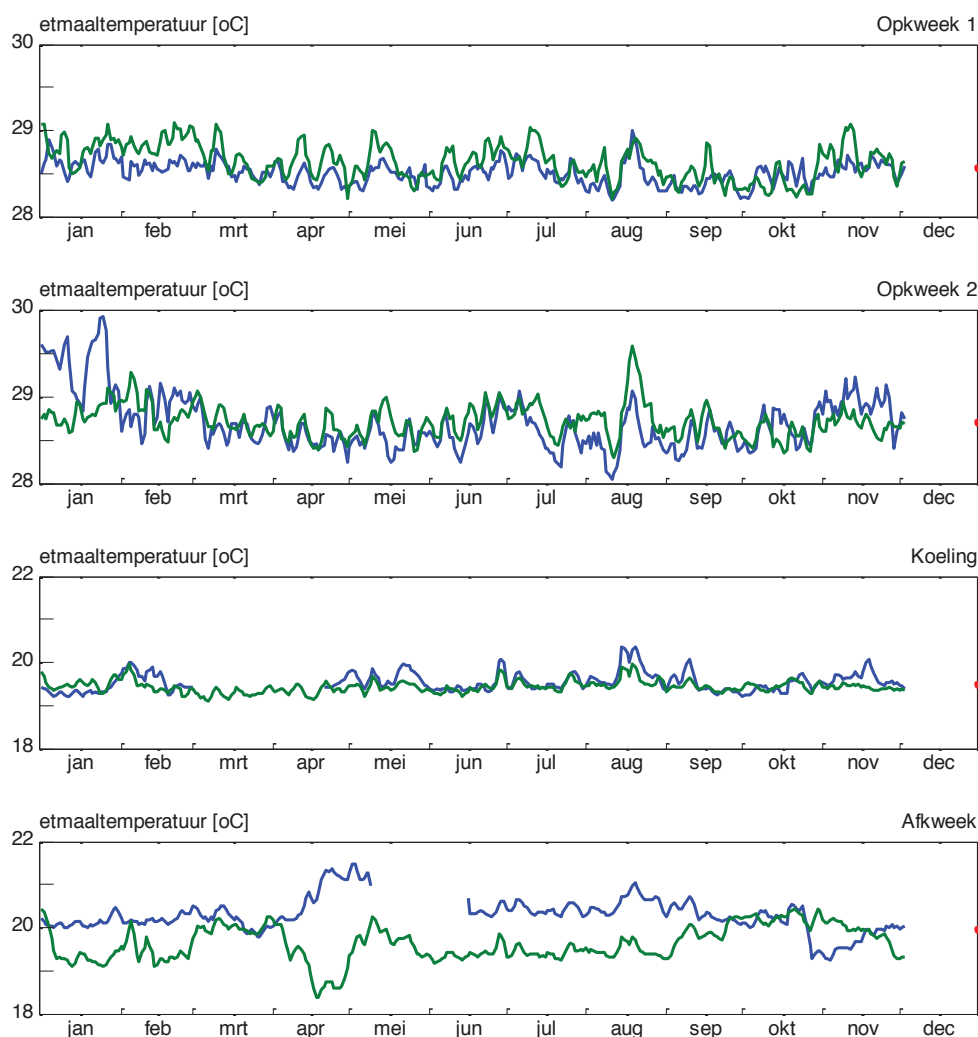
het oude gedeelte van het bedrijf. Voor de afkweek is een vergelijking gemaakt tussen de nieuwe afdeling 26 en de oude afdeling 3.

Van deze 8 afdelingen zijn de belangrijkste kasklimaat-parameters gemeten (temperatuur, vocht en licht) en veel parameters van de klimaatregeling (buisemperaturen, schermstanden, raamstanden, belichting, aan/uit standen van de buitenluchtaanzuiginstallatie). Ook is het vochtverlies van het gewas (inclusief het vochtverlies uit de pot) bijgehouden. Het vochtverlies werd gemeten door van een aantal potten continu het gewicht te registreren.

Gedurende de looptijd van het project zijn alle meetdata met behulp van de klimaatcomputer van Opti-Flor verzameld en als 5 minuten waarden via Letsgrow.com aan Wageningen UR ter beschikking gesteld voor analyse.

3.2 Overzichten

De Phalaenopsis-teelt kan worden gekarakteriseerd als een teelt die heel constant over het jaar plaatsvindt. De etmaaltemperaturen en lichtsommen verschillen nauwelijks over de seizoenen, zoals getoond in het onderstaande overzicht.

