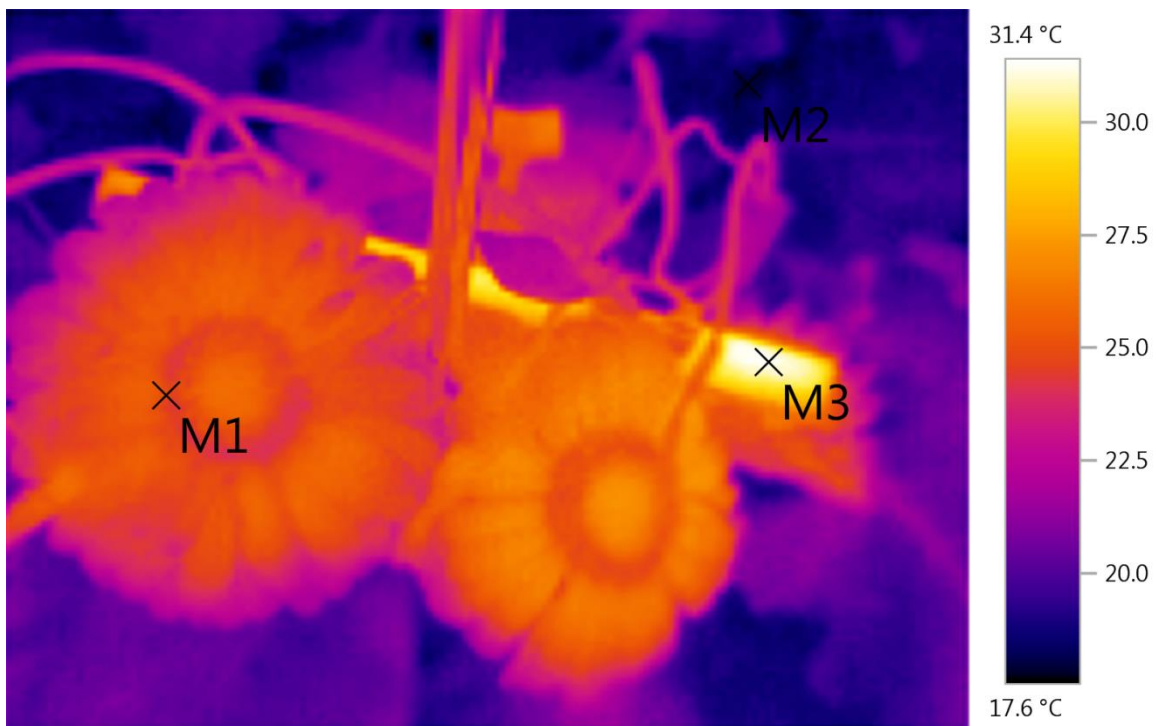


Eindrapportage monitoringsproject

Meer schermen in Gerbera zonder kwaliteitsproblemen

Seizoen '16-'17



November 2017

Door:

Wageningen UR

Bram Vanthoor, Ilias Tsafaras
Violierenweg 1
2665 MV Bleiswijk

Floriconsult Group

Martin van der Mei

Inno-Agro

Stefan Persoon (i.o.v. TTO)
Zwethlaan 52
2675 LB Honselersdijk

m.m.v.telers

Aad Zuiderwijk | Zuiderwijk Witzier
Mathieu van Holstein | Holstein Flowers

Inhoudsopgave

Samenvatting	
1	Inleiding 4
1.1	Aanleiding 4
1.2	Probleemstelling 4
1.3	Doelstelling 4
1.4	Inpassing 5
2	Werkwijze..... 5
2.1	Monitoring 5
2.2	Onderzoek gewas en bloem temperatuur 5
2.3	Installaties 7
2.4	Beperkingen aan vergelijken 8
2.5	Uitgangspunten voor het gebruik..... 8
2.6	Gegeven klimaat (input: Floriconsult) 9
3	Resultaten klimaatmonitoring 9
4	Resultaten onderzoek gewas en bloem temperatuur 10
4.1	Toepassing warmtebeeld camera in praktijk 10
4.2	Kaslucht, gewas en bloem temperatuur 11
4.3	Relatie tussen planttemperatuur, doektemperatuur en uitstraling..... 14
4.4	Invloed hoogte beweegbare buis op bloem temperatuur 15
4.5	Toekomstig onderzoek 16

Samenvatting

In Nederland wordt er op ruim 200 ha Gerbera geteeld en door haar organisatiestructuur heeft de Gerberasector een uitgekiend onderzoeksprogramma. De Gerberateelt is zodoende een van de voorlopers van het doen van onderzoek naar, en vervolgens het toepassen van: Het Nieuwe Telen (HNT).

Een groep van telers en adviseurs, ('de IPC groep' o.l.v. TTO) monitorde twee bedrijven intensief die HNT toepassen en elk een verschillende installatie hebben geïnstalleerd. Hierbij treedt kennisinstelling Wageningen UR op als onderzoekspartij. De bedrijven betroffen Holstein flowers en Zuiderwijk Witzier waar elk jaar een of meerdere thema's centraal staan rondom HNT. De eerste maakt gebruik van een LBK in de gevel met luchtslurven 'bovendoor' en de tweede maakt gebruik van een VentilationJet.

Toepassing van HNT vergt maximaal gebruik van het scherm, echter in de Gerberateelt treden rot-koppen op waardoor kwekers veelal 'op safe gaan'. Wanneer er beter inzicht zou zijn in de momenten dat de geberabloem teveel uitstraling ondervindt zou er nauwkeuriger geschermd kunnen worden. Doelstelling in het teeltseizoen '16-'17 was daarom om tools te ontwikkelen waarmee inzicht ontstaat over de uitstraling van de Gerberabloemen in een kas voorzien van 2 schermen.

Gedurende het onderzoek zijn de twee genoemde bedrijven gemonitord die respectievelijk gebruik maken van Het onderzoek richtte zich op het verschil tussen bloem- en gewastemperatuur en eventuele natslag ten gevolge van een bloemtemperatuur die (wellicht maar kortstondig) onder dauwpunt ligt. Er is gemeten met een Thermoview 48 camera om de bloemtemperatuur in beeld te krijgen. Gezien de nauwkeurigheid van de meter zijn extra metingen toegevoegd ter referentie. Gebleken is dat er gecorrigeerd moet worden dus een teler zal hier rekening mee moeten houden als hij een camera voor dit doel aanschaft.

