



# Klimaat, energieverbruik en bloemtemperatuur bij twee Gerbera telers

Als onderdeel van het monitoringsproject

B.H.E. Vanthoor en I. Tsafaras

Rapport WPR-741

## Referaat

In dit rapport wordt een overzicht gegeven van de Gerbera bedrijven Holstein Flowers en Zuidderwijk Witzier. Beide telers hebben een verduisteringsscherm, energiescherm en een belichtingssysteem. Holstein Flowers ontvochtigt de kaslucht met behulp van slurven en het inblazen van opgewarmde buitenlucht en Zuidderwijk Witzier gebruikt een Ventilation Jet systeem. Beide tuinders schermen veel met een kier in de doeken en schermen weinig met 100% gesloten doeken. Bij Holstein Flowers is het berekende energieverbruik  $22.7 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{jaar}$  en bij Zuidderwijk  $23.8 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{jaar}$ . Met een warmtebeeldcamera is bij beide tuinders gemeten dat de gewas- en bloemtemperatuur zelden onder het dauwpunt lag. Door plantsapanalyses uit te voeren op 4 bedrijven is een statistisch verband aangetoond tussen de plantsap samenstelling en de kans op rotkoppen. Echter, het is onbekend of dit ook een causaal verband is, overige factoren zouden ook de rotkoppen veroorzaken kunnen hebben. Mochten de mechanisme achter het ontstaan van Botrytis/rotkoppen wel bekend zijn, dan zou een teler afhankelijk van de plant balans, verdamping en de kans op Botrytis/rotkoppen met lagere vocht deficieten kunnen telen wat vervolgens tot een energiebesparing zou kunnen leiden.

## Abstract

This report provides an overview of the Gerbera companies -Holstein Flowers and Zuidderwijk Witzier. Both growers have a blackout screen, energy screen and an illumination system. Holstein Flowers dehumidifies the greenhouse air by means of blowing in heated outside air (using air ducts) and Zuidderwijk Witzier uses a Ventilation Jet system. Both growers screen a lot using a screen gap and they close very rare the screens for 100%. At Holstein Flowers the calculated energy consumption is  $22.7 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{year}$  and at Zuidderwijk  $23.8 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{year}$ . With a thermal camera, the crop and flower temperatures were measured and they were rarely below the dew point. By carrying out plant sap analyses at 4 growers, a statistical relationship between the plant sap composition and the chance of rot heads ('rotkoppen') has been demonstrated. However, it is unknown whether this relationship is also a causal relationship, other factors could also have caused the rot heads. If the mechanism behind the development of Botrytis/rot heads were known, then a grower could - depending on the plant balance, evaporation and the chance of getting Botrytis/rot heads - grow with lower moisture deficits, which could then lead to energy savings.

*Dit rapport is tot stand gekomen in het kader van het programma Kas als Energiebron, het innovatie- en actieprogramma van het ministerie van LNV en LTO Glaskracht Nederland en mede gefinancierd door de Stichting Programmafonds Glastuinbouw.*

## Rapportgegevens

Rapport WPR-741

Projectnummer: 3742157313

DOI nummer: 10.18174/440764

## Disclaimer

© 2018 Wageningen Plant Research (instituut binnen de rechtspersoon Stichting Wageningen Research), Postbus 20, 2665 MV Bleiswijk, Violierenweg 1, 2665 MV Bleiswijk, T 0317 48 56 06, F 010 522 51 93, E glastuinbouw@wur.nl, www.wur.nl/plant-research. Wageningen Plant Research.

Wageningen University & Research, BU Glastuinbouw aanvaardt geen aansprakelijkheid voor eventuele schade voortvloeiend uit het gebruik van de resultaten van dit onderzoek of de toepassing van de adviezen.

## Adresgegevens

### Wageningen University & Research, BU Glastuinbouw

Postbus 20, 2665 ZG Bleiswijk  
Violierenweg 1, 2665 MV Bleiswijk  
T +31 (0)317 48 56 06  
F +31 (0)10 522 51 93

# Inhoud

	<b>Samenvatting</b>	<b>5</b>
<b>1</b>	<b>Introductie</b>	<b>9</b>
<b>2</b>	<b>Kasuitrusting en teelt</b>	<b>11</b>
	2.1 Holstein	12
	2.2 Zuiderwijk Witzier	12
	2.3 Vergelijk Zuiderwijk en Holstein	13
	2.4 Klimaatsturing Zuiderwijk voor verschillende afdelingen	17
<b>3</b>	<b>Invloed verdamping uit de bodem op energieverbruik</b>	<b>19</b>
<b>4</b>	<b>Rotkoppen en plant sap analyses</b>	<b>21</b>
<b>5</b>	<b>Onderzoek gewas, bloem en scherm temperatuur</b>	<b>23</b>
	5.1 Aanpak van het onderzoek en achtergrond	23
	5.2 Toepassing warmtebeeldcamera in de praktijk	25
	5.3 Kaslucht, gewas en bloemtemperatuur	26
	5.4 Relatie tussen planttemperatuur, doektemperatuur en uitstraling.	29
<b>6</b>	<b>Invloed hoogte beweegbare buis op bloemtemperatuur</b>	<b>31</b>
<b>7</b>	<b>Toekomstig Gerbera onderzoek</b>	<b>33</b>
<b>8</b>	<b>Achtergrond informatie</b>	<b>35</b>
<b>9</b>	<b>Blogs</b>	<b>37</b>





# Samenvatting

In dit rapport wordt een overzicht gegeven van de Gerbera telers die gevolgd zijn in het monitoringsonderzoek. Holstein Flowers ontvochtigt de kaslucht met behulp van een slurven systeem. De door een LBK opgewarmde buitenlucht wordt de kas ingeblazen. Bij Zuidderwijk Witzier wordt de kaslucht ontvochtigd door middel van een Ventilation Jet systeem. Beide telers hebben een verduisteringsscherm en een energiescherm en hebben de afgelopen periode hun belichtingsniveau verhoogd. Holstein heeft per Oktober 2016 zijn belichtingsniveau verhoogd van  $110 \mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$  naar  $200 \mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$  en Zuidderwijk heeft in November 2017 zijn belichtingscapaciteit van  $90 \mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$  naar  $180 \mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$  verhoogd. Beide telers zien dat de planten hierdoor meer kracht hebben, dat er meer en zwaardere takken geproduceerd worden en dat de overgang van zomer (veel licht) naar herfst (weinig licht) kleiner wordt.

Holstein teelt met een hogere gemiddelde temperatuur en een lagere RV dan Zuidderwijk. Beide tuinders schermen veel met een kier in de doeken en schermen weinig met 100% gesloten doeken. Holstein gebruikt vaak een kier in de doeken om zo de schermtemperatuur op te laten lopen waardoor de planten minder uitstralen naar het doek. Het gemiddelde energieverbruik van beide tuinders ligt dicht bij elkaar: bij Holstein is het berekende energieverbruik  $22.7 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{jaar}$  en bij Zuidderwijk  $23.8 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{jaar}$ . Wat opvalt is dat bij Zuidderwijk, afdeling 1 (hoge Ventilation Jet capaciteit) 7% meer energie verbruikt dan gemiddeld en afdeling 4 (lage Ventilation Jet capaciteit) 9% minder energie verbruikt dan gemiddeld. Een vermoeden was dat dit veroorzaakt zou kunnen worden door de hogere verdamping uit de bodem in afdeling 1. Dit is vervolgens gemeten in de praktijk en er kan geconcludeerd worden dat het verschil in energieverbruik niet verklaard kan worden door de verdamping uit de bodem. De verklarende factor door verdamping uit bodem was  $0.023 \text{ m}^3 \text{ gas}/\text{m}^2/\text{week}$ , wat te verwaarlozen is. De totale verdamping uit de bodem bleek echter behoorlijk fors en beïnvloed het energie verbruik van de kas behoorlijk (equivalent aan  $0.21 \text{ m}^3 \text{ gas}/\text{m}^2/\text{week}$  als de verdamping uit de bodem voor 100% gecompenseerd wordt door de verwarming). Vervolgens is het klimaat en de inzet van de Ventilation Jet geanalyseerd voor beide afdelingen. Bij Zuidderwijk is in afdeling 1 met een hoger debiet koude en droge lucht ingeblazen. In vergelijking met afdeling 4, was de gemiddelde temperatuur lager en het energie verbruik gedurende de nacht zo'n 40% hoger. Dit kan verklaard worden door het feit dat er meer koude lucht wordt inblazen en dat de RV daardoor omhoog gaat waardoor vervolgens de buis temperatuur omhoog gaat op vocht en/of temperatuur. Gebaseerd op deze resultaten heeft de tuinder besloten om met minder debiet in te blazen in de afdelingen waar hij een grotere VJ capaciteit heeft.

Om meer inzicht te krijgen in het ontstaan van rotkoppen is in het monitoring onderzoek een verkennende studie uitgevoerd om te kijken of er een verschil in nutriëntensamenstelling is in gewasmonsters (blad en bloem) met of zonder koprot. In deze studie is een statistisch verband aangetoond tussen de plantsap samenstelling en de kans op rotkoppen. Echter, het is onbekend of het verband tussen de plant sap samenstelling en rotkoppen ook een causaal verband is. Het zou namelijk goed kunnen zijn dat er andere factoren zoals belichting, kas/substraat klimaat, irrigatie strategie, nutriënten recept, lokale klimaat verschillen in de kas, uitstraling, etc. de rotkoppen (deels) veroorzaakt kunnen hebben. Mocht verder onderzoek naar rotkoppen in de praktijk gedaan worden dan is het belangrijk dat al deze variabelen die een invloed kunnen hebben op rotkoppen ook gemonitord worden. In discussies kwam naar voren dat tuinders graag willen weten wat de absolute plant en bloemtemperatuur is om zo kunnen te kijken of zij onder dauwpunt komen. Daarom is met een warmtebeeldcamera bepaald wat het verschil was tussen bloem- en gewastemperatuur en of de bloem en/of plant onder dauwpunt temperatuur komt waardoor er eventueel natslag op zou kunnen treden. Op grond van het volgen van enkele bloemen op 1 plek in de kas kunnen de volgende conclusies getrokken worden: (a) gedurende de nacht was de gewastemperatuur gemiddeld  $1^\circ\text{C}$  boven dauwpunt bij Holstein en  $1.5^\circ\text{C}$  bij Zuidderwijk (b) de bloemtemperatuur lag bij Holstein bij koude nachten maximaal  $0.6^\circ\text{C}$  graden onder de gewastemperatuur. Bij Zuidderwijk was de bloem  $0.2^\circ\text{C}$  kouder tot  $0.2^\circ\text{C}$  warmer dan de gewastemperatuur, (c) bij beide tuinders lag de gewas- en bloemtemperatuur zelden onder het dauwpunt. Gebaseerd op bovenstaande resultaten kwam de vraag of een hijsverwarming invloed zou kunnen hebben op het beïnvloeden van de bloemtemperatuur. Door de buis dicht bij de bloem te brengen zou het verschil tussen bloem- en luchttemperatuur af kunnen nemen wat het risico voor natslag zou kunnen verminderen. Uit metingen bleek dat bij matige buitenomstandigheden (buitentemperatuur variërend van  $9.6 - 10.3^\circ\text{C}$ , gedeeltelijk tot compleet bewolkt) het verschil tussen lucht- en bloemtemperatuur voor verschillende hoogtes van de hijsverwarming nagenoeg hetzelfde te zijn. Deze meting wordt nog herhaald onder koudere omstandigheden. De warmtebeeldcamera is voor een tuinder een goed hulpmiddel om de temperaturen van verschillende plant onderdelen te bepalen. Dit geeft meer informatie over de plantstatus ten opzichte van de huidige klimaatregistratie waar alleen temperatuur en RV van de kaslucht wordt gemeten en eventueel uitstraling.