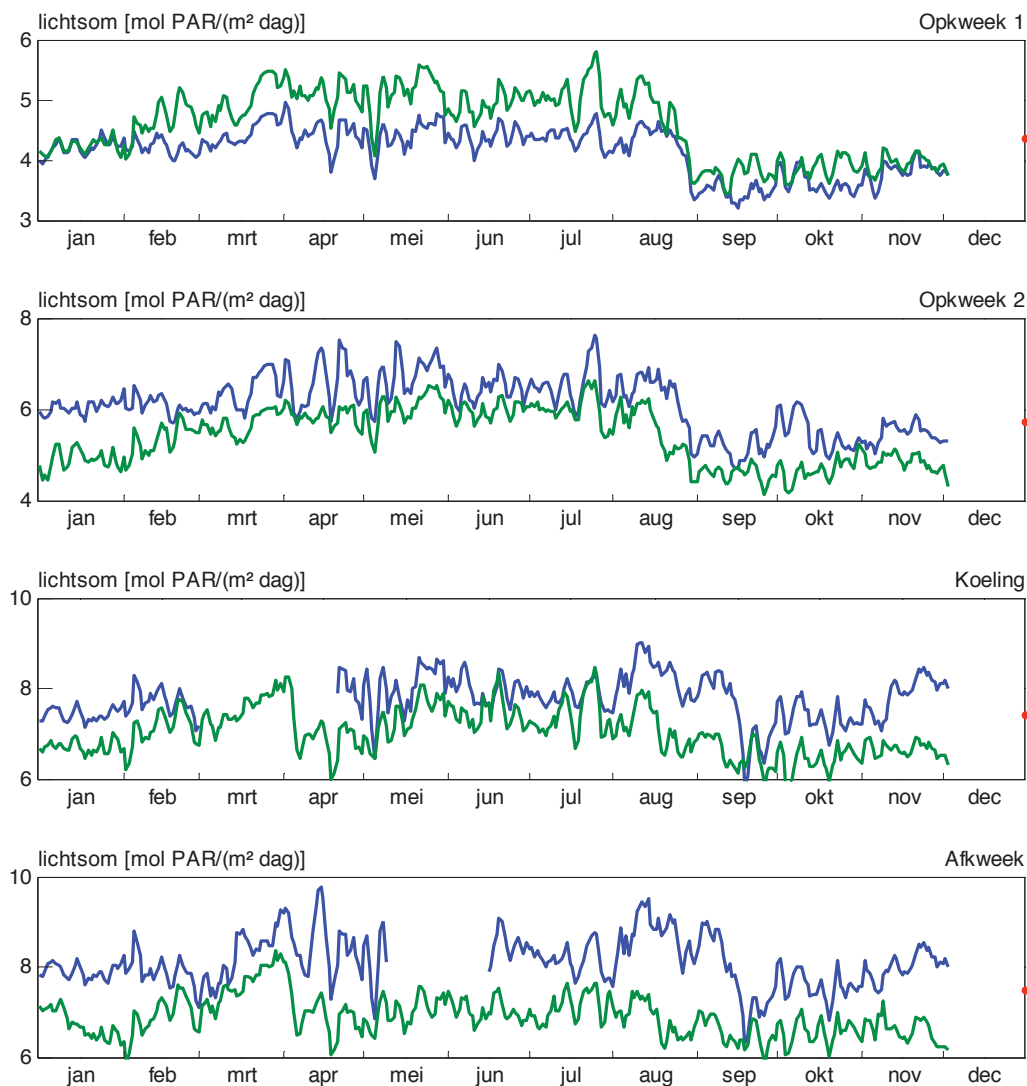


Figuur 3.2. Etmaaltemperatuur in de verschillende afdelingen over het jaar. De fluctuaties in de dagwaarden zijn iets afgevlakt met een 3-daags voortschrijdend gemiddelde filter. De blauwe lijnen gelden voor de nieuwe afdelingen en de groene lijnen voor de overeenkomstige afdelingen op het bestaande bedrijf. (Let op de zeer verschillende schaalverdelingen van de y-as).

Uit de temperatuurverlopen over het jaar blijkt dat er met uitzondering van de afkweek-afdeling, geen noemenswaardig verschil is tussen de temperaturen in de nieuwe en in de oude afdelingen. De ontbrekende temperaturen in maart en april in de nieuwe koelingsafdeling kwamen doordat deze afdeling in die periode leeg gestaan heeft. Ook de afkweek-afdeling

is een tijdje niet gebruikt, namelijk van half mei tot half juni. In de figuren zijn de grafieken voor de stukjes waarin de kas leeg heeft gestaan onderbroken.

Vrijwel het hele jaar is er een opvallend verschil te zien in de afkweek-afdeling op het nieuwe gedeelte van het bedrijf. Deze was meestal ongeveer een graad warmer dan de overeenkomstige afdeling op het oude bedrijf. Dit had niets te maken met het buitenluchtaanzuigsysteem, maar met de hogere lichtsommen die in de afkweek-afdeling van het nieuwe gedeelte worden aangehouden (zie Figuur 3.3.). In het algemeen vereist een hogere lichtsom ook een hogere etmaaltemperatuur om de plant de gewenste balans in groei (gewichtstoename) en ontwikkelingsnelheid te laten doorlopen.



Figuur 3.3. Lichtsom in de verschillende afdelingen over het jaar. De fluctuaties in de dagwaarden zijn iets afgevlakt met een 3-daags voortschrijdend gemiddelde filter. De blauwe lijnen gelden voor de nieuwe afdelingen en de groene lijnen voor de overeenkomstige afdelingen op het bestaande bedrijf.

De jaarlijkse lichtsom in de opkweek1 afdeling van het nieuwe bedrijf was 1525 mol/m². In opkweek 1 van het oude bedrijf was de jaarlijkse lichtsom 1700 mol/m². In alle andere teeltfasen werd juist op het nieuwe gedeelte meer licht toegelaten dan op het oude gedeelte. Onderstaande tabel laat de gemiddelde lichtsommen per dag in de verschillende delen van het bedrijf zien.

Tabel 3.1. Gemiddelde lichtsom per dag in de vier afdelingen voor het nieuwe en het oude gedeelte van het bedrijf. Tevens toont de Tabel het aantal teeltweken dat de plant in de betreffende afdeling staat

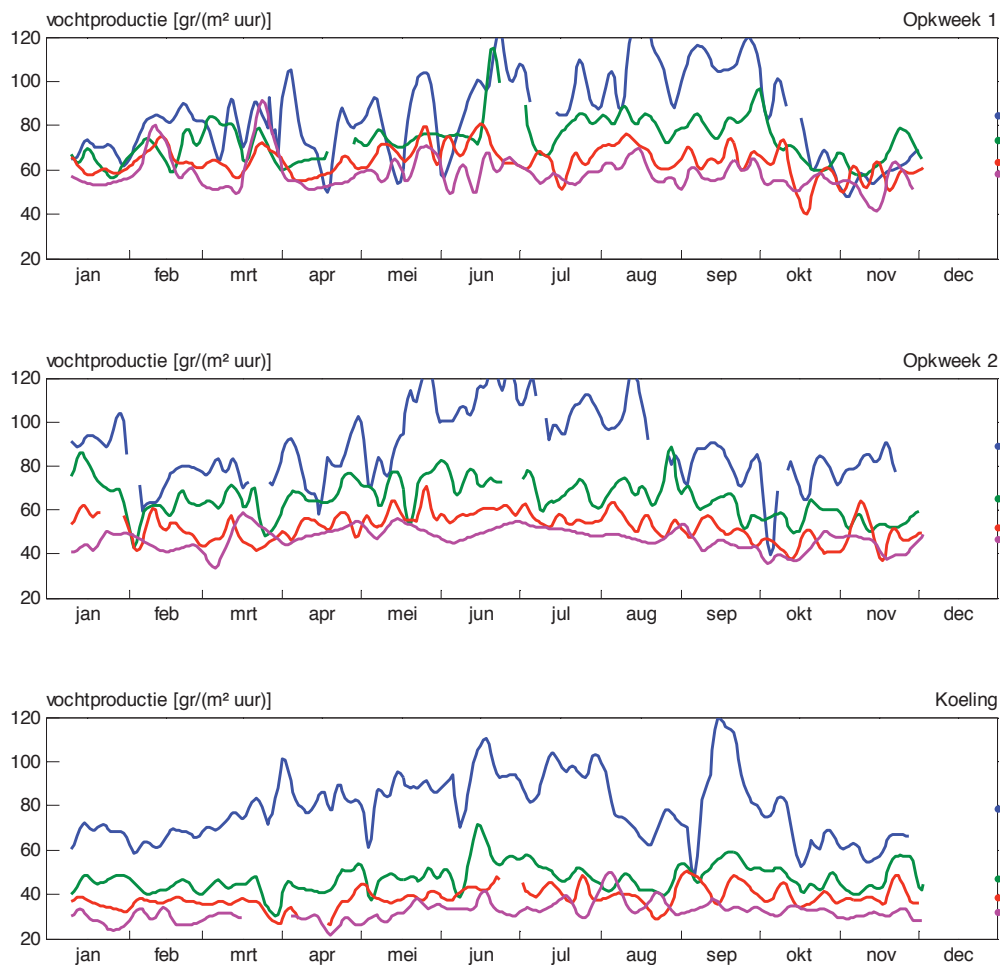
Afdeling	Nieuwe gedeelte	Oude gedeelte	Gemiddelde verblijftijd
Opkweek1	4.2 mol/(m ² dag)	4.6 mol/(m ² dag)	16 weken
Opkweek2	6.2 mol/(m ² dag)	5.4 mol/(m ² dag)	12 weken
Koeling	7.8 mol/(m ² dag)	7.1 mol/(m ² dag)	7 weken
Afkweek	8.1 mol/(m ² dag)	6.9 mol/(m ² dag)	9 weken

Wanneer deze lichtsommen worden gewogen naar het aantal dagen dat de planten in de verschillende afdelingen doorbrengen blijkt dat de planten op het nieuwe deel van het bedrijf 6% meer licht krijgen dan de planten op het oude deel van het bedrijf (1865 mol/m² om 1760 mol/m² over de teeltperiode van 44 weken).