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. Hiermee kan een teler nauwkeuriger gaan schermen met als voordeel dat er meer schermuren zijn met een volledig gesloten scherm en dito energiebesparing.

1 Inleiding

1.1 Aanleiding

In Nederland wordt er op ruim 200 ha Gerbera geteeld en de Gerberasector kent een goede organisatiestructuur waarbij onderzoek een centrale rol speelt om de sector verder te helpen. Afgelopen decennia heeft verduistering haar intrede gedaan, gevolgd door onderzoek naar Het Nieuwe Telen. Er zijn een aantal bedrijven welke componenten van HNT geïmplementeerd hebben, zoals LBK's en Ventilation Jets. Deze bedrijven worden centraal gemonitord waarbij de lering die daar opgedaan wordt middels een effectieve, hechte kennisuitwisseling (Floriconsult) ook toegepast bij de traditionele bedrijven.

Een groep van telers en adviseurs, ('de IPC groep' o.l.v. TTO) monitort de bedrijven en kennisinstelling Wageningen UR treedt hierbij op als onderzoekspartij. De bedrijven van Holstein flowers en Zuiderwijk Witzier zijn hierbij meerdere jaren gemonitord waarbij elk jaar er een of meerdere thema's centraal staan.

1.2 Probleemstelling

Limiet schermen

Bij toepassing van HNT is gebleken dat zowel traditionele bedrijven die HNT toepassen (zonder installaties) als de monitoringsbedrijven moeite hebben met het aantal schermuren verder te maximaliseren. Er heerst 'angst' om het VD verder terug te brengen omdat op microniveau t.p.v. de bloem onduidelijk of er condensatie optreedt ten gevolge van teveel uitstraling.

In het seizoen '15-'16 is daarom onderzoek gedaan (i.c.m. WUR) naar de uitstraling van de bloem. Ten tijde van de start van het onderzoek was de veronderstelling dat een netto stralingsmeter het inzicht zou geven dat benodigd is om de scherminstallatie scherper aan te kunnen sturen. Het bleek echter dat de resultante van de uitstraling naar 'boven' en naar 'onder' niet een waar getrouw beeld geeft van hetgeen zich bij de bloem afspeelt. Met als gevolg dat op momenten condensatie plaatsvindt bij de lintbloemen. Om te onderzoeken wat er zich exact bij de bloem afspeelt zijn er daarom thermokoppels geplaatst in het hart van de bloem (zie bijgevoegde rapportage). Einde van het seizoen was de belangrijkste conclusie dat een netto stralingsmeter weliswaar inzicht geeft, maar teveel beperkingen geeft. Uit de stralingsmeting bij Holstein bleek bijvoorbeeld dat ook na het sluiten van het scherm de netto straling vaak toeneemt. Dat lijkt in tegenspraak met het feit dat er geïsoleerd wordt. Maar daarbij moet bedacht worden dat de netto stralingsmeter zoals hierboven al gesteld feitelijk het temperatuurverschil tussen gewas en doek weergeeft.

Onvoldoende inzicht en begrip zorgt er nu voor de HNT+LBK bedrijven niet verder kunnen/durven gaan. Maar uiteindelijk geldt dit net zo goed voor de traditionele bedrijven die HNT toepassen.

1.3 Doelstelling

Doelstelling in het teeltseizoen '16-'17 was om tools te ontwikkelen waarmee inzicht ontstaat over de uitstraling van de Gerberabloemen in een kas voorzien van 2 schermen. Door op microniveau inzicht te verkrijgen ontstaat er meer inzicht en kan het aantal schermuren verder worden vergroot.

Energiedoelstellingen

Doordat de referentie van traditionele bedrijven op is geschoven in de loop der jaren is de energiebesparing van de genoemde bedrijven tussen de 15 en 20% t.o.v. traditioneel. In absolute zin is het energieverbruik (gas) in de traditionele Gerberateelt met circa 15% afgenomen. Doelstelling is om het energieverbruik van de monitoringsbedrijven met nog eens 3 m3/m2.jaar terug te brengen. Daarna uiteraard gevolgd door de traditionele bedrijven (+/- 200 ha).

Nevendoelstellingen

Het onderzoek dat plaatsvindt betreft onderzoek naar fysiologische en natuurkundige processen, het toets gewas is in deze Gerbera maar doelstelling is om de systematiek breed toepasbaar te maken voor andere gewassen.

1.4 Inpassing

Het project is ingepast in het overkoepelende monitoringsprogramma van KaE, uitgevoerd door Wageningen UR. Sinds 2015 is deze situatie zo gevormd onder leiding van Aat Dijkshoorn wat alle betrokkenen goed is bevallen. Vanuit het monitoringsproject zijn Bram Vanthoor en Ilias Tsafaras betrokken. Bram is de opvolger van Peter van Weel, die in 2017 met pensioen is gegaan.

2 Werkwijze

2.1 Monitoring

Gedurende het onderzoek zijn twee praktijkbedrijven gemonitord, te weten Holstein Flowers en Zuiderwijk-Witzier, waarbij Holstein gebruik maakte van een LBK en luchtslurf 'bovendoor' en Zuiderwijk gebruik maakte van een VentilationJet. Er is zowel gemonitord als onderzoek uitgevoerd. Het uitgangspunt van het *monitoren* van praktijkbedrijven is dat er in de praktijk lering wordt opgedaan waarbij de ondernemer zelf 'aan het stuur is': hij bepaalt uiteindelijk de klimaatinstellingen. Hij wordt hierbij bijgestaan door diverse specialisten in dit geval de teeltadviseurs van Floriconsult en onderzoekers Bram Vanthoor en Ilias Tsafaras (minder vaak). Tweemaandelijks was er een vergadering met de betrokken kwekers waarin de bereikte resultaten en de uitgangspunten opnieuw werden geëvalueerd. Ingaan op opmerkelijke zaken gebeurde veelal middels een vergelijk in Lets Grow en uiteraard op basis van de genoteerde observaties van de betrokkenen. In dit eindverslag is een afspiegeling het seizoen weergegeven.