Wel moet er rekening gehouden worden dat de Thermoview 48 camera een meetnauwkeurigheid heeft van +/- 2°C en dat dit in de praktijk niet gecorrigeerd wordt. Tevens bewegen de bloemen waardoor de data achteraf met de hand geanalyseerd dient te worden.

Aangezien rotkoppen optreden in de koude periode is het voor energiebesparing interessant om de mechanisme die rotkoppen veroorzaken beter te begrijpen. Om hier meer inzicht in te krijgen is het van uiterst belang om beter te begrijpen onder welke omstandigheden rotkoppen optreden. Omdat er veel factoren zijn die een invloed kunnen uitoefenen op het ontstaan van rotkoppen is het raadzaam om eerst in een kasexperiment rotkoppen proberen op te wekken. Mocht blijken dat de bloemtemperatuur een belangrijke factor is in het ontstaan van rotkoppen dan is het interessant om verder te focussen op de invloed van: de locatie van de verwarmingsbuizen (zorgt een buis boven het gewas voor minder uitstraling) op bloemtemperatuur; luchtbeweging op gewas-en bloemtemperatuur; en de schermsturing (kieren of niet) op bloemtemperatuur.

# 1      Introductie

In dit rapport wordt eerst een overzicht gegeven van twee Gerbera telers die gevolgd zijn in het monitoringsonderzoek. Eerst worden de type systemen en teelten beschreven, vervolgens worden de verschillende uitgevoerde experimenten beschreven en afsluitend wordt een overzicht gegeven van toekomstig Gerbera onderzoek.





## 2 Kasuitrusting en teelt

Een overzicht van de kas en technische installatie staat weergegeven in Tabel 1. Beide telers gebruiken een verschillend systeem om te ontvochtigen. Holstein Flowers blaast de tot kaslucht opgewarmde buitenlucht door slurven boven in de kas om te ontvochtigen terwijl Zuiderwijk een Ventilation Jet systeem gebruikt (Figuur 1). Beide telers hebben de afgelopen periode hun belichtingsniveau verhoogd. Holstein heeft per Oktober 2016 zijn belichtingsniveau verhoogd van 110  $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$  naar 200  $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ . Zuiderwijk heeft in november van 2017 zijn belichtingscapaciteit van 90  $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$  naar 180  $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$  verhoogd.

Tabel 1

*Een overzicht van de kas en technische installatie bij Holstein Flowers en Zuiderwijk Witzier.*

	Holstein Flowers	Zuiderwijk-Witzier
Kas	8m tralie; 6m poothoogte bouwjaar 2012	8m tralie; 4,5m poothoogte bouwjaar 2001
Belichting	200 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ SON-T (per oktober 2016)	90 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ SON-T (180 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ SON-T per november 2017)
Schermb onder	SLS10 Revolux	XLS ultra Revolux
Schermb boven	XLS Obscura W/B+B/W Revolux 99,9%	XLS Obscura W/B+B/W Revolux 99,9%
Lucht inbreng	Door middel van slurven boven in de kas en LBK. Inblaascapaciteit 5 $\text{m}^3/(\text{m}^2 \text{ uur})$	Ventilation Jet systeem. Capaciteit 3 - 14 $\text{m}^3/(\text{m}^2 \text{ uur})$
Positie	Bovendoor ; elke 16m een transparante slurf van 71 cm doorsnede. Warmte wisselaar op HT	Bovendoor ; elke 200 $\text{m}^2$ een Ventilation Jet en een Nivelator om de droge koude lucht te verdelen.
Warmtewisselaar	Ja	Nee



**Figuur 1** De slurven en LBK bij Holstein (boven) en de Ventilation Jets bij Zuijderwijk. De 'brievenbus' variant (linksonder) en de variant met gaten in de doeken (rechtsonder).

## 2.1 Holstein

Holstein heeft mini Gerbera en vele rassen bolvormige gerbera's die over het algemeen gevoeliger zijn voor Botrytis dan de rassen die Zuijderwijk teelt. Bij Holstein zijn de afdelingen 6 en 8 gevolgd.

## 2.2 Zuijderwijk Witzier

Zuijderwijk teelt grootbloemige Gerbera. In het monitoringsproject zijn alle vier de afdelingen van Zuijderwijk gevolgd. De afdelingen 1 t/m 4 hebben respectievelijk de volgende capaciteiten ventilation jet: 14, 3, 14 (kan maximaal op 75% draaien) en 8 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>/uur geïnstalleerd. Tevens heeft Zuijderwijk in afdeling 2 en 4 het 'oude' VJ systeem met gaten in de doeken en in afdeling 1 en 3 het VJ systeem met de 'brievenbus'. Het nadeel van het systeem met de gaten in doeken is dat Zuijderwijk niet alle standen van de doeken aan kan houden als hij de VJ gebruikt omdat dan de doeken voor de luchtdoorlaat van de VJ komen te zitten. Tussen de afdelingen zijn verschillen in energie gebruik berekend. Om deze verschillen te verklaren is de verdamping uit de bodem geanalyseerd en het gebruik van de VJ geanalyseerd.

## 2.3 Vergelijk Zuiderwijk en Holstein

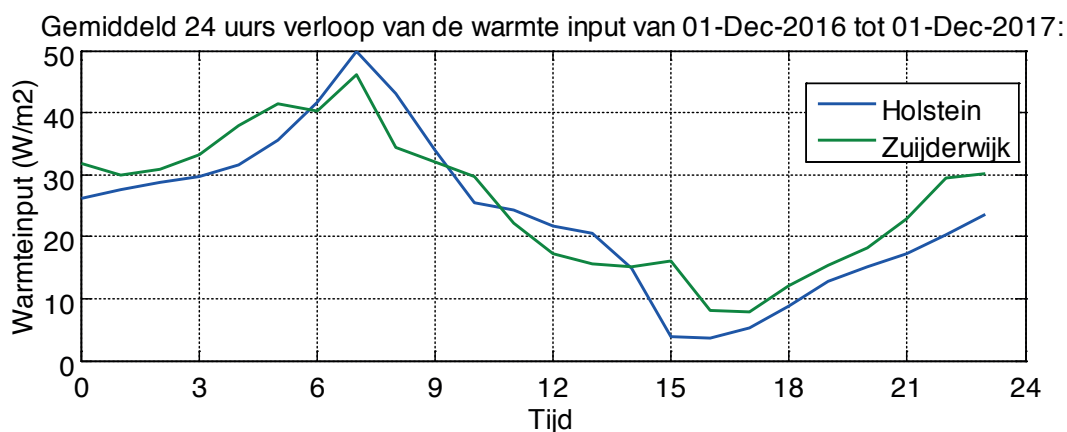
Tabel 2 laat een overzicht zien van het klimaat, energieverbruik en sturingen bij Holstein en Zuiderwijk tussen 1 december 2016 en 1 december 2017. Holstein teelt met een hogere gemiddelde temperatuur en een lagere RV dan Zuiderwijk. De hogere etmaal temperatuur komt omdat hij meer belichting had hangen dus ook een hogere etmaal nastreefde. De lagere RV komt omdat Holstein variëteiten teelt die gevoeliger zijn voor Botrytis dan de variëteiten van Zuiderwijk. Een mooie uitspraak van de tuinders is dat *"Als het ras van Holstein bij Aad Zuiderwijk zou staan dan zou er direct rotkoppen optreden"*. Beide tuinders schermen veel met een kier in de doeken en schermen weinig met 100% gesloten doeken. Holstein gebruikt vaak een kier in de doeken om zo de schermtemperatuur op te laten lopen waardoor de planten minder uitstralen naar het doek.

Tabel 2

*Overzicht klimaat, energieverbruik en sturingen van Holstein en Zuiderwijk voor de periode 1 december 2016 tot 1 december 2017.*

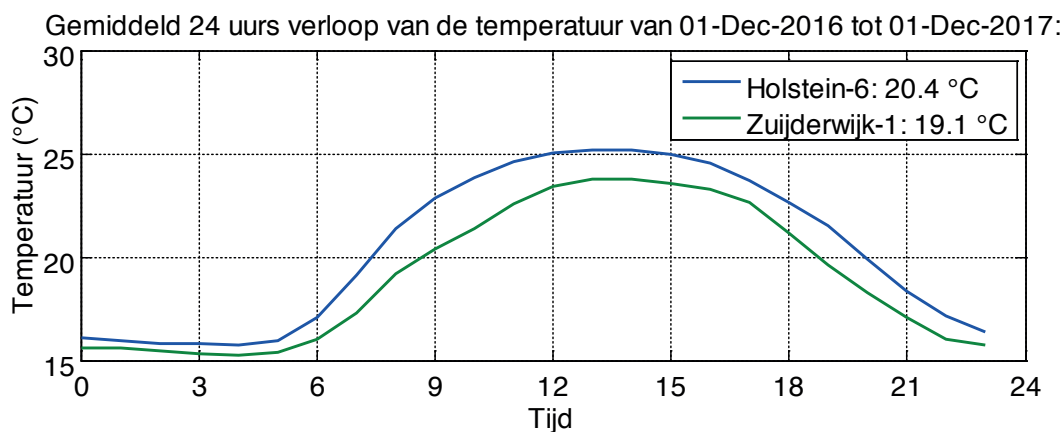
	Holstein – 6	Zuiderwijk - 1
Temperatuur (°C)	20.4	19.1
RV (%)	80.5	85.0
Energieverbruik net (m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> )	17.3	25.5
Energieverbruik slurf (m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> )	4.1	0
Energie scherm 100% gesloten (uur/dag)	0.7	0.7
Energie scherm meer dan 95% gesloten (uur/dag)	3.4	4.3
Verduistering scherm 100% gesloten (uur/dag)	1.6	2.9
Verduistering scherm meer dan 95% gesloten (uur/dag)	7.7	11.1
Inblaas ventilator meer dan 50% aan (uur/dag)	9.9	10.1
Lampen meer dan 50% aan (uur/dag)	8.7	7.5

Het totale energieverbruik voor het verwarmingsnet bij Holstein (afdeling 6) is 21.4 m<sup>3</sup> gas equivalenten/m<sup>2</sup> en bij Zuiderwijk (afdeling 1). 25.5 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>/jaar. Bij beide tuinders zitten er echter grote verschillen in energieverbruik tussen beide afdelingen. In afdeling 8 bij Holstein is het totale energieverbruik 23.9 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>/jaar. Bij Zuiderwijk was het energieverbruik van zijn afdelingen 2,3 en 4 respectievelijk. 23.3, 24.7, en 21.7 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>/jaar. Het gemiddelde energieverbruik van beide tuinders ligt dicht bij elkaar namelijk: bij Holstein is het berekende energieverbruik 22.7 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>/jaar en bij Zuiderwijk 23.8 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>/jaar. Afdeling 1 bij Zuiderwijk verbruikt 7% meer energie dan gemiddeld en afdeling 4 verbruikt 9% minder energie. In Figuur 2 staat de gemiddelde 24 uren verloop van de warmtetoevoer van de buizen voor Holstein en Zuiderwijk weergegeven. Hierin komt duidelijk naar voren dat Zuiderwijk 's nachts meer energie verbruikt dan Holstein. Dit komt waarschijnlijk omdat Zuiderwijk meer koude lucht zijn kas inblaast dan Holstein.