De grotere hoeveelheid licht in het nieuwe gedeelte zou gebruikt kunnen worden voor een zekere teeltversnelling, maar is het afgelopen jaar gebruikt om een iets zwaardere kwaliteit planten af te leveren.

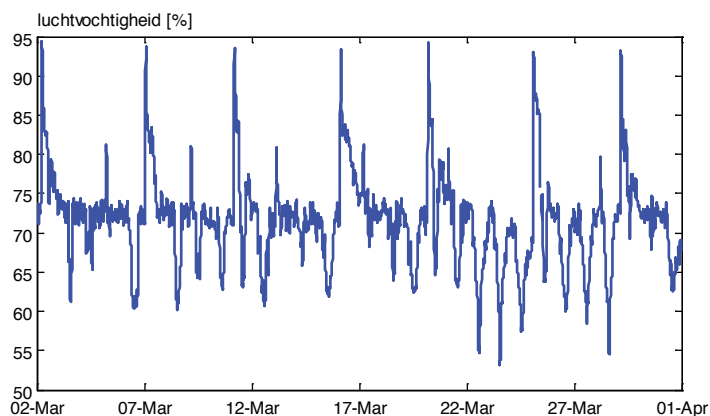
De zeer constante groei-omstandigheden die in de teelt van Phalaenopsis worden nagestreefd zouden tot een eveneens constante vochtproductie leiden, ware het niet dat in het huidige teeltsysteem het water eens in de 3 tot 4 dagen middels een sproeiboom bovenover wordt gegeven. Op een watergeefdag is de kas dan erg nat en moet er veel vocht worden afgevoerd. De twee tot drie daarop volgende dagen is de vochtproductie kleiner.

Onderstaande Figuur toont de resultaten van de analyse van weegschalen die bij Opti-Flor worden gebruikt als terugkoppeling voor het uitdrogingsproces.



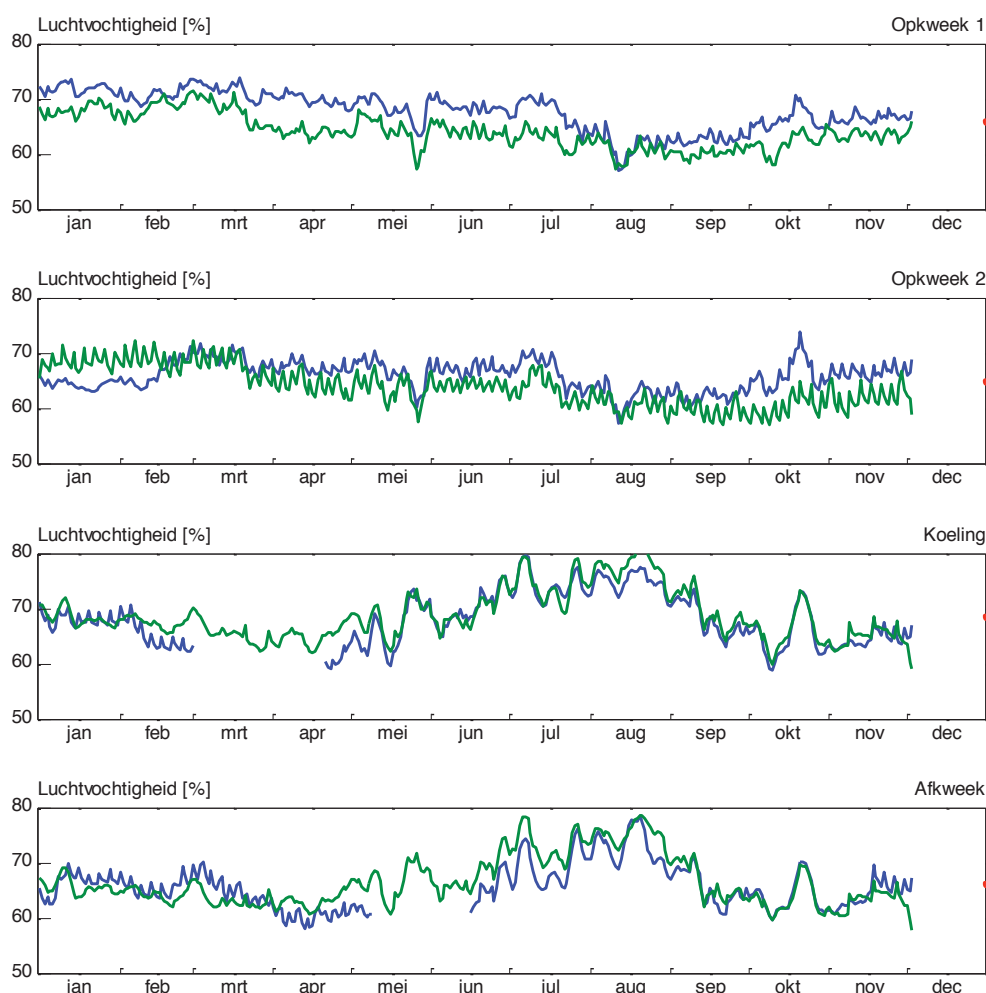
Figuur 3.4. Vochtproductie in gram/(m² uur) in drie van de 4 afdelingen van de Phalaenopsis bij Opti-Flor (de afkweek afdeling heeft geen weegschalen). De gegevens zijn berekend uit de analyse van de gewichtsafname in de tijd van de weegschalen waarop een aantal potten staan. De blauwe lijn geldt voor de watergeefdag (berekend uit de gewichtsafname van de weegschaal beginnend 2 uur na het watergeven). De groene lijn geldt door de 1^e dag na het watergeven, de rode lijn voor de 2^e dag na het watergeven en de paarse lijn geldt voor de 3^e dag na het watergeven. Door het beperkte aantal weegschalen kon er geen onderscheid worden gemaakt tussen de vochtproductie in nieuwe en oude afdelingen.