Onderzoekers	Kwekers BCO
Bram Vanthoor en Ilias Tsafaras; Wageningen University and Research, BU Greenhouse Horticulture	Mathieu en Hans van Holstein ; Holstein Flowers
Projectmanagement	Aad Zuiderwijk ; Kwekerij Zuiderwijk-Witzier
Stefan Persoon ; Inno-Agro (namens TTO)	Teeltadvies, klimaatanalyse
	Martin vd Mei ; Floriconsult Group

Tabel 1 : team betrokkenen

2.2 Onderzoek gewas en bloem temperatuur

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 bloem temperatuur 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 gewas temperatuur
- of de bloem en/of plant onder dauwpunt temperatuur komt waardoor er eventueel natslag op zou kunnen treden.

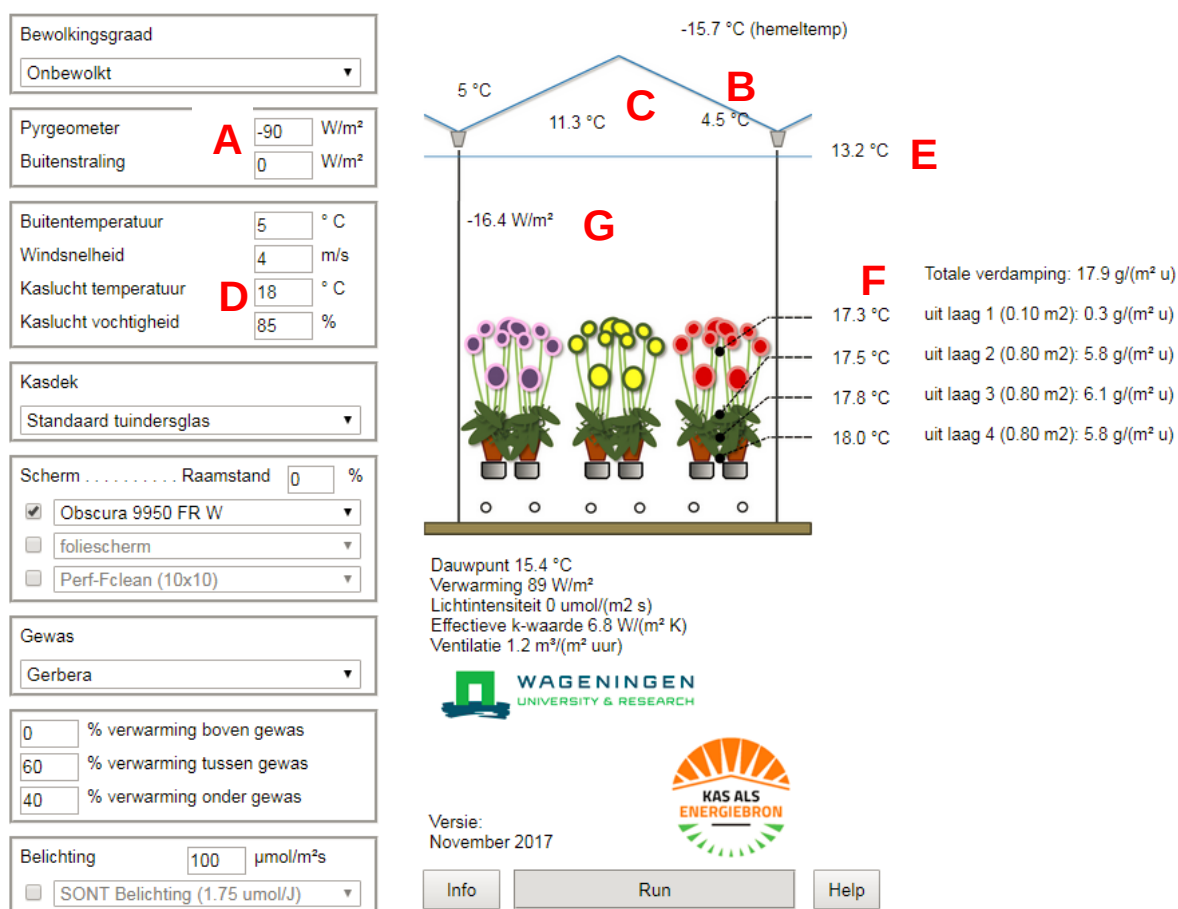
Allereerst wordt een korte samenvatting gegeven van de belangrijkste processen en metingen die gebruikt worden in de praktijk voor wat betreft gewas temperatuur en uitstraling. Een handig hulpmiddel om deze processen te begrijpen is de uitstralingsmonitor:

http://www.glastuinbouwmodellen.wur.nl/radiationmonitor/?user=KaE_NLC). In onderstaande uitleg wordt daarom ook met letters verwezen naar de uitstralingsmonitor, zie Figuur 1. 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 W/m^2 aan energie verliezen naar de hemel door langgolvlige straling. De pyrgometer, 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 nettostralingsmeter. 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 nettostralingsmeter is ook berekend in de uitstralingsmonitor, zie G.



Figuur 1 : 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 netto uitstralingswaarde. Door de invoervelden links aan te passen wordt de nieuwe situatie berekend.

In het voorjaar van 2017 zijn bij zowel Zuidwijk 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 2 staat de meetapparatuur weergegeven die gebruikt is in het onderzoek.



Figuur 2 : 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)

De gebruikte warmtebeeld camera

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 dataaansluiting 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.

2.3 Installaties

In het monitoringsproject zijn er twee typen systemen gemonitord op twee verschillende bedrijven:

1. **Zuijderwijk:** Luchtinbreng 'bovendoor' middels het VentilationJet systeem 24.600 m²
 - a. VJ systeem '14 ; tweede generatie in afdeling 4
 - b. VJ systeem '15 ; derde generatie in afdeling 1
2. **Holstein:** Luchtinbreng 'bovendoor' middels luchtslurven in afdeling 1 t/m 8 ; totaal 45.600 m²



VentilationJet



Luchtslurf

Er zijn een aantal verschillen tussen de werkingsprincipes van de beide luchtbehandelingssystemen: De VentilationJet gaat voor het ontvochtigingsprincipe uit van het aanzuigen van lucht van boven het scherm (toerengeregelde ventilator 1) dat zonder naverwarming onder het scherm gebracht wordt, waar een nivolator de lucht vermengt met de kaslucht onder het scherm. De toepassing van Zuijderwijk gaat uit van het principe dat elke VentilationJet (per 200 m²) gecombineerd wordt met een nivolator. In de praktijk wordt het systeem ook toegepast met een VentilationJet (per 400 m²) op twee nivolatoren.