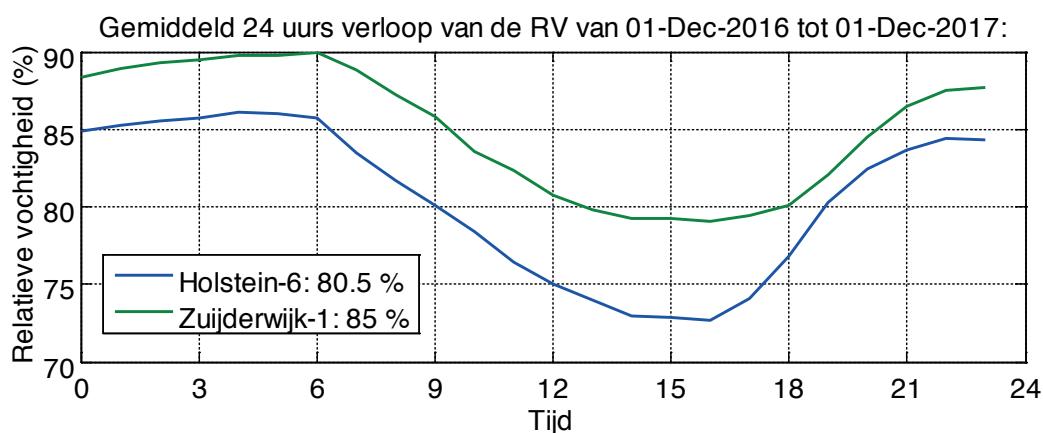


**Figuur 2** Het gemiddelde 24 uurs verloop van de warmte toevoer van de buizen voor Holstein (afdeling 6) en Zuiderwijk (afdeling 1) voor de periode 1 december 2016 tot 1 december 2017.

Figuur 3 en Figuur 4 laten zien dat bij Holstein voor zowel de nacht als dag periode de temperatuur hoger is en de RV lager dan bij Holstein.



**Figuur 3** Het gemiddelde 24 uurs verloop van de temperatuur voor Holstein en Zuiderwijk voor de periode 1 december 2016 tot 1 december 2017.



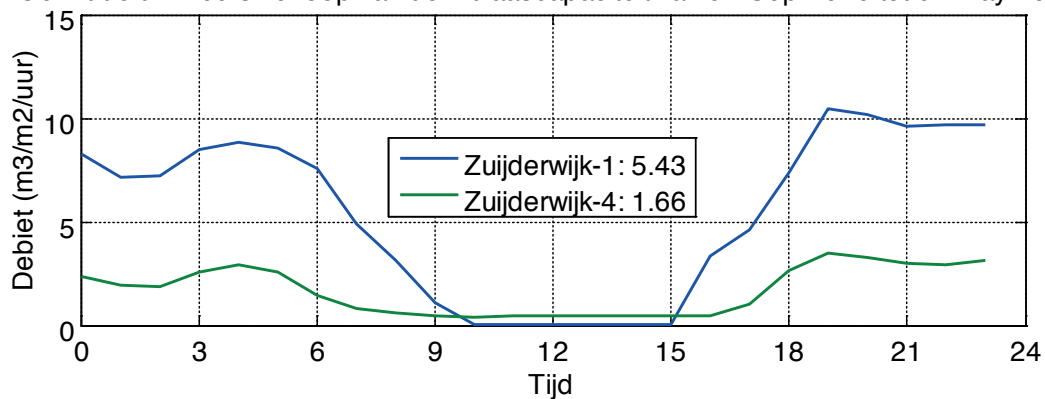
**Figuur 4** Het gemiddelde 24 uurs verloop van de RV voor Holstein en Zuiderwijk voor de periode 1 december 2016 tot 1 december 2017.

Beide telers hebben hun belichting behoorlijk verzwakt tot 180 – 200  $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ . Dit heeft als gevolg dat de planten meer kracht hebben, dat er meer en zwaardere takken geproduceerd worden en dat de overgang van zomer (veel licht) naar herfst (weinig licht) kleiner wordt omdat de belichting deze terugval in licht deels opvangt. Teler zien in het algemeen minder Botrytis gerelateerde problemen in kassen die zwaardere belichting hebben. Hoogstwaarschijnlijk komt dit door een krachtiger en weerbaarder gewas.

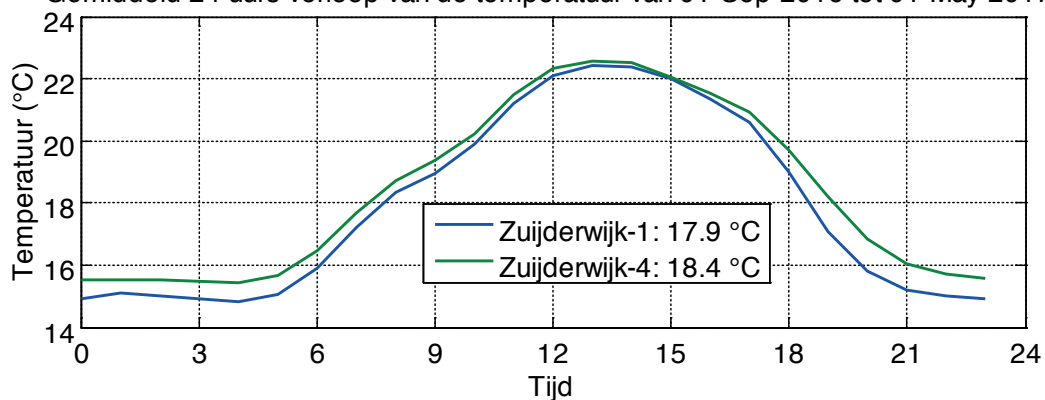
Tevens zorgt de belichting ervoor dat er geteeld wordt met een hogere etmaal temperatuur. Een verzwaring van 100  $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$  verhoogt de PAR-som op weekbasis met bijna 30 mol bij een daglengte van 11,5 uur. Volgens de FloriConsultGroup etmaal tabel mag daarbij een 1,0 tot 1,5 graad hogere etmaaltemperatuur worden aangehouden. Door het aanhouden van hogere etmaal temperaturen wordt vervolgens het ontvochtigen ook weer gemakkelijker omdat er een groter AV verschil tussen binnen en buiten de kas optreedt.

In Figuur 5 staan de verschillen weergegeven tussen de afdeling met een hoog energieverbruik (afdeling 1) en een laag energieverbruik (afdeling 4) voor Zuidwijk. Wat opvalt is dat in afdeling 1 waar veel koude en droge lucht is ingeblazen de gemiddelde temperatuur lager was en het energie verbruik gedurende de nacht zo'n 40% hoger was. Dit kan verklaard worden door het feit dat er meer koude lucht wordt inblazen en dat de RV daardoor omhoog gaat waardoor vervolgens de buis temperatuur omhoog gaat op vocht en/of temperatuur. Gebaseerd op deze resultaten heeft de tuinder besloten om met minder debiet in te blazen in de afdelingen waar hij een grotere VJ capaciteit heeft.

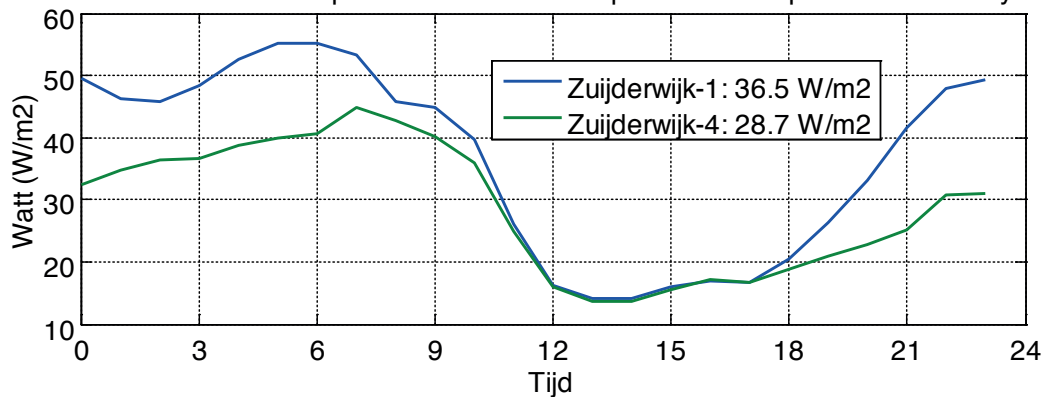
Gemiddeld 24 uurs verloop van de inblaascapaciteit van 01-Sep-2016 tot 01-May-2017:



Gemiddeld 24 uurs verloop van de temperatuur van 01-Sep-2016 tot 01-May-2017:



Gemiddeld 24 uurs verloop van de buiswarmte input van 01-Sep-2016 tot 01-May-2017:



**Figuur 5** De gerealiseerde inblaascapaciteit (boven), gemiddelde temperatuur (midden) en toevoer van de buiswarmte (onder) voor afdeling 1 (grote VJ capaciteit) en afdeling 4 (kleine VJ capaciteit) bij Zuidderwijk. De waarden zijn cyclische gemiddelde voor de periode 1 september 2016 en 1 mei 2017.



## 2.4 Klimaatsturing Zuiderwijk voor verschillende afdelingen

Zuiderwijk moet voor iedere afdeling zijn setpoints anders instellen omdat hij verschillende VJ systemen heeft in zijn afdelingen. Door deze verschillende VJ en setpoints realiseert hij voor iedere afdeling een ander klimaat. De eerste prioriteit voor Zuiderwijk afgelopen jaar was daarom om eerst een gelijkmatig klimaat te genereren tussen de afdelingen om vervolgens zich verder te focussen op energiebesparing. Zuiderwijk heeft 4 afdelingen in zijn kas met verschillende generaties van het ventilation jet (VJ) systeem met verschillende capaciteiten (zie Tabel 1 en Figuur 6). Tevens heeft hij 2 groepen buisrail verwarming verdeeld over zijn 4 afdelingen. Afdeling 1 en 2 hebben dezelfde buisrail en afdeling 3 en 4 hebben dezelfde buisrail. In onderstaande Tabel staan de verschillen samengevat van de 4 afdelingen

Tabel 3

*Overzicht van de verschillen tussen de afdelingen bij Zuiderwijk. \*In afdeling 3 hangt hetzelfde VJ systeem als in afdeling 1 maar de ventilatoren mogen in afdeling 3 maar maximaal op 75% draaien door het beperkte geïnstalleerde vermogen in afdeling 3.*

Afdeling	Type VJ systeem	Max. capaciteit VJ	Verwarmingsnet buisrail	VJ mag aan als?
1	3e Generatie	14	1	Altijd
2	1 <sup>e</sup> Generatie	3	1	Afhankelijk van doekstanden
3	3 <sup>e</sup> Generatie	10.5*	2	Altijd
4	2 <sup>e</sup> Generatie	8	2	Afhankelijk van doekstanden



**Figuur 6** Van links naar rechts, de 1e, 2e en 3e generatie VJ.

Doordat de doeken bij de 1<sup>e</sup> en 2<sup>e</sup> generatie VJ voor in inblaasopening kunnen zitten mag de VJ alleen aan als:

- Beide doeken meer dan 98% dicht zijn.
- Het verduisteringsdoek meer dan 98% dicht zit en het energiedoek helemaal open is.