Figuur 3.4. laat heel duidelijk zien dat de vochtproductie op de watergeefdagen aanzienlijk hoger is dan op de andere dagen. Dit blijkt ook uit het verloop van de luchtvochtigheid in de kas, zoals in Figuur 3.5. getoond voor de maand maart in de Opkweek 1 afdeling van het nieuwe bedrijf (afd. 21). Elke keer wanneer er water gegeven wordt loopt de RV op naar zo'n 95%. Vervolgens wordt de kas via ventilatie met de buitenluchtaanzuiginstallatie, zo nodig ondersteund door ventilatie met de ramen ontvochtigd. In principe wordt er gestreefd naar een relatieve vochtigheid van ongeveer 72%. Overdag dreigt de temperatuur van de kas door de warmte van de zon echter af en toe naar waarden boven de 28 °C op te lopen en worden de ramen opengestuurd om de overtollige warmte af te voeren. Op die momenten daalt de luchtvochtigheid naar waarden ver onder de 70%.



Figuur 3.5. Luchtvochtigheid in Opweek 1 over de maand maart 2012 in de nieuwe kas (afd 21).

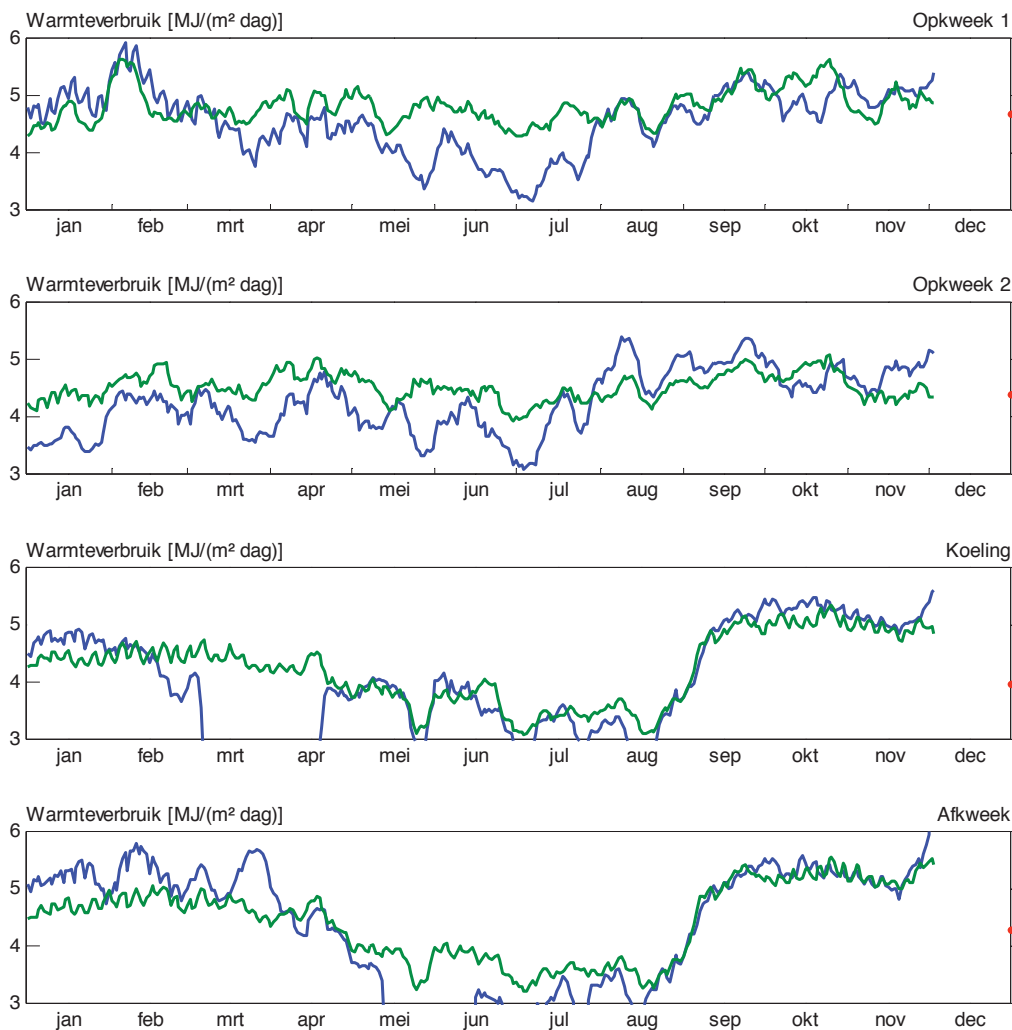
Gegeven het zeer onregelmatige verloop van de luchtvochtigheid in de kas ten gevolge van de watergeefbeurten kan een grafiek die de trend in de luchtvochtigheid in de kasafdelingen toont alleen geïnterpreteerd worden als de data sterk gefilterd zijn. Daarom is in onderstaande grafiek een voortschrijdend gemiddelde filter van een week gebruikt



Figuur 3.6. Verloop van de gemiddelde luchtvochtigheid in de verschillende afdelingen op het nieuwe bedrijf (blauw) en op het oude bedrijf (groen). De data zijn gefilterd met een 7 daags voortschrijdend gemiddelde filter.

Alle instellingen met betrekking tot de klimaatregelaar leiden uiteindelijk tot een bepaald energieverbruik. In Figuur 3.6. is te zien dat in beide opweekafdelingen van het nieuwe bedrijf in de periode april - juli een hogere luchtvochtigheid aangehouden is dan in de opweekafdelingen van het oude bedrijf. Dit had te maken met de instellingen. De grenzen voor de luchtvochtigheid stonden op het nieuwe deel van het bedrijf 5% hoger ingesteld dan op het oude deel van het bedrijf.

Onderstaande Figuur toont het verloop van de warmtevraag over de meetperiode in de vier teelt-afdelingen voor het nieuwe en het oude gedeelte van het bedrijf. De energieverbruiken zijn berekend aan de hand van de gemeten buistemperaturen. Voor de nieuwe afdelingen is hier het energieverbruik voor de opwarming van de buitenlucht op het moment dat de buitenluchtaanzuiging aan stond bij opgeteld.



Figuur 3.7. Verloop van de warmtevraag in de verschillende afdelingen op het nieuwe bedrijf (blauw) en op het oude bedrijf (groen). De data zijn gefilterd met een 7 daags voortschrijdend gemiddelde filter.

De meetresultaten laten zien dat in de eerste helft van het jaar de opkweek afdelingen op het nieuwe bedrijf minder warmte hebben gebruikt dan de overeenkomstige afdelingen op het oude bedrijf. In het eerste kwartaal gold dit vooral voor Opkweek 2, maar vanaf het tweede kwartaal ook voor Opkweek 1.