Het systeem met de luchtslurven bovendoor maakt gebruik van een luchtbehandelingskast (LBK) in de kopgevel. De LBK heeft een warmteblok waarmee de ingeblazen lucht wordt verwarmd en geeft bij Holstein een vast debiet af van 5 m³/(m² uur) waarbij de mate van ontvochtiging geregeld wordt door een mengklep binnen-buiten. Bij Holstein flowers is er gekozen voor 1 luchtslurf per twee tralies, dus 1 per 880 m².

	Holstein Flowers	Zuiderwijk-Witzier
Kas	8m tralie; 6m poothoogte bjr '12	8m tralie; 4,5m poothoogte bjr '01
Belichting	200 µmol SON-T (was 110)	90 µmol SON-T
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	5 m ³ /(m ² uur) Technokas	13 m ³ /(m ² uur) Hint
Positie	Bovendoor ; elke 16m1 een transparante slurf van 71 cm doorsnede. Warmte wisselaar op HT	Bovendoor ; elke 200 m2 een VentilationJet en een Nivulator om de droge koude lucht te verdelen.
Warmtewisselaar	Ja	Nee

Tabel 2 : Technische installaties

2.4 Beperkingen aan vergelijken

Het ligt voor de hand om dit monitoringsproject te gebruiken voor een vergelijk tussen de verschillende systemen. Dit is echter maar ten dele mogelijk. Allereerst omdat de bedrijven van Holstein en Zuiderwijk qua opstanden en inrichting niet vergelijkbaar zijn (zie tabel 2). De belangrijkste verschillen:

- De kasopstanden van Zuiderwijk zijn van 2001 en die van Holstein (Futura) van 2013;
- Het lichtniveau is verschillend: Zuiderwijk heeft 90 µmol (1 trap) en Holstein 200 µmol (3 traps);
- Holstein is uitgerust met een verduisteringsschermb (boven) en energieschermb (onder), waar Zuiderwijk eenzelfde uitrusting heeft echter i.p.v. een energieschermb een open, zonwerend scherm (voor eigenschappen van de schermen weblink : <http://bit.ly/1NyZRNR>);
- Zuiderwijk betreft warmte, elektra en CO₂ vanuit cluster Bergschenhoek en Holstein neemt elektra grotendeels af van het net en deels van de WKK¹ ;
- Zuiderwijk teelt grootbloemige Gerbera en Holstein heeft mini Gerbera en vele rassen bolvormige gerbera's;

Ten slotte zitten er uiteraard verschillen in de strategie van de ondernemer, deze komen ook tot uiting in de resultaten.

2.5 Uitgangspunten voor het gebruik

Bij Holstein Flowers worden de slurven boven het gewas gestuurd op basis van gewenste ontvochtigingscapaciteit van de kaslucht. De slurven trekken buitenlucht uit de gevel naar binnen en mengen deze lucht met kaslucht. Naarmate het buiten kouder is, is de buitenlucht droger (lager AV) en is er minder buitenlucht nodig om de gewenste ontvochtigingscapaciteit te behalen. In het najaar bij warmere en vochtige buitenomstandigheden kan het nodig zijn dat er op volle capaciteit buitenlucht wordt aangezogen en dat er geen binnenlucht wordt bijgemengd. De maximale capaciteit installatie bedraagt 5 m³ per m² per uur. Wanneer het verschil in kas AV en buiten AV bijvoorbeeld 3 gr/m³ bedraagt, wordt er ontvochtigd met 5 m³ * 3 gr/m³ = 15 gr/m² per uur. dat staat gelijk aan de gewasverdamping van een gemiddeld gerberagewas.

Bij Zuiderwijk wordt de Ventilation Jet gestuurd op basis van gewenst kaslucht VD én AV verschil boven en onder het doek. De VJ blazen de lucht van boven het doek door een koker naar beneden. Naarmate het VD in de kas lager is of het AV verschil van de kaslucht ten opzichte van de lucht in de nok kleiner is, draaien de ventilatoren met een grotere capaciteit. De condities van de lucht boven het doek zijn niet direct regelbaar maar zijn onder andere afhankelijk van de raamopening en buitenklimaat.

¹ WKK is kleiner dan op veel bestaande bedrijven (tot 2015) het geval is

2.6 Gegeven klimaat (input: Floriconsult)

Het buitenklimaat is een gegeven, maar uiteraard van grote invloed op de bereikte resultaten voor wat betreft energiebesparing. Deze herfst, winter en voorjaar waren relatief zacht:

Najaar 2016

In de periode 1 november 2016 tot en met 21 december 2016 was het buiten 5 °C kouder dan in dezelfde periode in 2015. Dit heeft als nadeel dat er meer verwarmd moet worden maar als voordeel dat de buitenlucht droger is. Het ontvochtigen met buitenlucht zal daardoor beter te verlopen.

Winter 2016-2017

In de periode 21 december 2016 tot en met 21 maart 2017 was het buiten een graad kouder dan in dezelfde periode een jaar eerder. Dit zal weinig verschil maken in de klimaatregeling.

Voorjaar 2017

In de periode 21 maart 2017 tot en met 21 juni 2017 was het buiten een graad warmer dan in dezelfde periode een jaar eerder. Dit zal weinig verschil maken in de klimaatregeling.

3 Resultaten klimaatmonitoring

Voor de Gerberabedrijven uit de praktijk is het leerzaam om een samenvatting van het klimaat en de opvallende zaken door te nemen. Voor meer gedetailleerde informatie²: martin@floriconsultgroup.nl

Najaar 2016

De lagere buitentemperatuur leidt automatisch tot een lager AV buiten. Gemiddeld scheelde dat in het najaar 1 gr/m³.