Het is dus niet mogelijk om in deze afdelingen tegelijk te kieren (<99%) en de ventilation jets te gebruiken. Dit zorgt voor een belemmering voor het instellen van de setpoints voor scherm en VJ sturing.

In een analyse rapport (*AnalyseProblemenSturingZuiderwijk171219.pdf*) is gekeken wat eventuele gedeeltelijke oplossingen voor zijn probleem kunnen zijn. De belangrijkste conclusies waren:

Door de verschillende kasconfiguraties moeten de setpoints van iedere afdeling ook anders ingesteld worden. Zolang de verschillen in de technische systemen blijven bestaan (zowel capaciteit als flexibiliteit van schermsturing) zal er voor iedere afdeling andere setpoints gekozen moeten worden. Dit zal echter hoe dan ook blijven zorgen voor verschillende klimaten omdat (1) de inblaas capaciteit van de VJ tussen de afdelingen sterk varieert (3 tot 14 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>/uur), er in sommige afdelingen niet gekierd mag worden en omdat de verwarmingsnetten gekoppeld zitten. Wel is er al een verbeter slag gemaakt doordat Zuiderwijk met een Hoogendoorn expert naar de instellingen heeft gekeken.



Ombouwen van de afdelingen zodat iedere afdeling dezelfde VJ capaciteit en brievenbus systeem heeft en ook zijn eigen verwarmingsnet. Dit is echter een kostbare oplossing en voor de korte termijn onhaalbaar. Aangezien een hogere gerealiseerde inblaas capaciteit leidt tot een hoger energieverbruik is het aan te raden om de VJ niet op volle toeren te laten draaien. Dit is wel gebeurd om zo snel mogelijk terug te kunnen koelen in de donkerperiode. Een gedeeltelijke oplossing van het probleem zou kunnen zijn om de VJ maximaal op 8 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>/uur (i.p.v. 14 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>/uur) te laten draaien. Door dit te doen wordt de maximale inblaas capaciteit van afdeling 1, 3 en 4 gelijkgesteld.

### 3 Invloed verdamping uit de bodem op energieverbruik

Bij Zuijderwijk is de verdamping uit de bodem gemeten in November 2016 omdat het vermoeden bestond dat de verschillen in energieverbruik tussen de afdelingen verklaard konden worden door meer verdamping uit de bodem. In het meetrapport *AnalyseVerdampingsMetingZuijderwijk.pdf* staat de aanpak en conclusies van dit onderzoek beschreven. De belangrijkste conclusies van dit onderzoek zijn:

- De verdamping uit de bodem verklaart niet het energie verschil tussen beide afdelingen (verklarende factor door verdamping uit bodem was  $0.023 \text{ m}^3 \text{ gas/m}^2/\text{week}$ ).
- De totale verdamping uit de bodem is behoorlijk fors en beïnvloed het energie verbruik van de kas behoorlijk (equivalent aan  $0.21 \text{ m}^3 \text{ gas/m}^2/\text{week}$  als de verdamping uit de bodem voor 100% gecompenseerd wordt door de verwarming). Op dit punt is meer onderzoek gewenst om zo verdamping uit de bodem tegen te gaan. Dit kan namelijk een energie besparing opleveren.



## 4 Rotkoppen en plant sap analyses

Holstein en Zijderwijk hebben technische systemen waardoor ze de plant goed in balans kunnen houden. Beide telers passen de principes van HNT toe. Er wordt veel geschermd waardoor de uitstraling van het gewas minder wordt en de verdamping wordt gemonitord om de gewasactiviteit op niveau te houden. Deze maatregelen hebben geleid tot minder rotkoppen. Echter, de mechanismen van het ontstaan van Botrytis/rotkoppen zijn nog niet bekend. Omdat bij kleinere vocht deficieten de kans op natslag wordt vergroot en daarmee waarschijnlijk ook de kans op Botrytis/rotkoppen, zijn telers terughoudend om het dynamische verloop van het vocht deficit over de dag nog verder te verhogen. Mochten de mechanisme achter het ontstaan van Botrytis/rotkoppen wel bekend zijn, dan zou een teler afhankelijk van de plant balans, verdamping en de kans op Botrytis/rotkoppen met lagere vocht deficieten kunnen telen. Deze lagere vocht deficieten zouden vervolgens tot een energiebesparing kunnen leiden. Om meer inzicht te krijgen in het ontstaan van rotkoppen is in het monitoring onderzoek daarom een verkennende studie uitgevoerd om te kijken of er een verschil in nutriëntensamenstelling is in gewasmonsters (blad en bloem) met of zonder koprot.

Bij aantasting door Botrytis is er een sterke relatie met de condities van de waardplant. Een sterke plant zonder een wondvlak wordt niet geïnfecteerd, alleen bij zeer hoge relatieve luchtvochtigheden gedurende een periode van meer dan 4-5 uur en in aanwezigheid van voldoende voedingsstoffen. Bloemen zijn doorgaans gevoeliger dan bladeren en kunnen ook zonder verwond weefsel aangetast worden. De samenstelling van de nutriënten is van invloed op de ontwikkeling van Botrytis. Uit eerder onderzoek uit het Gerbera Parapluplan kwam het advies naar voren om te minderen met nitraat en te zorgen voor voldoende chloor en sulfaat (Kerklaan, Dings & Genuchten (2010)) Gewasbescherming, 41 (5), p.210-213). <http://www.knpv.org/db/upload/documents/Gewasbescherming/2010gb41nr5.pdf>. De vraag is nu in hoeverre plantsapanalyses een bijdrage kunnen leveren aan het onderscheiden van planten of bloemen die gevoeliger zijn voor koprot infectie? Het doel van de studie is dus het verkennen of er een verschil in nutriëntensamenstelling is in gewasmonsters (blad en bloem) met of zonder koprot.

Bij een viertal bedrijven zijn in de perioden aan het einde van het lichtseizoen (eind februari) en in april plantmateriaal verzameld van het ras Rapido en opgestuurd voor analyse. Dit ras is gevoelig gebleken voor koprot en wordt op meerdere bedrijven geteeld, zodat er een betere vergelijking mogelijk is. Zowel van de bloem als van het bladmateriaal (jong en oud) werd materiaal verzameld.

De belangrijkste conclusies uit de verkennende studie zijn:

- Plantsapanalyses tussen bedrijf met veel uitval in de teelt (329) en het bedrijf met de minste uitval (813) zijn verschillend zowel bij jong als oud blad (gemiddelde van 2 meetrondes): suiker, pH, Mg, Na, Cl, Si, B, Mo.
- Bloemen met zichtbare infectie tonen net als jonge en oude bladmonsters verhoogde suiker en pH waardes t.o.v. gezonde bloemen.
- Seizoensafhankelijke indicator (geen verschil in meetronde februari en april): Chloor.
- Nabespreking met FloriConsultGroup: Er wordt niet bewust voor een andere voedingsstrategie gekozen, maar wel verschilt het belichtingsniveau sterk per bedrijf. Een lager lichtniveau hangt samen met hogere gevoeligheid voor Botrytis.

Deze resultaten moeten echter wel in de juiste context geplaatst worden omdat:

- In deze studie een statistisch verband is aangetoond tussen de plantsap samenstelling en de kans op rotkoppen. Echter, het is onbekend of het verband tussen de plant sap samenstelling en rotkoppen ook een causaal verband is. Het zou namelijk goed kunnen zijn dat er andere factoren zoals belichting, kas/substraat klimaat, irrigatie strategie, nutriënten recept, lokale klimaat verschillen in de kas, uitstraling, etc. de rotkoppen (deels) veroorzaakt kunnen hebben.
- Het onbekend is of een bepaalde plantsap samenstelling rotkoppen oplevert of dat de plant sap samenstelling verandert doordat de plant een infectie van rotkop heeft.
- Er slechts op 2 momenten bij de bedrijven gemeten was.

Door het uitvoeren van de verkennende studie en de discussies met de tuinders zijn de volgende leerpunten naar boven gekomen voor wat betreft de relatie tussen rotkoppen en overige factoren:

- Plantsapanalyse zou een methode kunnen zijn om als indicator te kunnen dienen om rotkoppen in een vroeg stadium op te sporen. Om dit te bevestigen moet er op meerdere momenten en bij meerdere tuinders gemeten worden.
- Er veel andere factoren zijn die een invloed hebben op rotkoppen, zie de tekst hieronder.

Mocht verder onderzoek naar rotkoppen in de praktijk gedaan worden dan is het belangrijk dat alle variabelen die een invloed kunnen hebben op rotkoppen ook gemonitord worden. Met de volgende zaken moet rekening worden gehouden tijdens zo'n onderzoek:

- Gevoeligheid voor rotkoppen is erg ras afhankelijk.
- Rotkoppen treden soms op voor het eerst op in de uitbloei fase.
- Rotkoppen kunnen lokaal in afdelingen optreden. Het is dus noodzakelijk om het klimaat in een afdeling om meerdere locaties te meten en om tellingen bij te houden waar en wanneer de rotkoppen in de afdeling tot uiting komen. Tevens moeten ook tellingen gedaan worden in de uitbloeifase.
- Er moet vrij frequent gemeten worden voor wat betreft de tellingen van rotkoppen en plantsapanalyses.
- De volgende zaken moeten hoog frequent geregistreerd worden: Kas-en substraat klimaat, plant-en bloemtemperatuur, uitstraling, klimaat sturingen, belichtingsniveau , fertigatie strategie, en water opname en drain.

Aangezien bovenstaand onderzoek vrij complex en tijdrovend is, is het waarschijnlijk beter om in een kasexperiment te proberen om rotkoppen op te wekken. Aangezien dit nog niet eenduidig gelukt is, zou dit voor een doorbraak kunnen zorgen. De opgedane kennis kan dan in de praktijk worden toegepast waardoor telers eventueel met - afhankelijk van de plant balans - lagere dynamische vocht deficieten kunnen gaan telen waardoor er energie bespaard kan worden. De telers hebben de technische hulpmiddelen om de plant balans, verdamping en kans op natslag goed te kunnen sturen maar willen nu graag weten tot hoever ze kunnen gaan op verschillende momenten van de dag zonder dat er Botrytis/rotkoppen optreedt.