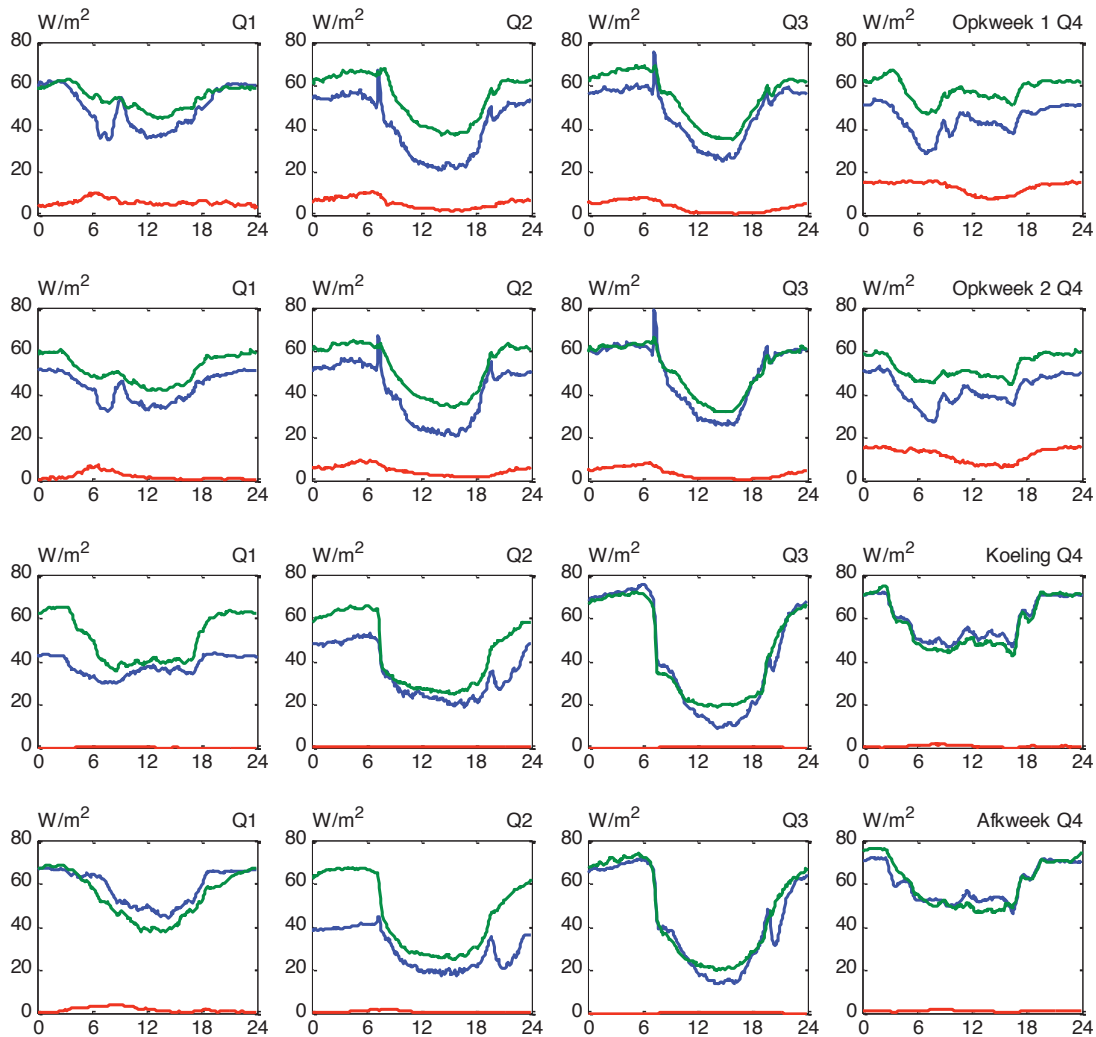
Voor de koeling-afdeling is er weinig verschil in warmtegebruik te zien. De nieuwe afkweek-afdeling gebruikt duidelijk meer warmte, wat vooral te maken heeft met de hogere temperatuur die voor de afkweek op het nieuwe gedeelte van het bedrijf gekozen is.

Vanaf augustus wordt er op het nieuwe gedeelte van het bedrijf geen energie meer bespaard ten opzichte van het oude gedeelte. Vooral in Opkweek 2 wordt vanaf de zomer duidelijk meer energie verbruikt.

De belangrijkste reden voor het feit dat de aanvankelijke energiebesparing vanaf de zomerperiode niet meer wordt gerealiseerd is dat de ziektedruk in de zomer over het gehele bedrijf begon op te lopen en daarmee het uitvalpercentage. Hoewel de absolute uitvalcijfers op het nieuwe bedrijf veel lager waren dan op het oude bedrijf werd ook op het nieuwe bedrijf een stijging geconstateerd.

In een poging om deze tendens te keren is besloten om ook op het nieuwe bedrijf een actiever klimaat te gaan hanteren, wat betekent dat er meer gebruik gemaakt is van een minimumbuis temperatuur. Op het nieuwe gedeelte van het bedrijf is voor die activering van het klimaat behalve die verhoogde minimumbuis temperatuur ook veelvuldig gebruik gemaakt van de buitenluchtaanzuiginstallatie.

Onderstaande Figuur toont het gemiddelde etmaalverloop van de warmte-input van de buizen en de warmte-input vanuit de buitenluchtaanruiging over de vier afdelingen, uitgesplitst naar de kwartalen van het jaar.