Daar komt bij dat bij van Holstein de belichtingsinstallatie is verzwaard van 110 naar 200 µmol voorafgaand aan het belichtingsseizoen. Gevolg hiervan is dat er zowel overdag als in de nacht een hogere kasttemperatuur aangehouden kan worden. Toelichting: een verzwaring van 100 µmol 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. Bij Zuiderwijk was er tot eind Oktober '17 geen belichtingsverzwaring toegepast en is de basis van de klimaatstrategie gelijk gehouden aan het jaar daarvoor.

Winter 2016-2017

De lichtverzwaring bij van Holstein leidt tot een duidelijke kwaliteit- en productieverbetering. Vochtproblemen spelen er nauwelijks. Wel blijft meeldauw langere tijd aanwezig. Onduidelijk blijft of we dat kunnen linken aan het klimaat. Je zou verwachten dat de hogere belichtingsintensiteit leidt tot een weerbaarder gewas. Dat hebben we echter niet vast kunnen stellen. Wel heeft er tijdens een vorstperiode een probleem gespeeld met het kleppenregister. Doordat er condens naar beneden liep tijdens een vorstperiode, liepen de kleppen vast door het aanvriezen van condens.

Bij Zuiderwijk verloopt het winterseizoen nagenoeg gelijk aan het voorgaande jaar. Door de aanwezigheid van een minder gevoelig assortiment realiseert Zuiderwijk in de nacht een lager VD ten opzichte van van Holstein. Wel is geleerd dat het aanhouden van meer raamstand vanzelfsprekend leidt tot een lagere temperatuur in de nok. Vorig seizoen werd er minder gelucht waardoor de temperatuur in de nok hoger lag. De nok wordt "verwarmd" door de kaslucht die omhoog wordt gedrukt. Elke m³ die door de VJ van boven het doek naar beneden wordt geblazen zal ergens weer omhoog moeten stromen. Bij geheel gesloten doeken gebeurt dat verspreid over de gehele oppervlakte van het doek. Door echter boven het betonpad een aparte doeksturing te monteren waardoor er alleen boven het betonpad een kier wordt aangehouden, kan de overdruk gericht gestuurd afgevoerd worden. Qua sturing heeft Zuiderwijk moeite gehad met het realiseren van een gelijkmatige sturing van de ventilatoren. Veelal leek de regeling meer op een aan-uit regeling dan op een traploos gestuurde regeling. Door Hoogendoorn is hier op verzoek van Zuiderwijk naar gekeken en zijn er aanpassingen doorgevoerd waardoor de regeling is verbeterd.

² Nooit: dit seizoen hebben er geen extra teeltbezoeken plaatsgevonden ten opzichte van de vorige seizoenen. De frequentie van de teeltbezoeken lag op eens per vier weken (was eens per twee weken)

In januari heeft het kortstondig gevoren. Voorgaande jaren zagen we bij een aantal rassen bij van Holstein in de 10-20 dagen na een vorstperiode een duidelijke toename van de rotkoppen. Dit winterseizoen hebben er geen rotkop problemen gespeeld, ook niet bij rassen die dat in een voorgaand seizoen wel lieten zien. Dit geldt zowel voor de beoordeling op het gewas als de beoordeling in de eigen na-oogst ruimte.

In februari is de kwaliteit bij van Holstein al dusdanig toegenomen dat wordt gestreefd naar een etmaaltemperatuur die ruim boven de FCG streeftabel ligt.

Na de Valentijnperiode werd bij van Holstein de helft van de belichting sneller uitgeschakeld om te voorkomen dat de lampwarmte de kasttemperatuur teveel verhoogt waardoor er meer gelucht moet worden en er CO₂ verlies optreedt.

Voorjaar 2017

Bij van Holstein wordt de nachttemperatuur verlaagd om daarmee de etmaaltemperatuur te beheersen. Het gevolg hiervan is een daling van het VD in de nachtperiode. Nu vinden we een zeer sporadische rotkop in één ras. Dit is overigens hetzelfde ras waarbij in het voorgaande seizoen duidelijk meer rotkop problemen speelden. In het voorjaar wordt er óp of zelfs beneden de FCG streeftabel geteeld. Dat laatste wordt vooral ingegeven vanwege de prijsvorming van dat moment.

Voorjaar 2016 speelden er bij van Holstein problemen met de meeldauw beheersing. Opvallend is dat daar voorjaar 2017 duidelijk minder sprake van is. Wel heeft het beheersen van meeldauw meer aandacht gekregen in de klimaatregeling. Zo is het diffuse klimaatdoek dit seizoen al bij een lagere straling gesloten om het gewas tegen teveel straling te beschermen.

Algemeen

Bij Zuiderwijk zijn meerdere Ventilation Jet systemen toegepast die een verschillende luchtverplaatsing leveren. Dit heeft er toe geleid dat er verschillen tussen de afdelingen zijn ontstaan welke grotendeels toe te schrijven zijn aan de verschillende luchtdebieten van de Ventilation Jet systemen. Zuiderwijk is als een van de eerste bedrijven gestart met een VJ systeem. Gedurende de afgelopen jaren is het systeem, mede op basis van ervaringen opgedaan bij Zuiderwijk, aangepast en verbeterd. De voorlopersrol die Zuiderwijk heeft gehad met deze systemen brengt het bedrijf nu op relatieve achterstand ten opzichte van modernere systemen. Er bestaat geen financieel vangnet waarmee de verouderde systemen, waarmee veel ervaring is opgedaan, om te bouwen naar aangepaste systemen waarin de huidige kennis is verwerkt.