# 5 Onderzoek gewas, bloem en scherm temperatuur

## 5.1 Aanpak van het onderzoek en achtergrond

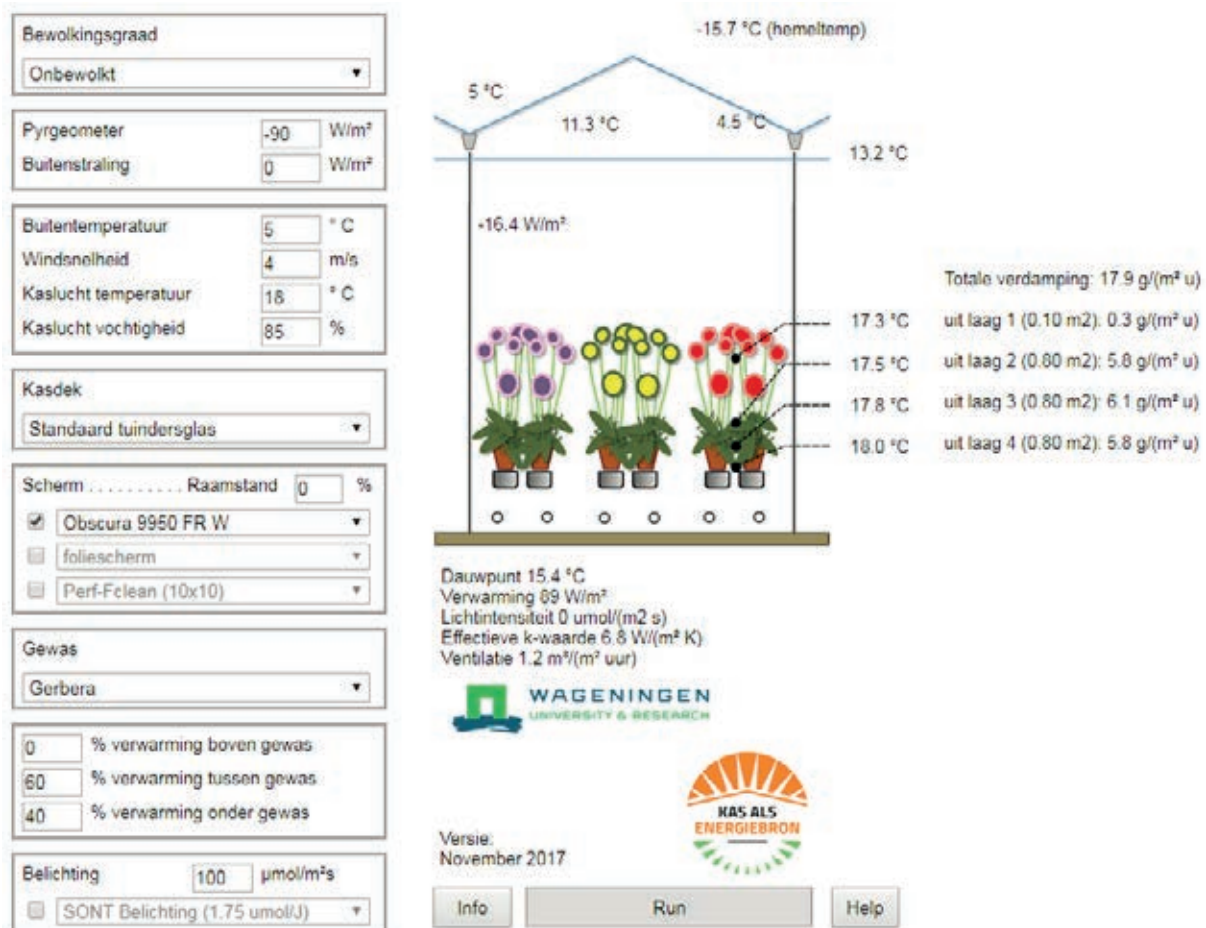
In het teeltseizoen 2015/2016 was de aandacht in het gerbera onderzoek gericht op de netto uitstraling van het gewas naar het scherm en/of kasdek. De gedachte was dat een plant die meer uitstraalt een lagere temperatuur heeft ten op zichte van zijn omgeving en dus meer kans op natslag. Dit geeft echter nog geen absolute waarde van de planttemperatuur. In discussies kwam naar voren dat tuinders ook graag willen weten wat de absolute plant en bloemtemperatuur om zo kunnen te kijken of zij onder dauwpunt komen.

Daarom is het doel van dit onderzoek het bepalen in de donkerperiode:

- Van het verschil tussen bloem- en gewastemperatuur.
- Of de bloem en/of plant onder dauwpunt temperatuur komt waardoor er eventueel natslag op zou kunnen treden.

Allereerst wordt een korte samenvatting gegeven van de belangrijkste processen en metingen die gebruikt worden in de praktijk voor wat betreft gewas temperatuur en uitstraling. Een handig hulpmiddel om deze processen te begrijpen is de uitstralingsmonitor: [http://www.glastuinbouwmodellen.wur.nl/radiationmonitor/?user=KaE\\_NLC](http://www.glastuinbouwmodellen.wur.nl/radiationmonitor/?user=KaE_NLC)). In onderstaande uitleg wordt daarom ook met letters verwezen naar de uitstralingsmonitor, zie Figuur 7. De volgende metingen zijn erg belangrijk als het gaat om de gewas temperatuur en uitstraling:

- De uitstraling van de kas naar de hemel. Bij een heldere nacht kan de kas door langgolvlige straling tot wel  $120 \text{ W/m}^2$  aan energie verliezen naar de hemel door langgolvlige straling. De pyrgeometer, die buiten de kas geplaatst is geeft een indicatie van die uitstraling. In het plaatje van de uitstralingsmonitor kan de waarde teruggevonden bij A. Een hoge uitstraling heeft tot gevolg dat de kas meer afkoelt en dat het boven het scherm en de schermen kouder worden.
- Schermtemperatuur. De schermtemperatuur wordt grotendeels bepaald door de uitstraling naar het kasdek (B) (of het scherm dat er boven ligt, in het geval van 2 schermen) en door de temperatuur boven (C) en onder het scherm (D). De schermtemperatuur wordt in de praktijk niet gemeten. In dit onderzoek wel en tevens zijn de schermtemperaturen berekend in de uitstralingsmonitor (E).
- De gewas- en bloemtemperatuur. Met een infrarood planttemperatuursensor kan de gemiddelde temperatuur van het gewas bepaald worden en met een warmtebeeld camera kunnen voor afzonderlijke plantonderdelen de temperaturen bepaald worden. De uitstralingsmonitor berekent voor verschillende gewasonderdelen de temperaturen zoals aangegeven staat in F. De temperatuur van het gewas en bloem hangt af van de convectieve warmteoverdracht met zijn omgeving, langgolvlige stralingsuitwisseling en de verdamping van het gewas.
- De langgolvlige stralingsuitwisseling van het gewas kan ingeschat worden door een nettostralings meter. Deze meter moet boven het gewas geplaatst worden zodat de onderkant van de sensor naar het gewas kijkt en de bovenkant naar het kasdek/scherm. Deze meetwaarde van de netto-stralingsmeter is ook berekend in de uitstralingsmonitor, zie G.



**Figuur 7** De volgende metingen in bovenstaand plaatje zijn erg belangrijk voor een goed begrip: A de pyrgometer, B de kasdektemperatuur, C de temperatuur boven het scherm, D de kaslucht temperatuur, E de scherm- temperatuur en F de bloem- en gewastemperatuur en G de nettouitstralingswaarde. Door de invoervelden links aan te passen wordt de nieuwe situatie berekend.

In het voorjaar van 2017 zijn bij zowel Zuiderwijk als bij Holstein de volgende zaken gemeten:

- De gewas- en bloemtemperatuur met een warmtebeeld camera. De Thermoview 48 die ontwikkeld is door Sensor BV in samenwerking met LetsGrow is gebruikt in dit onderzoek.
- De gewastemperatuur met een infrarood plant temperatuur sensor.
- Netto uitstralingsmeter van het type Kipp en Zonen NR Lite 2 (alleen bij Holstein).
- Schermtemperaturen door middel van kleine PT100 sensoren die geplaatst zijn in de doeken en aangesloten zijn op de draadloze sensoren van AgriSensys.
- Temperaturen en RV rondom het gewas en bloem door middel van draadloze geventileerde meetboxen van Agrisensys.

In Figuur 8 staat de meetapparatuur weergegeven die gebruikt is in het onderzoek.





**Figuur 8** De warmtebeeldcamera, de infrarood plant temperatuur sensor en de draadloze temperatuur en RV sensor (links), de netto uitstralingsmeter (midden) en de sensoren om de doek temperaturen te meten (rechts).

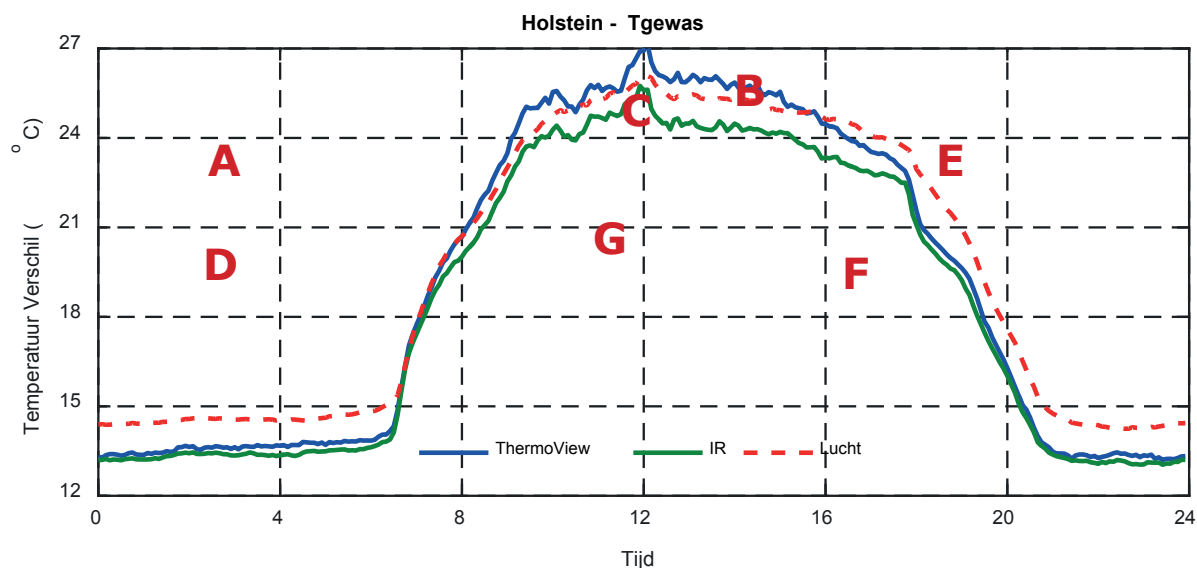
Met een warmtebeeldcamera kunnen de verschillen tussen plant- en luchttemperatuur inzichtelijk gemaakt worden wat waardevolle informatie is voor een tuinder. Zo kan men met behulp van een warmtebeeldcamera meten of de plant kans heeft om nat te slaan en of de plant overdag verdampingsstress ondervindt (als de plant temperatuur veel hoger is dan de luchttemperatuur). Het grote voordeel van een warmtebeeldcamera ten opzichte van een infrarood plant temperatuur sensor is dat de warmtebeeldcamera de temperatuur van afzonderlijke plantonderdelen kan meten. Voor de experimenten hebben we gekozen voor de Thermoview 48 die ontwikkeld is door Sensor BV in samenwerking met LetsGrow. Het voordeel van deze camera is dat de dataontsluiting via LetsGrow gaat. De telers kunnen online meekijken naar de plant temperatuur metingen. In LetsGrow wordt iedere 5 minuten de temperatuurmeting en iedere uur een plaatje getoond.