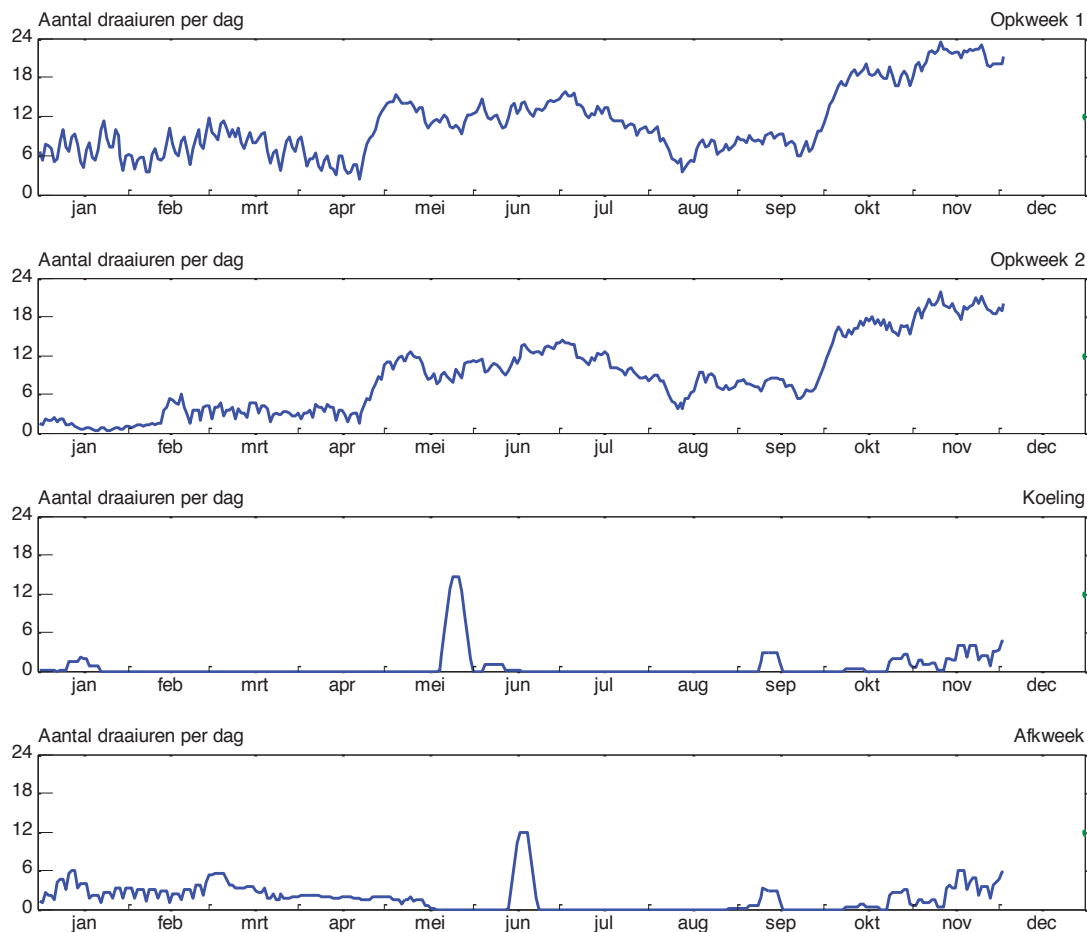


Figuur 3.8. Warmte-input via de buizen (blauwe lijn voor de nieuwe afdelingen en groene lijn voor de oude afdelingen) en de warmte-input via de buitenluchtaanruiging (rode lijn). De grafieken tonen het gemiddeld verloop over het etmaal per kwartaal (Q1 - Q4).

Figuur 3.8. laat zien dat de buitenluchtaanruiging in de koeling en afkweek bijna niet in werking is geweest, maar in de beide opkweek-afdelingen een wezenlijke bijdrage levert aan de verwarming, vooral in het laatste kwartaal.

In de eerste twee kwartalen (Q1 en Q2) was de vermindering van de warmte-input in de buizen van de nieuwe afdelingen groter dan de extra warmte die via de buitenluchtaanruiging werd ingebracht (met uitzondering van het eerste kwartaal (Q1) van Opkweek 1, zoals ook al te zien was in Figuur 3.7.). In het 4^e kwartaal wordt er nog steeds rustiger gestookt in de buis-systemen van het nieuwe deel van de kas, maar wordt de buitenlucht-aanruiging intensiever gebruikt. Het netto effect is dat de vermindering van het warmtegebruik van de buizen vrijwel gelijk is aan het warmteverbruik voor de opwarming van de buitenlucht. Hierdoor wordt er in de tweede helft van het jaar geen netto energiebesparing in het nieuwe gedeelte van het bedrijf wordt gerealiseerd.

Het hogere warmteverbruik van de buitenluchtaanruiging in het laatste kwartaal van het jaar voor Opkweek 1 en Opkweek 2 komt vooral doordat de installatie meer draaiuren is gaan maken, zoals te zien is in Figuur 3.9. Vanaf begin oktober is de installatie in die afdelingen meer dan $\frac{3}{4}$ van de tijd in bedrijf en op sommige dagen zelfs de hele dag.



Figuur 3.9. Aantal draaiuren per dag van de buitenluchtaanzuiging. Omdat ook het aantal draaiuren per dag sterk afhankelijk is van het feit of het een watergeef-dag is of niet is gebruik gemaakt van een voortschrijdend gemiddelde filter van 7 dagen.

Het grote aantal draaiuren wordt aangehouden omdat de teeltchef veel vertrouwen heeft in de bijdrage van het buitenluchtaanzuiging systeem in de homogenisering van de kaslucht. Bovendien heeft men de overtuiging dat een hoge verdamping en een hoge gietfrequentie de kwaliteit van de planten ten goede komt.

Het elektriciteitsverbruik van de buitenluchtaanzuiging is laag, ongeveer 1 W/m² bij voluit draaiende machines. In 2012 maakte de buitenluchtaanzuiging in Opkweek 1 3500 draaiuren. In Opkweek 2 waren dat 2500 uur, in de koeling 200 uur en in de afkweek afdeling zijn er 500 draaiuren gemaakt. Gewogen naar de oppervlakteverhoudingen komt het elektriciteitsverbruik voor de buitenluchtaanzuiging daarmee op 1.6 kWh/(m² kas). Indien de installatie de komende jaren gebruikt wordt zoals in het tweede halfjaar van de monitoringsperiode zullen de ventilatoren in de opkweek-afdelingen ongeveer 6000 draaiuren maken en in de andere twee afdelingen ongeveer 2000 uur. Dit betekent dat het stroomverbruik gewogen naar de oppervlakteverhoudingen dan rond de 4 kWh/m² per jaar uit zal komen.

3.3 Teeltkundige ervaringen

De klassieke regeling

Het kasklimaat voor Phaeanopsis opkweek kent krappe marges voor temperatuur en RV vanwege de volgende verschijnselen:

Onder 28 °C kasttemperatuur neemt het aantal voortakken toe, met name bij soorten die daar gevoelig voor zijn

Bij een RV boven 70% neemt de groei toe

Boven 30 °C kasttemperatuur kunnen ziekten als Erwinia en Pseudomonas zich snel ontwikkelen

De verspreiding van Pseudomonas wordt volgens onderzoek onder 75% RV niet extra gestimuleerd, maar boven 90% RV zeer zeker wel. Tussen 75% en 90% ligt wellicht nog enige “onbenutte” ruimte.

Met name na het watergeven, dat met de sproeiboom plaatsvindt die zeer grote hoeveelheden water versproeit (12 tot 15 liter/m² per beurt) is het snel drogen van de pot en de plant, en tevens het verlagen van de RV in de kaslucht zeer kritisch.

Behalve het handhaven van genoemde omgevingscondities moet de plant voldoende “actief” zijn om snel te groeien. Activiteit wordt door de tuinder vooral geassocieerd met een hoge verdampingsnelheid, waardoor “activiteit” synoniem is met energietoevoer in de vorm van groeilicht en warmte.

Bovenstaande wordt in de klassieke regeling vooral gerealiseerd met de volgende maatregelen:

- een vrijwel permanente minimumbuis voor vochtbeheersing, plantactiviteit en luchtbeweging. Alleen in de gekoelde afdeling valt in de zomer overdag de minimumbuis weg. Behalve voor luchtbeweging door de tafels voorkomt de warmtetoevoer aan de onderkant van de kas de vorming van een omgekeerd temperatuurprofiel (bovenin de kas warmer dan onderin) tijdens belichten
- veel ventileren om de hoge temperaturen te voorkomen (die een resultaat zijn van belichting en minimumbuis), waarbij direct ook veel vocht wordt afgevoerd.
- vochtkieren in schermdoek 's nachts om vocht af te voeren
- veel schermen overdag tegen (direct) zonlicht om hoge planttemperatuur te voorkomen
- belichten in de winter, maar ook in de rest van het jaar omlichtsom te realiseren

Problemen met deze klassieke aanpak zijn meerledig:

- Hoog energiegebruik (ordegrootte 50 m³ gas per m²/jaar (bij gebruik van een dubbeldeks opkweekafdeling) en 75 kWh stroomverbruik voor belichting per m² per jaar)
- Vocht kieren in het energiescherm veroorzaken grote temperatuurverschillen in de kas
- Door hete buizen kan plaatselijk een te droog klimaat ontstaan. Als hiervoor doek op de teelttafels wordt toegepast, verhindert dit weer de luchtbeweging.