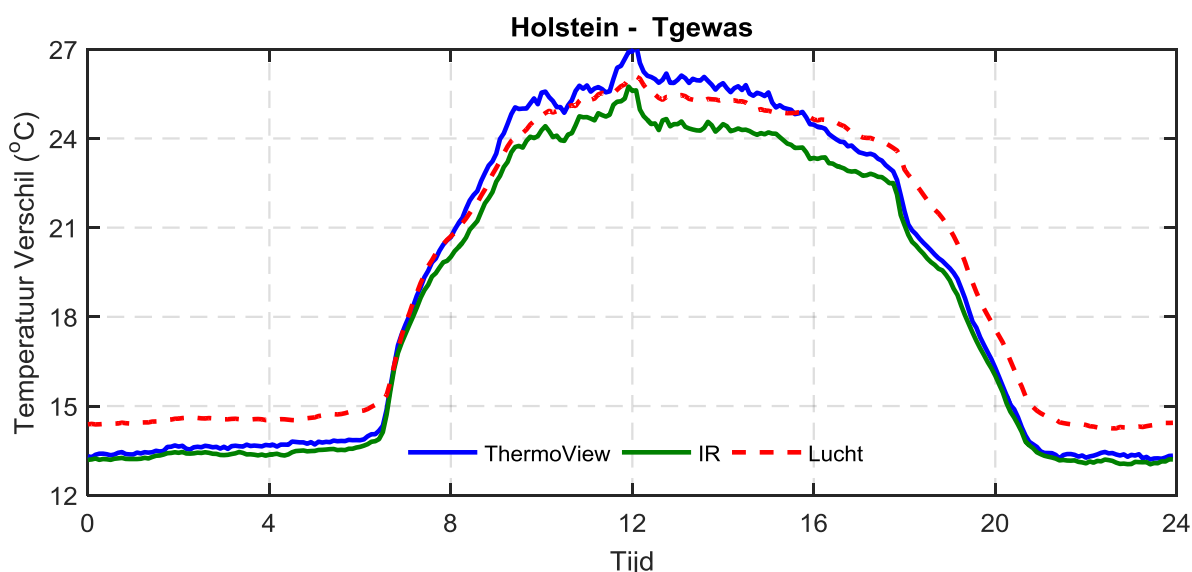
4 Resultaten onderzoek gewas en bloem temperatuur

4.1 Toepassing warmtebeeld camera in praktijk

Aangezien de Thermoview 48 camera een meetnauwkeurigheid heeft van +/- 2 °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 meette de warmtebeeldcamera een temperatuur die gemiddeld 1°C te laag was en bij Zuiderwijk 1,5 °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 3). 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 3 : 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.

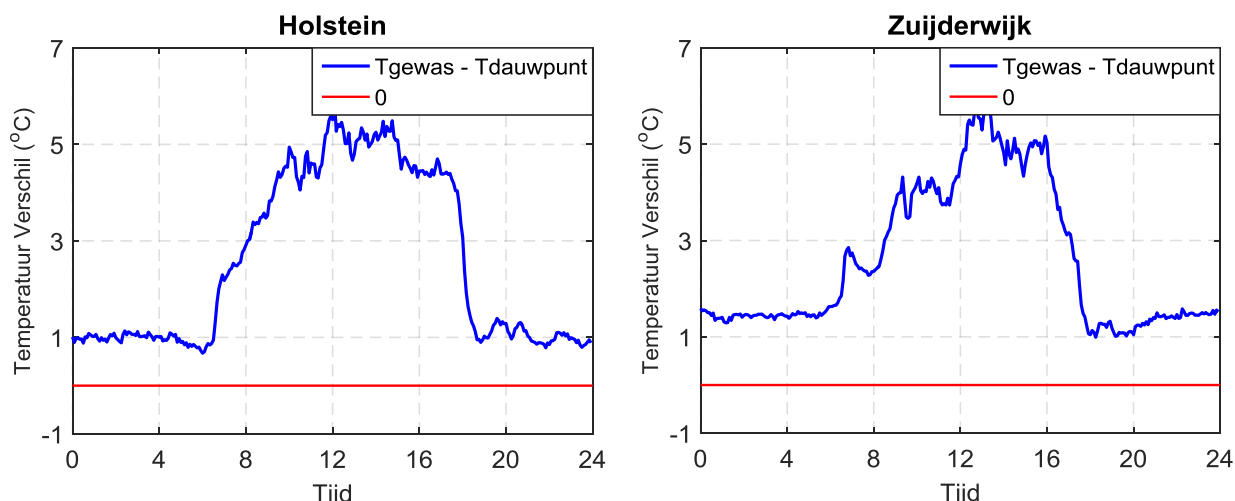
De gevoeligheid van de pixels in het warmtebeeld is 0.1°C waardoor temperatuurverschillen van objecten in het beeld nauwkeurig bepaald kunnen worden. Hierdoor konden we het temperatuurverschil tussen de bloemen en bladeren goed onderscheiden. De temperaturen van de afzonderlijke onderdelen van de plant 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.

4.2 Kaslucht, gewas en bloem temperatuur

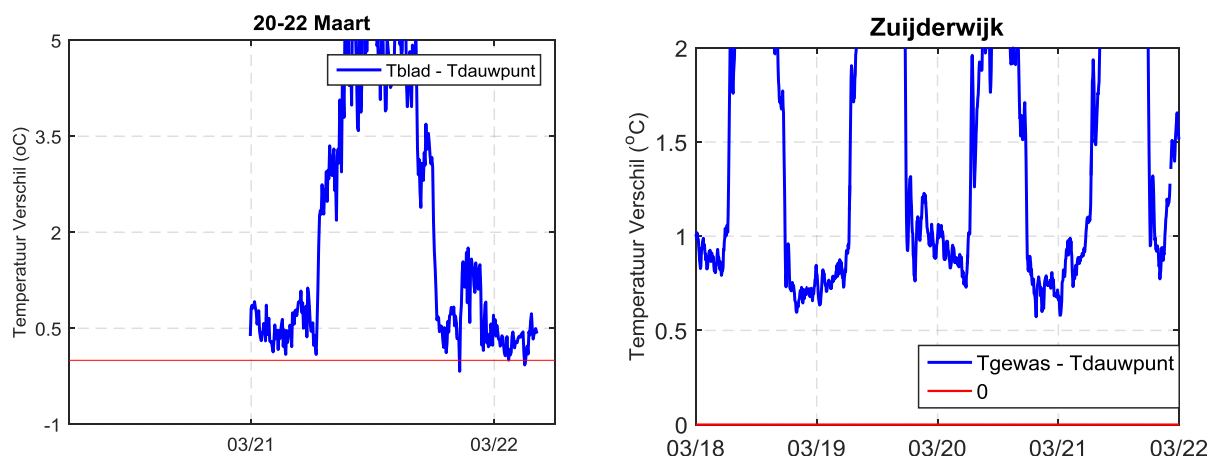
Aangezien het lastig was om de bloemen van de gerbera te volgen met de warmtebeeld camera is eerst de gewastemperatuur voor een langere periode bepaald. Vervolgens is voor enkele nachten de verschillen tussen bloem en gewas temperatuur bepaald.