## 5.2 Toepassing warmtebeeldcamera in de praktijk

Aangezien de Thermoview 48 camera een meetnauwkeurigheid heeft van  $\pm 2^{\circ}\text{C}$ , hebben we in de experimenten een referentiemeting toegevoegd. In het beeld van de camera hebben we een object geplaatst waarvan met een externe temperatuurmeting de referentietemperatuur wordt bepaald. De temperatuur van dit object wordt ook gemeten door de Thermoviewcamera. Het verschil tussen beide metingen wordt gebruikt om de camera-waarden te corrigeren.

Het corrigeren van de metingen van de warmtebeeldcamera werkte erg goed en was noodzakelijk. Bij Holstein mat de warmtebeeldcamera een temperatuur die gemiddeld  $1^{\circ}\text{C}$  te laag was en bij Zuiderwijk  $1,5^{\circ}\text{C}$  te laag.

Gedurende de nacht kwamen de gecorrigeerde temperaturen van de warmtebeeldcamera sterk overeen met de temperaturen bepaald door de infrarode planttemperatuur meting (zie Figuur 9). Overdag kwamen deze metingen niet goed overeen. Het wordt nog onderzocht waar dat door komt. Aangezien we in dit onderzoek ons richten op de nachtmetingen kunnen we er dus vanuit gaan dat de plant temperatuur gedurende de nacht goed gemeten was.



**Figuur 9** De blauw lijn geeft de gecorrigeerde gewastemperatuur aan die bepaald is met de warmtebeeldcamera en de groene lijn geeft de plant temperatuur die bepaald is met de infrarood planttemperatuur meting. De rode lijn geeft de luchttemperatuur aan.

De gecorrigeerde metingen komen echter (nog) niet in Letsgrow terecht. Een teler dient dus altijd rekening te houden met de afwijking van de camera bij het analyseren van zijn metingen.

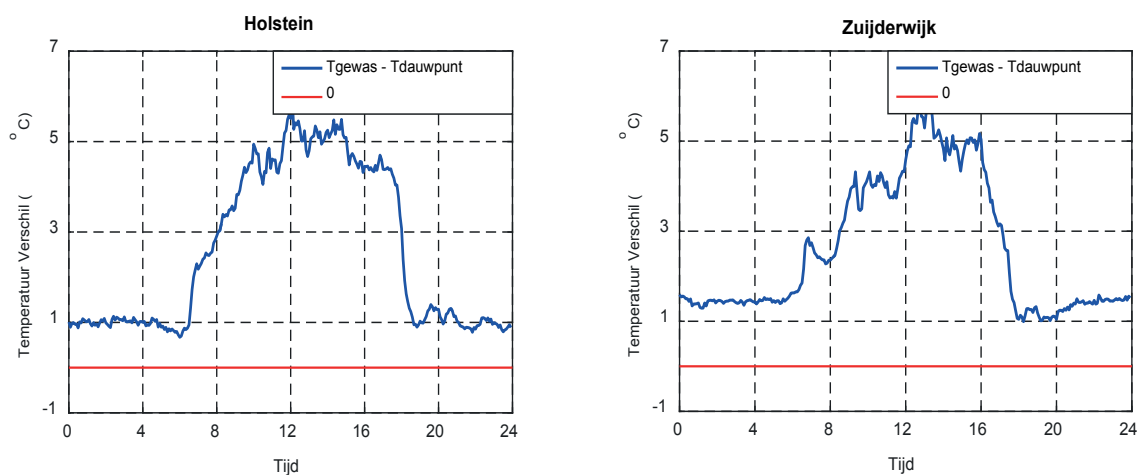
De gevoeligheid van de pixels in het warmtebeeld is  $0.1^{\circ}\text{C}$  waardoor temperatuurverschillen van objecten in het beeld nauwkeurig bepaald kunnen worden. Hierdoor konden we het temperatuurverschil tussen de bloemen en bladeren goed onderscheiden. De temperaturen van de afzonderlijke onderdelen van de plant kunnen gevolgd worden door in de software punten en vierkanten aan specifieke plantonderdelen te koppelen. In de praktijk werkt dit echter niet altijd even goed doordat sommige plantonderdelen (zoals bijvoorbeeld bloemen en koppen van planten) bewegen waardoor de punten en boxen niet meer gekoppeld zijn aan de specifieke plant-onderdelen. Sinds kort is het mogelijk gemaakt om ook achteraf de beelden te analyseren zodat men in staat is om de temperatuur van ieder specifiek object achteraf te kunnen bepalen. Mocht men in de toekomst de plantonderdelen automatisch willen volgen dan zou dit met beeldverwerking goed mogelijk zijn.

Samenvattend kan gesteld worden dat de warmtebeeldcamera een goed hulpmiddel is om de temperaturen van verschillende plant onderdelen te bepalen. Dit geeft meer informatie over de plantstatus ten opzichte van de huidige klimaatregistratie waar alleen temperatuur en RV van de kaslucht wordt gemeten. Er moet echter wel rekening gehouden worden met een temperatuuroffset van de camera en afhankelijk hiervan moet eventueel gecorrigeerd worden. Tevens moet er rekening worden gehouden met de beweging van plantonderdelen. Als dit het geval is, dan moet men achteraf handmatig de temperaturen van de specifieke onderdelen bepalen.

## 5.3 Kaslucht, gewas en bloemtemperatuur

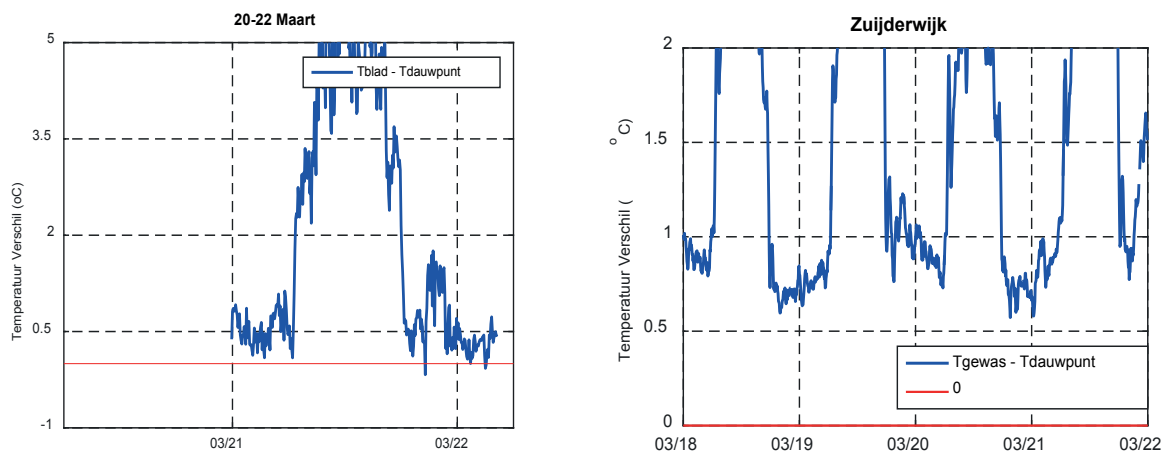
Aangezien het lastig was om de bloemen van de gerbera te volgen met de warmtebeeld camera is eerst de gewastemperatuur voor een langere periode bepaald. Vervolgens is voor enkele nachten de verschillen tussen bloem en gewas temperatuur bepaald.

Allereerst is voor de periode de 1 maart t/m 22 maart bepaald hoever de gewastemperatuur van het dauwpunt afzit. In Figuur 10 is te zien dat gedurende de nacht voor zowel Holstein als Zuiderwijk de gewastemperatuur gemiddeld ruim boven dauwpunt ligt, namelijk  $1^{\circ}\text{C}$  voor Holstein en meer dan  $1^{\circ}\text{C}$  bij Zuiderwijk. Beide tuinders gebruikten twee schermen, waarin vaak een kier werd getrokken.



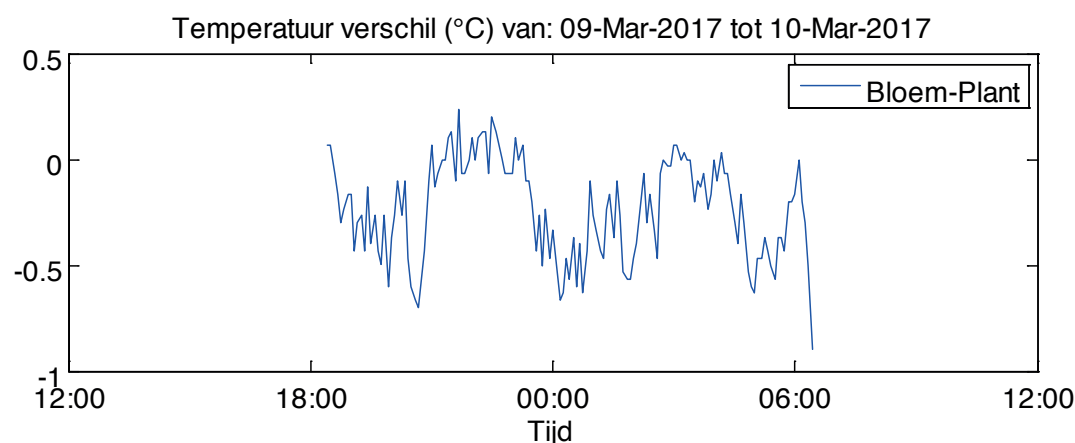
**Figuur 10** Het gemiddelde verschil tussen de gewastemperatuur en dauwpunt voor Holstein (links) en Zuidderwijk (rechts) voor de periode 1 maart t/m 22 maart 2017.

In Figuur 11 is het verschil tussen het gewas en het dauwpunt bepaald voor de dagen dat de gewastemperatuur het dichtst bij dauwpunt lag. Bij Holstein raakt de gewas temperatuur in één nacht enkele momenten de dauwpunttemperatuur, wat natslag zou kunnen betekenen. Dit werd deze nacht veroorzaakt omdat de RV hoger opliep dan normaal. Bij Zuidderwijk ligt de gewastemperatuur op de kritische dagen ruim boven de dauwpunt.

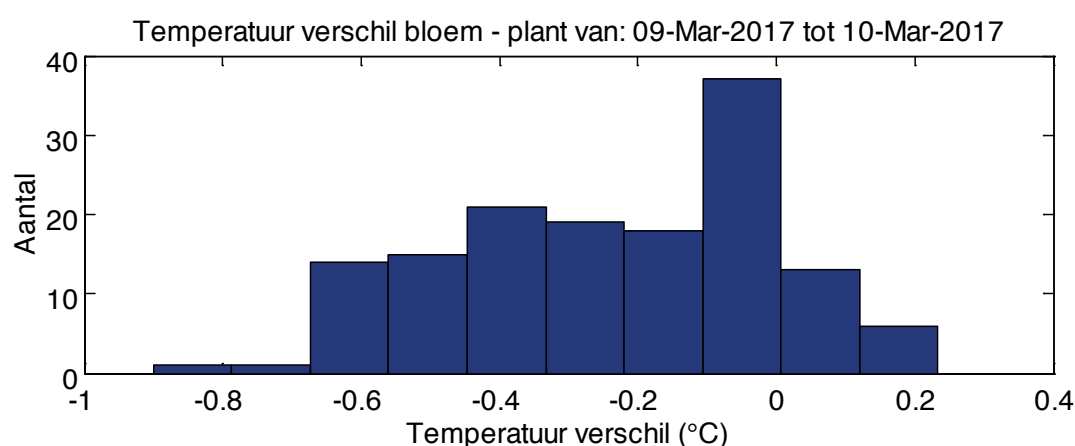


**Figuur 11** Het verschil tussen de gewastemperatuur en dauwpunt voor Holstein (links) en Zuidderwijk (rechts) voor de nachten dat de gewastemperatuur het dichtst bij dauwpunt lag.