De HNT regeling

De teeltwijze volgens HNT moet leiden tot een beter microklimaat, met liefst een lager energieverbruik.

- De volgende opties komen in aanmerking:
- Geforceerde luchtbeweging in verticale richting bevordert de afvoer van vocht, geeft dus een drogend effect en gaat temperatuurverschillen tegen. Bij gebruik van interne luchtcirculatie wordt de warmte van lampen benut om het gewas te verwarmen.
- Energieschermen zo veel mogelijk volledig sluiten, dus niet kieren. Dit voorkomt temperatuurverschillen in de kas. Vochtafvoer in eerste instantie bevorderen door te ventileren boven een gesloten scherm. Soms kan het gebruik van een Pyrgeometer voor de bepaling van de uitstraling van de kas een extra stimulans zijn om energieschermen nog meer te gebruiken.
- Een dubbel energiescherm toepassen biedt nog hogere energiebesparingen

- Verwijderen van een eventueel doek op de teelttafels om de luchtbeweging van onder en boven de teeltlaag niet te belemmeren.
- Inblazen van voorverwarmde droge buitenlucht voor geforceerde ontvochtiging onder gesloten schermdoek
- Het ondernet gebruiken als primair verwarmingsnet wanneer de kas te koud of te vochtig wordt (dus geen minimumbuis opdrukken die warmte geeft ongeacht de kasluchttemperatuur of luchtvochtigheid)
- De bovenbuis alleen gebruiken als secundair verwarmingsnet als de kas te koud of te vochtig blijft ondanks de inzet van de onderbuis.

Bij alle genoemde opties geldt dat het juiste microklimaat voor de plant leidend moet zijn. Het effect van elke stap afzonderlijk en in combinatie met andere stappen voor het microklimaat moet dus goed in ogenschouw genomen worden. Een extra moeilijkheid is hierbij dat

- a) de praktijkervaring vooral is gebaseerd op het kasklimaat, dus de temperatuur en RV van de kaslucht bij de meetbox die boven de teelttafels hangt. Voor een scherper beeld is het noodzakelijk dicht bij de plant te komen en te kijken naar de blad en potttemperatuur en de RV in de onmiddellijke nabijheid van de plant tussen de bladeren.
- b) de plantreactie van Phaeoanopsis met een vertragingstijd van weken tot maanden zichtbaar wordt. De snelste reactie is in feite de potafdroging omdat dit op termijn van 1 - 5 dagen kan worden gevolgd.

In het project is getracht om uitgaande van de klassieke aanpak elementen van HNT toe te gaan passen.

In de periode van 1 maart tot de zomer is in kleine stapjes geprobeerd om de totale warmte-input voor het nieuwe gedeelte van het bedrijf te verlagen door het gebruik van minimumbuis te verminderen. Hierbij is vooral de minimumbuis temperatuur op het bovennet verlaagd, in combinatie met een andere kierstrategie. Waar voorheen bij de overschrijding van het temperatuur-criterium het onderste energiedoek gekierd werd, is vanaf het voorjaar het onderste scherm 's nachts zoveel mogelijk dicht gelaten en is met het bovenste scherm gekierd. Omdat kieren met het bovenste scherm minder invloed op het warmteverlies heeft dan kieren met het onderste scherm kunnen bij gebruik van dit bovenste scherm veel grotere kieren worden getrokken voor eenzelfde effect op de warmte- en vochtvoeder. Dit leidt tot een rustiger regeling, maar vooral tot een homogener klimaat in de teeltafdeling omdat de directe kouval voorkomen wordt.

De teeltchef constateerde dat het gewas in de nieuwe afdelingen zeer goed groeide en ook de homogeniteit van de groei viel op. De afsplitsingssnelheid van nieuwe hartbladeren lag hoger en de plant bleef mooi compact.

Het drogen van het gewas met buitenlucht vanonder de tafels gaf voldoende vertrouwen om in juni het besluit te nemen het vliesdoek dat tot dan toe op de gaasbodem van de tafels lag weg te halen. Hierdoor wordt de luchtdoorstroming door de tafel verbeterd. Het vliesdoek was enige jaren geleden als onderdeel van het teeltsysteem ingebracht juist om een grote luchtdoorstroming door de tafels te beperken. Dat was in de tijd dat Phalaenopsis kassen nog met enkel glas werden gebouwd nodig. Er moest toen heel hard gestookt worden om de opkweek-afdelingen op temperaturen rond 28 °C te kunnen houden. Het ondernet nam daarbij een groot deel van het verwarmingsvermogen voor z'n rekening, met hete buizen onder de tafels tot gevolg.

Nu de warme teeltafdelingen bij Optiflor dubbeldeks zijn uitgevoerd komen de benodigde buistemperaturen in het ondernet niet meer boven de 50 °C en was het vliesdoek eerder een nadeel dan een voordeel.

Samenvattend is door toepassing van vochtvoeder door buitenluchtinblazen, in combinatie met verticale ventilatie het microklimaat bij de plant een stuk homogener en stabiel geworden, terwijl tegelijkertijd de stookkosten enigszins zijn verlaagd.

4 Conclusies en aanbevelingen

4.1 Conclusies

Een buitenluchtaanzuiginstallatie kan worden ingezet voor de verlaging van het energieverbruik voor de ontvochtiging van de kas en om de kwaliteit van het kasklimaat te verbeteren.

Verbetering van het klimaat treedt vooral op wanneer de homogeniteit van de kaslucht temperatuur en de luchtvochtigheid in de kas verbetert door het gerichte inbrengen van droge buitenlucht. De betere homogeniteit ontstaat als gevolg van het niet hoeven kieren in het energiescherm in combinatie met het toepassen van verticale ventilatie.

Gezien het grote verschil in absolute luchtvochtigheid tussen de kaslucht in de warme opweekafdelingen en de buitenlucht kunnen opweekafdelingen al met een klein luchtdebiet van 3 tot 4 m³/(m² uur) worden ontvochtigd. In de koeling en afweek afdelingen is de absolute luchtvochtigheid van de kaslucht door de lagere temperaturen veel kleiner zodat buitenluchtaanzuiging hier maar weinig ontvochtiging oplevert. In het afgelopen monitoringsjaar is de buitenluchtaanzuiging daarom ook vrijwel uitsluitend in de warme opweekafdelingen ingezet, zodat de analyse geheel op die afdelingen is gericht.

Energiebesparing wordt met een standaard buitenluchtinstallatie alleen gerealiseerd als met het toepassen van de installatie de luchtuitwisseling van de kas met de buitenlucht wordt verminderd. Dit betekent in de regel dat er geen, of een veel lagere, minimumbuis temperatuur moet worden gebruikt en/of een hogere luchtvochtigheid moet worden aangehouden.