Allereerst is voor de periode de 1 maart t/m 22 maart 2017 bepaald hoever de gewastemperatuur van het dauwpunt afzit. In Figuur 4 is te zien dat gedurende de nacht voor zowel Holstein als Zuidderwijk de gewastemperatuur gemiddeld ruim boven dauwpunt ligt, namelijk 1°C voor Holstein en meer dan 1°C bij Zuidderwijk. Beide tuinders gebruikten twee schermen, waarin vaak een kier werd getrokken.



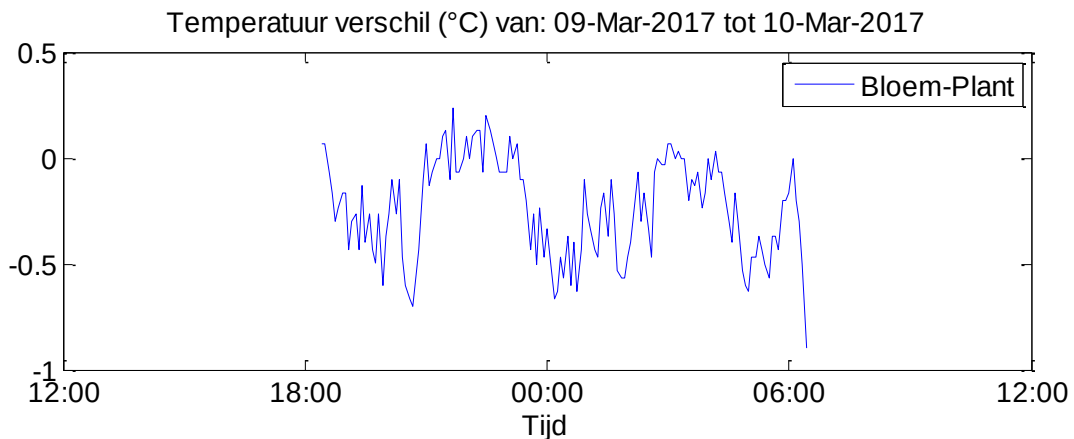
Figuur 4 : Het gemiddelde verschil tussen de gewastemperatuur en dauwpunt voor Holstein (links) en Zuidderwijk (rechts) voor de periode 1 maart t/m 22 maart 2017.

In Figuur 5 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.

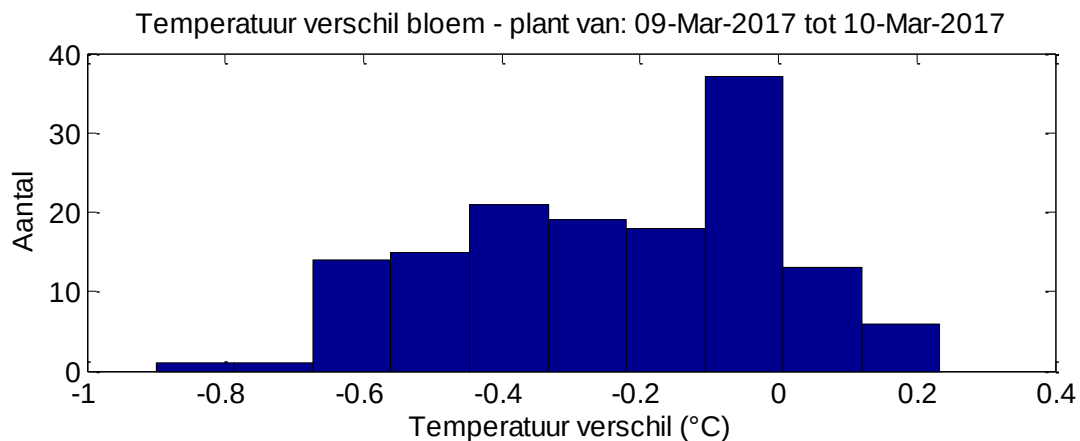


Figuur 5 : Het verschil tussen de gewastemperatuur en dauwpunt voor Holstein (links) en Zuidderwijk (rechts) voor de nachten dat de gewastemperatuur het dichtst bij dauwpunt lag.

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 6 en Figuur 7 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 6 : Het verschil tussen de bloemtemperatuur en de gewastemperatuur. De bloemtemperatuur lag bijna de hele nacht onder de gewastemperatuur.



Figuur 7 : 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.

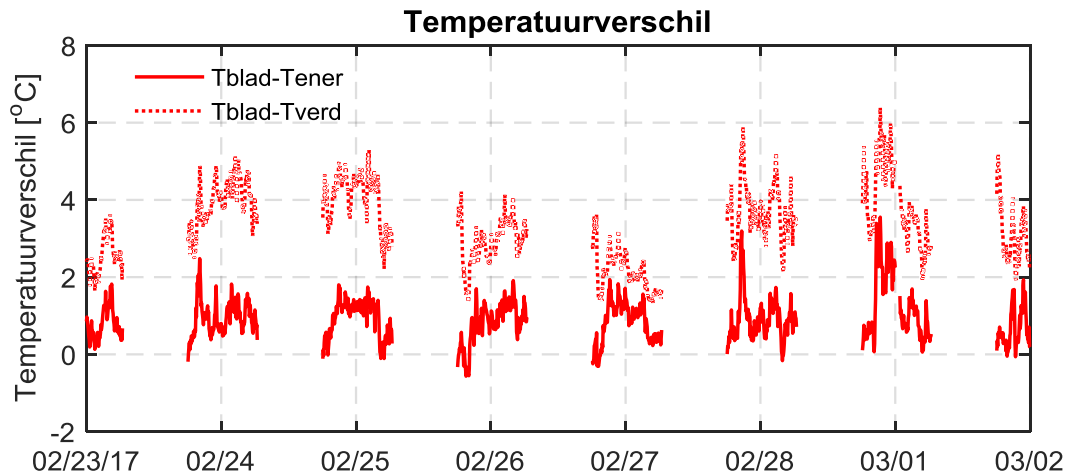
Voor Zuijderwijk werd dezelfde analyse uitgevoerd, gebaseerd op verschillende koude nachten en daarin kwam naar voren dat de bloem 0.2°C kouder tot 0.2°C warmer was dan de gewastemperatuur.