Vervolgens is voor enkele koude nachten het verschil tussen de blad- en bloemtemperatuur bepaald. Bij Holstein is gekeken naar de nachten van 2-3 maart, 9-10 maart en 13-15 maart. Voor de nacht 9-10 maart (minimum buiten temperatuur was 3°C) is het verschil tussen de bloemtemperatuur en luchttemperatuur bepaald. In Figuur 12 en Figuur 13 is te zien dat de bloem maximaal 0.6°C kouder werd dan het gewas. Voor warmere nachten zoals 28-29 maart was de bloemtemperatuur echter 0.0 tot 0.3°C warmer dan de luchttemperatuur.



**Figuur 12** Het verschil tussen de bloemtemperatuur en de gewastemperatuur. De bloemtemperatuur lag bijna de hele nacht onder de gewastemperatuur.



**Figuur 13** Het aantal keren gedurende de nacht dat een bepaald temperatuurverschil tussen bloem en gewas optrad. De Bloem werd dus maximaal 0.6°C kouder dan de planttemperatuur.

Voor Zuiderwijk werd dezelfde analyse uitgevoerd, gebaseerd op verschillende koude nachten (12-14 maart en 21 tot 22 maart) kwam naar voren dat de bloem 0.2°C kouder tot 0.2°C warmer was dan de gewastemperatuur.

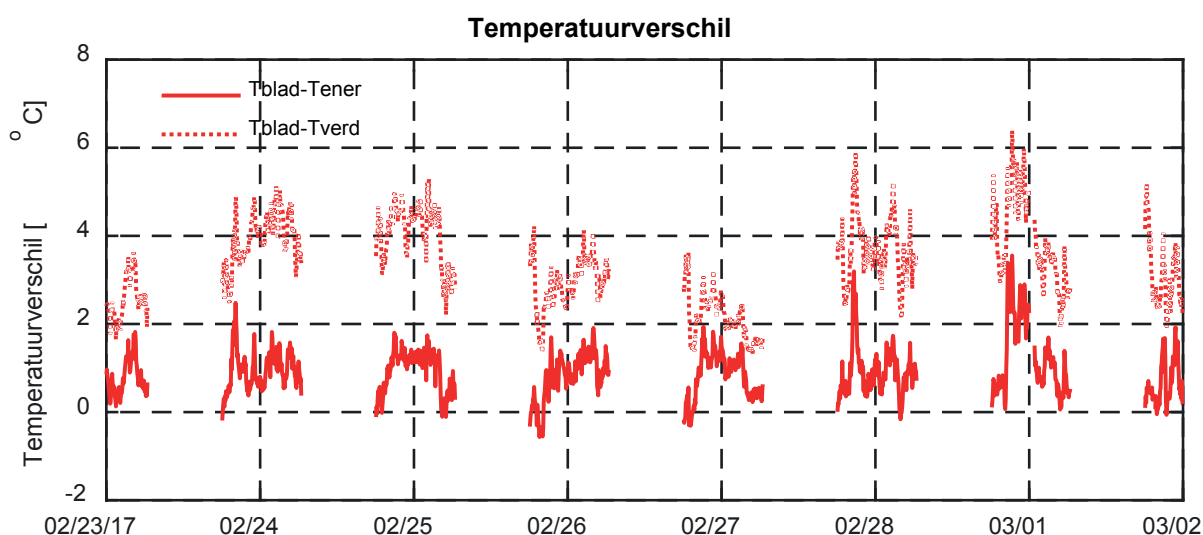
Op grond van het volgen van enkele bloemen op 1 plek in de kas kunnen de volgende conclusies getrokken worden:

- Gedurende de nacht was de gewastemperatuur gemiddeld 1°C boven dauwpunt bij Holstein en 1.5°C bij Zuiderwijk. Op één kritische nacht raakte de gewastemperatuur de dauwpunt-temperatuur bij Holstein. Dit was achter een uitzondering omdat in die nacht de RV opliep tot boven de gewenste, en normaal ook gerealiseerde waarde.
- De bloemtemperatuur lag bij koude nachten maximaal 0.6°C graden onder de gewastemperatuur en was bij Holstein dus over het algemeen nog steeds boven dauwpunttemperatuur. Bij Zuiderwijk was de bloem 0.2°C kouder tot 0.2°C warmer dan de gewastemperatuur.
- Bij beide tuinders lag de gewas- en bloemtemperatuur zelden onder het dauwpunt.

- Bij Zuidderwijk lag de gewas- en planttemperatuur dicht bij de luchttemperatuur dan bij Holstein. Dit verschil tussen Holstein en Zuidderwijk zou eventueel verklaard kunnen worden door de grotere luchtbeweging bij Zuidderwijk. De grotere luchtbeweging zou ervoor kunnen zorgen dat de bloem en gewas temperatuur dicht bij de luchttemperatuur ligt door een grotere convectieve warmteoverdracht. Dit vermoeden is echter niet onderzocht in dit onderzoek. Ook bestond het vermoeden dat een hogere nok temperatuur bij Zuidderwijk zou kunnen leiden tot minder uitstraling naar het onderste doek bij Zuidderwijk. Dit is echter niet bevestigd in de data. Gedurende de geanalyseerde nachten was het temperatuurverschil tussen de nok en de bloem bij beide tuinen ongeveer gelijk.

## 5.4 Relatie tussen planttemperatuur, doektemperatuur en uitstraling.

In Figuur 14 is het verschil tussen de gewastemperatuur en de temperatuur van de schermen bij Holstein weergegeven. De doorgetrokken rode lijn zien dat voor de periode 23 februari – 2 maart de gewastemperatuur gedurende de nacht meestal zo'n 0.5 – 2.0°C hoger is dan het energiescherm (onderste doek). De gestippelde rode lijn geeft het temperatuur verschil weer tussen het gewas en het bovenste verduisteringsdoek. Meestal is de gewastemperatuur zo'n 3 tot 5°C warmer dan het verduisteringsscherm. Deze relatief kleine verschillen komt doordat er gekierd is met de doeken.

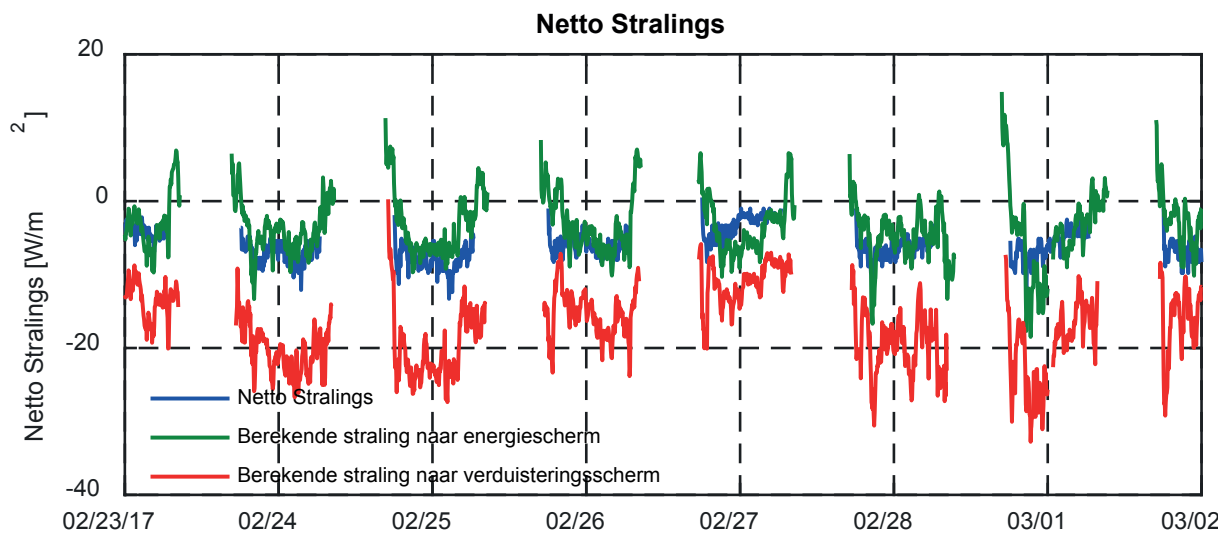


**Figuur 14** Temperatuurverschil tussen het gewas en de doeken (onderste energiedoek is doorgetrokken rode lijn en bovenste verduisteringsdoek is rode gestippelde lijn) voor de periode 23 februari - 2 maart voor Holstein.

Vervolgens kwam de vraag of het onderste doek transparant was voor langgolvlige straling. Aangezien doeken meestal nat zijn omdat ze onder dauwpunt liggen is dat niet te verwachten (natte doek hebben een emissie coëfficiënt van 1 voor langgolvlige straling). Met behulp van de gemeten netto straling en door gebruik te maken van de wet van Stefan Boltzmann kon bepaald worden waar de planten naar toe straalden. In Figuur 15 is weergegeven wat de berekende langgolvlige straling van de plant naar boven zou zijn als hij uitstraalt naar:

- Het onderste energie scherm (groene lijn).
- Het bovenste verduisteringsscherm (rode lijn).

Aangezien de berekende waarde bij uitstraling naar het onderste doek gelijk is aan de gemeten uitstraling kunnen we vaststellen dat het gewas inderdaad uitstraalt naar het onderste doek en dat die dus niet transparant is voor langgolvlige straling. Tevens laat deze analyse zien dat de gewastemperaturen, schermtemperaturen en netto uitstraling goed gemeten zijn en dat ze goed overeenkomen met de theorie.



**Figuur 15** Berekende langgolvlige uitstraling van het gewas als het zou uitstralen naar (1) het onderste energiescherm (groene lijn) of (2) het bovenste verduisteringsscherm (rode lijn). De blauwe lijn laat de gemeten netto-uitstraling zien voor de periode 23 februari - 2 maart voor Holstein. Het gewas straalt dus naar het onderste doek uit.

## 6 Invloed hoogte beweegbare buis op bloemtemperatuur

Gebaseerd op bovenstaande resultaten kwam de vraag of een hijsverwarming invloed zou kunnen hebben op het beïnvloeden van de bloemtemperatuur. Door de buis dicht bij de bloem te brengen zou het verschil tussen bloem- en luchttemperatuur af kunnen nemen wat het risico voor natslag zou kunnen verminderen. Aangezien Holstein en Zuiderwijk geen hijsverwarming hebben is besloten om een avond experiment uit te voeren bij kwekerij Corona om het verschil tussen bloem- en luchttemperatuur te bepalen.