Met name in het tweede kwartaal van 2012 is de buitenluchtaanzuiging bij Opti-Flor op deze wijze gebruikt.

In die periode bleek dat de buitenluchtaanzuiginstallatie in combinatie met aanpassingen in het minimumbuisgebruik een duidelijke potentie heeft om het energieverbruik te verlagen. In de periode van 1 mei tot 1 augustus was dat totale warmteverbruik in de nieuwe afdelingen gemiddeld 36 MJ/m² minder dan in het oude gedeelte van het bedrijf en in deze periode van het jaar betekende dit een energiebesparing van 17%.

Vanaf begin augustus tot aan het eind van de monitoringsperiode is de buitenluchtinstallatie echter gebruikt om de kaslucht in de nieuwe afdelingen vooral snel te drogen in de verwachting dat daarmee de hoge groeisnelheid die gerealiseerd werd nog beter te garanderen en het uitvalpercentage tot een minimum te beperken. Hierdoor is het energiebesparingseffect in de tweede helft van het jaar vrijwel helemaal weggefallen en is de absolute besparing aan het eind van het jaar uitgekomen op 40 MJ/m². Dit is 2.5% van het jaarverbruik van 51 m³/m².

Indien de klimaatregelstrategie die in het voorjaar was ontwikkeld het hele jaar zou zijn toegepast zou naar verwachting deze 17% energiebesparing het hele jaar kunnen zijn gerealiseerd. Aangezien de opweekafdelingen 42% van het jaarlijkse warmteverbruik voor hun rekening nemen, en de geschetste besparing alleen op de opweekafdelingen behaald werd, was de jaarlijkse besparing $17\% \times 42\% = 7\%$ geweest, ofwel 4 m³/(m² jaar).

Het elektriciteitsverbruik van de buitenluchtaanzuiging bleef in het afgelopen monitoringsjaar beperkt tot 1.6 kWh/m². Gedurende het jaar is de installatie echter steeds meer gebruikt gaan worden. Indien de installatie de komende jaren gebruikt wordt zoals dat het laatste half jaar het geval is geweest komt het jaarlijkse stroomverbruik van de buitenlucht aanzuiginstallatie op 4 kWh/(m² jaar).

De betreffende tuinder is zeer te spreken over de kwaliteit van het klimaat dat in de nieuwe kasafdelingen met buitenluchtaanzuiging gerealiseerd wordt. De teelt verloopt zeer regelmatig en de nieuwe afdelingen hebben een hogere bladafplitsingssnelheid. Overigens kan dit niet alleen aan de toepassing van buitenluchtaanzuiging worden toegeschreven. Ook het feit dat er diffuus glas is toegepast en de kas goed en kiervrij is gebouwd draagt bij aan de goede gewasontwikkeling.

4.2 Aanbevelingen

Vanuit de theorie rond buitenluchtaanzuiging kan gemakkelijk worden beredeneerd dat zo'n systeem alleen energiebesparend kan zijn als deze resulteert in een lager gemiddeld ventilatiedebiet van de kas. Dit betekent in de praktijk dat er vooral een hogere luchtvochtigheid aangehouden moet worden. Voor de vocht-afvoer hoeft dat geen probleem te vormen omdat door een betere luchtbeweging het microklimaat rond de plant homogener is en daardoor overal vocht kan opnemen, ondanks de hogere RV op kasniveau. De verdamping kan echter wel geremd worden door de hogere luchtvochtigheid en het zou problemen kunnen geven wanneer de verdamping hierdoor te laag zou worden en de nutriëntenopname beperkt wordt. In de Phalaenopsissteelt is er nog geen overeenstemming over de mogelijkheden van een lagere verdampingssnelheid. Een gewas dat minder verdampt (hetzij door de plant, hetzij vanuit de pot) zal minder vaak besproeid hoeven te worden. De kwekers zijn echter van mening dat regelmatig sproeien en een hoge verdampingssnelheid de gewasgroei ten goede komt en achten het belang hiervan groter dan de energiebesparing die behaald kan worden door bij een hogere luchtvochtigheid te kweken.

Vergelijkende proeven tussen behandelingen met een hoge verdamping en behandelingen met een lage verdamping zouden hier meer duidelijkheid over kunnen geven. Het verdient dan ook aanbeveling hier gericht onderzoek naar te doen. Het telen van Phalaenopsis bij bijvoorbeeld 80% RV in plaats van de nu nagestreefde luchtvochtigheden die vaak onder de 70%RV uitkomen maken een energiebesparing mogelijk van ongeveer 5 m³/(m² jaar). Dat is 10% van het jaarlijkse energieverbruik van 50 m³/(m² jaar).

Bij een dergelijk onderzoek moet goed gekeken worden naar de effecten van een hogere RV op de ontwikkeling van ziekten zoals Pseudomonas en Erwinia. Een duidelijk verhoogde ziektedruk zou een goede reden kunnen zijn om terughoudend te zijn met het verhogen van de luchtvochtigheid.

Een energiebesparend effect van het beperken van de verdamping kan trouwens ook gerealiseerd worden door vooral de verdamping uit de pot te beperken. In eerder onderzoek bleek dat de pot-verdamping in de regel groter is dan de gewasverdamping¹.

Voor een beter beeld van wat er nu precies in de kas en op plantniveau gebeurt zou er onderzoek gedaan moeten worden naar de interactie tussen het macroklimaat op kasniveau en het microklimaat in de onmiddellijke nabijheid van de plant. Zo wordt er in de praktijk bijvoorbeeld nog gebruik gemaakt van een bovennet, zelfs in combinatie met belichting terwijl onduidelijk is "wat de plant hier feitelijk van merkt".

Het zou ook heel wenselijk zijn om onderzoek te doen naar methoden om de wortelzone van de plant beter en homogener te bevochtigen zonder dat hiervoor een (enorme) overmaat aan water nodig is, zoals in het huidige teeltsysteem. Dan zou er namelijk zelfs een hogere frequentie van watergift mogelijk zijn, met mogelijk een betere groei, zonder dat de energiekosten van het ontvochtigen toe nemen. Hoewel er recent onderzoek heeft plaatsgevonden, oa naar de haalbaarheid van droogblazen na een watergift en watergeven door dompeling heeft dit in de praktijk nog niet geleid tot aanpassingen. Overigens zal het telen met een lagere verdampingssnelheid naar verwachting een grotere bijdrage aan de energiebesparing leveren dan de overstap naar een ander watergeef-systeem. Immers het droogstoken van de kas na een watergeefbeurt duurt maar een paar uur en gebeurt lang niet iedere dag waardoor de totale hoeveelheid energie voor dat droogstoken beperkt is. Het stimuleren van de verdamping gebeurt volcontinu en vergroot ook nog eens het aantal keren dat er opnieuw water gegeven moet worden.

1 Baas, R., 2010, Verdampingsmodel Phalaenopsis. Rapport Fytofocus in kader van Kas als Energiebron.