**Figuur 16** De meetopstelling om de invloed van de hijsverwarming op bloemtemperatuur te bepalen.

De volgende condities waren gerealiseerd tijdens het experiment:

- Buitentemperatuur varieerde van 9.6 - 10.3°C, windstil, gedeeltelijk tot compleet bewolkt.
- Verduisteringsdoek 100% dicht.
- Buistemperaturen moeten gelijk blijven:
  - Groeibuis op 45°C.
  - Onderbuis: uit.
- De kasluchttemperatuur was 17.4-17.6°C.
- De RV was 91%.
- Schermtemperatuur varieerde van 13.7 – 14.5°C.

In Tabel 4 is het gerealiseerde klimaat voor verschillende hoogtes van de hijsverwarming samengevat. Het verschil tussen lucht- en bloemtemperatuur is voor alle hoogtes nagenoeg hetzelfde (de bloemtemperatuur is tussen 0.7°C en 0.8°C kouder dan de luchttemperatuur).



Tabel 4

*Invloed van de hoogte van de hijsverwarming op bloemtemperatuur bij Corona voor de avond van 30 oktober 2017.*

Start	Eind	Experi- ment	Bloem- tempera- tuur (°C)	Lucht temperatuur				
				Groeipunt (°C)	Bloem hoogte (°C)	1 meter boven bloem (°C)	Meetbox tuinder (°C)	Verschil lucht – bloem (°C)
20:15	20:40	Buis 1m boven bloem	16.3	17.3	17.0	16.8	17.5	0.7
20:44	21:08	Buis 15cm onder bloem	16.2	17.2	17.0	16.8	17.4	0.8
21:10	21:41	Buis op groeipunt hoogte	16.2	17.1	17.0	16.8	17.4	0.8

Het geringe effect van de groeibuis komt doordat de warmte-input van de buis gering is omdat de buitenomstandigheden tamelijk zacht waren (10°C buiten temperatuur en gedeeltelijk tot compleet bewolkt) en door het aantal buizen (5 per 8 meter kapbreedte) en door de kleinere diameter van de buis (28 mm). Tijdens het experiment was de warmte-input 16.5 W/m<sup>2</sup> en omdat de afstand van de bloemen tot aan de buis toch behoorlijk groot is, is zowel de impact van de convectieve warmte als stralingswarmte op bloemtemperatuur klein. Hierdoor wordt het verschil tussen bloem- en luchttemperatuur niet beïnvloed door de hoogte van de groeibuis.

In Tabel 5 is de warmte-input van de buizen weergegeven als ze beide een berekende buis van 45°C hebben. Gedurende een extreme nacht wordt dus 23% van de warmte via de groeibuis ingebracht en de overige door de onderbuis.

Tabel 5

*Berekende warmte input van de groeibuis en onderbuis bij Gerbera teler Corona.*

	Temperatuur buis (°C)	Warmte input (W/m <sup>2</sup> )	% van de warmte
Groeibuis	45	21.6	23%
Onderbuis	45	73.9	77%
Totaal		95.5	

Begin 2018 wordt de meting met de hijsverwarming bij Corona herhaald om bij koudere omstandigheden (dus meer warmtetoevoer door de hijsverwarming) de invloed van de hijsverwarming op de bloemtemperatuur te bepalen. Tevens wordt de temperatuur van de buisverwarming dan verhoogd naar 65°C). Mocht dit een positief effect hebben dan zou er eventueel verder op deze lijn ingezet kunnen worden omdat er dan minder kans op natslag van de bloemen optreedt. Dit zou kunnen betekenen dat tuinders met een hogere RV kunnen telen wat vervolgens weer energie bespaard.

## 7 Toekomstig Gerbera onderzoek

Een belangrijke vraag die leeft bij de Gerbera telers is tot hoever ze –afhankelijk van de plantbalans, verdamping en moment van de dag- het vocht deficit kunnen verlagen totdat er problemen met ziektes (zoals Botrytis en meeldauw) optreden. De economische impact van meeldauw in de gerbera teelt is veel groter dan die van rotkoppen. Omdat rotkoppen tot uiting kunnen komen in de uitbloeifase kan het echter gebeuren dat de teler Gerbera's verkoopt op het oog goede Gerbera's verkoopt die later toch rotkoppen blijken te hebben. Dit zorgt voor ontevreden afnemers wat vervolgens ook tot een behoorlijk economische schade kan leiden. Meeldauw treedt meestal op in periode april t/m november en rotkoppen in de periode september t/m maart. Hierdoor is het voor energiebesparing interessanter om het fenomeen rotkoppen beter te begrijpen omdat in die periode het hoogste energieverbruik is. Om hier meer inzicht in te krijgen is het van uiterst belang om beter te begrijpen onder welke omstandigheden rotkoppen optreden. Zoals beschreven in sectie 4 is het daarom raadzaam om eerst in een kasexperiment rotkoppen proberen op te wekken.

Mocht blijken dat de bloemtemperatuur een belangrijke factor is in het ontstaan van rotkoppen dan is het interessant om de volgende experimenten uit te voeren:

### Impact locatie buizen op gewas-en bloemtemperatuur

Met de uitstralingsmonitor is voor verschillende kasconfiguraties (verschillende schermen en hoogtes buizen) de bloem temperatuur, gewas temperatuur (van de onderste bladlaag), uitstraling en energieverbruik berekend, zie onderstaande Tabel.

Tabel 6

*Met de uitstralingsmonitor zijn de volgende waarden berekend: de berekende bloemtemperatuur, onderste bladlaag temperatuur, de netto uitstraling en het energieverbruik. Het buitenklimaat was: een heldere nacht van 0°C, het binnenklimaat was 16°C met een RV van 88%. Het verduisteringsscherm was een Obscura 10070 WB+BW en het tweede scherm was een Luxous 1347 FR.*

	1 scherm, 80% onderbuis, 20% groeibuis	1 scherm, 30% onderbuis, 70% bovenbuis	2 schermen, 80% onderbuis, 20% groeibuis	2 schermen, 30% onderbuis, 70% bovenbuis
Bloem temperatuur (°)	15.3	15.8	15.2	15.6
Onderste bladlaag (°)	16.4	16.0	16.1	15.9
Netto uitstraling (W/m <sup>2</sup> )	-18.5	-3.8	-21.0	-11.6
Energieverbruik (W/m <sup>2</sup> )	104	108	60	63

In Tabel 6 is te zien dat een buis boven in de kas onder het scherm een positief effect heeft op de bloem temperatuur. In het geval de teler 1 verduisteringsscherm heeft zal de bloemtemperatuur bij de gegevens condities met 0.5°C omhoog gaan en bij 2 schermen met 0.4°C. Het energieverbruik gaat echter wel beperkt omhoog. De hogere bloemtemperaturen zijn een gevolg van een warmer scherm en omdat de bovenbuis uitstraalt naar de bloemen. Door meer met een bovenbuis te werken zal de bloem temperatuur hoger worden en worden de temperatuur verschillen tussen de onderste bladlaag en de bloemen beduidend kleiner. In experimenten zal aangetoond kunnen worden wat de invloed van hoogte van de buis op bloemtemperatuur is en of dit een positief effect heeft op het aantal rotkoppen.

### Invloed luchtbeweging op gewas-en bloemtemperatuur

Invloed van luchtbeweging op gewas- en bloemtemperatuur te bepalen. In het experiment van de bloemtemperatuur, kwam naar voren dat de gewas- en bloemtemperatuur bij Zuijderwijk dichterbij de luchttemperatuur ligt dan bij Holstein. Het vermoeden is dat dit komt door een mogelijk grotere luchtbeweging bij Zuijderwijk. Dit zou onderzocht kunnen worden door voor enkele nachten de ventilation jets voor enkele uren uit te zetten en te kijken of het verschil tussen gewas/bloem-temperatuur en luchttemperatuur dan toeneemt.

Eventueel kunnen dan ook luchtsnelheid metingen uitgevoerd worden.

### Impact schermsturing op bloemtemperatuur

Verder is het dan ook nog interessant om te kijken wat de impact is als beide doeken voor 100% gesloten worden op de gewas-en bloemtemperatuur. In dit onderzoek is er gekierd, wat als gevolg heeft dat de doeken warmer zijn dan in het geval dat de doeken voor 100% gesloten zouden zijn. De uitstralingsmonitor berekend dat het effect hiervan op gewas/bloem-temperatuur gering is, maar is niettemin groot genoeg om met een infraroodcamera gemeten te kunnen worden. In Tabel 7 is te zien welk effect er van de temperatuur in het nokcompartiment op de uitstraling en op de temperatuur van de bloemen verwacht wordt bij een buitentemperatuur van -5°C en een kaslucht-temperatuur van 17°C. Het aanhouden van een hogere noktemperatuur (dus kieren i.p.v. een gesloten doek) resulteert in een 0.2°C hogere bloemtemperatuur.

Tabel 7

*Berekende bloemtemperatuur door de uitstralingsmonitor bij een variërende temperatuur boven de doeken. Aangenomen condities zijn: buitentemperatuur -5°C, heldere hemel, 2 doeken en een kaslucht temperatuur van 17°C.*

Situatie	Temperatuur boven de doeken (°C)	Netto uitstraling (W/ m <sup>2</sup> )	Onderste doek temperatuur (°C)	Bloemtemperatuur (°C)
100% gesloten doeken	0.4	-29.2	10.8	15.8
Kieren	10	-20.9	13.1	16.0

Om bovenstaande gegevens te staven naar een praktijksituatie zou het goed kunnen zijn om bovenstaande berekeningen te toetsen in praktijksituaties omdat dan ook overige dynamische processen meegenomen worden.

## 8 Achtergrond informatie

Rapport over verdamping uit de bodem bij Zijderwijk, November 2016.

*AnalyseVerdampingsMetingZijderwijk.pdf.*

Analyse rapport over de problemen met de sturingen bij Zijderwijk, mei 2016.

*AnalyseProblemenSturingZijderwijk171219.docx.*



## 9 Blogs

Blad- en bloemtemperatuurmeting bij Gerbera met dubbele schermen, Maart 2017.

Ervaringen met het gebruik van de Thermoview warmtebeeldcamera in de praktijk, Mei 2017.











To explore  
the potential  
of nature to  
improve the  
quality of life



Wageningen University & Research,  
BU Glastuinbouw  
Postbus 20  
2665 ZG Bleiswijk  
Violierenweg 1  
2665 MV Bleiswijk  
T +31 (0)317 48 56 06  
F +31 (0) 10 522 51 93  
[www.wur.nl/glastuinbouw](http://www.wur.nl/glastuinbouw)

Glastuinbouw Rapport WPR-741

Wageningen University & Research, BU Glastuinbouw initieert en stimuleert de ontwikkeling van innovaties gericht op een duurzame glastuinbouw en de kwaliteit van leven. Dat doen wij door toepassingsgericht onderzoek, samen met partners uit de glastuinbouw, toeleverende industrie, veredeling, wetenschap en de overheid.

De missie van Wageningen University & Research is 'To explore the potential of nature to improve the quality of life'. Binnen WUR bundelen 9 gespecialiseerde onderzoeksinstituten van stichting DLO en WUR hun krachten om bij te dragen aan de oplossing van belangrijke vragen in het domein van gezonde voeding en leefomgeving. Met ongeveer 30 vestigingen, 6.000 medewerkers en 9.000 studenten behoort WUR wereldwijd tot de aansprekende kennisinstellingen binnen haar domein. De integrale benadering van de vraagstukken en de samenwerking tussen verschillende disciplines vormen het hart van de unieke Wageningen aanpak.