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 Zuijderwijk. Op één kritische nacht raakte de gewastemperatuur de dauwpunttemperatuur 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 Zuijderwijk 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 Zuijderwijk lag de gewas- en planttemperatuur dicht bij de luchttemperatuur dan bij Holstein. Dit verschil tussen Holstein en Zuijderwijk zou eventueel verklaard kunnen worden door de grotere luchtbeweging bij Zuijderwijk. 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.

4.3 Relatie tussen planttemperatuur, doektemperatuur en uitstraling.

In Figuur 8 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.

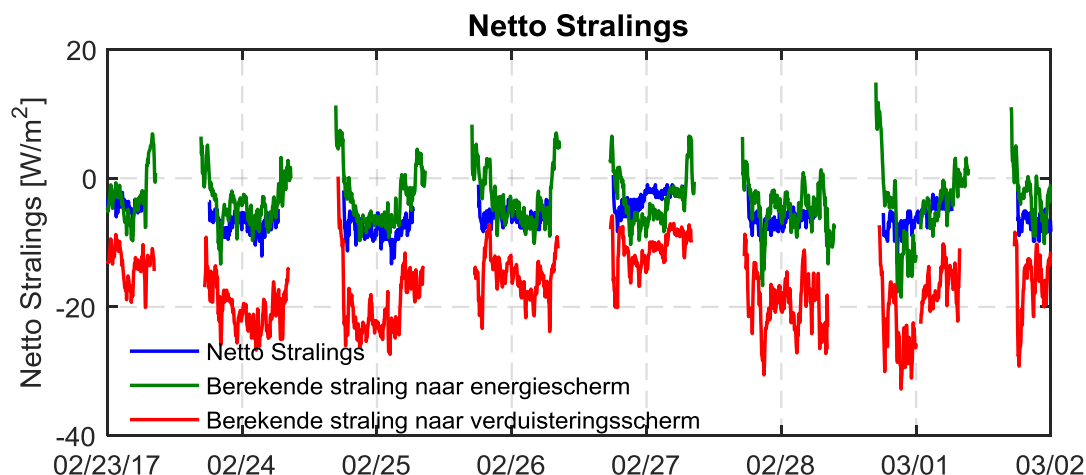


Figuur 8 : Temperatuurverschil tussen het gewas en de doeken (onderste energiedoek is doorgetrokken rode lijn en bovenste verduisteringsdoek is rode gestippelde lijn) voor de periode 23 februari - 2 maart voor Holstein.

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 9 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 9 : 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.

4.4 Invloed hoogte beweegbare buis op bloem temperatuur

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 huisverwarming hebben is besloten om een avond experiment uit te voeren bij kwekerij Corona om het verschil tussen bloem- en luchttemperatuur te bepalen.



Figuur 10 : 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:
 - o Groeibuis op 45°C
 - o Onderbuis: uit
- De kasluchttemperatuur was 17.4-17.6 °C
- De RV was 91%
- Schermtemperatuur varieerde van 13.7 – 14.5 °C

In Tabel 3 is het gerealiseerde klimaat voor verschillende hoogtes van de hijsverwarming samengevat. Het verschil tussen lucht- en bloemtemperatuur is voor alle hoogtes nagenoeg hetzelfde (de bloem temperatuur is tussen 0.7°C en 0.8°C kouder dan de lucht temperatuur).

Start	Eind	Experiment	Bloem-temperatuur (°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

Tabel 3 : Invloed van de hoogte van de hijsverwarming op bloemtemperatuur bij Corona (avond van 30-10-2017).

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/m² 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 4 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.

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

Tabel 4 : Berekende warmte input van de groeibuis en onderbuis bij Gerbera teler Corona.

4.5 Toekomstig onderzoek

In Januari 2018 wordt de meting met de hijsverwarming bij Corona herhaald om bij koudere omstandigheden (dus meer warmtetoevoer door huisverwarming. Tevens wordt de temperatuur van de buisverwarming dan verhoogd naar 65 °C) de invloed van de hijsverwarming op de bloemtemperatuur te bepalen. 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.

Ook is het interessant om de invloed van luchtbeweging op gewas- en bloemtemperatuur te bepalen. In het voorliggende onderzoek kwam naar voren dat de gewas- en bloemtemperatuur bij Zuiderwijk dichterbij de luchttemperatuur ligt dan bij Holstein. Het vermoeden is dat dit komt door een mogelijk grotere luchtbeweging bij Zuiderwijk. 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.

Verder is het nog interessant om te kijken wat de impact is als beide doeken voor 100% gesloten worden op de bloem/gewas-temperatuur. 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 5 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 . Op de bloemtemperatuur geeft het aanhouden van een hogere noktemperatuur (dus kieren i.p.v. een gesloten doek) een 0.2°C bloemtemperatuur.

Situatie	Temperatuur boven de doeken	Netto uitstraling	Onderste doek temperatuur	Bloem temperatuur
100% gesloten doeken	0.4	-29.2	10.8	15.8
Kieren	10	-20.9	13.1	16.0

Tabel 5 : 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 .

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.

5 Conclusies

5.1 Monitoring

De lichtverzwaring bij van Holstein leidt tot een duidelijke kwaliteit- en productieverbetering. Door de verzwaring kan er zowel in de nacht als de dag een hogere kastemperatuur aangehouden worden. Hierdoor treden er minder vochtproblemen op. Vochtproblemen spelen er in het seizoen nauwelijks, doordat er meer stralingswarmte op het gewas gegeven wordt en het AV buiten laag is.

Bij Zuiderwijk kan door de aanwezigheid van een minder gevoelig assortiment een lager VD worden gerealiseerd dan bij van Holstein. Bij Zuiderwijk wordt dientengevolge meer energie bespaard dan bij Holstein. Geleerd is dat het aanhouden van meer raamstand vanzelfsprekend leidt tot een lagere temperatuur in de nok. Door echter boven het betonpad een aparte doeksturing te monteren waardoor er alleen boven het betonpad een kier wordt aangehouden, kan de overdruk gericht gestuurd afgevoerd worden. Het jaar ervoor was dit niet mogelijk doordat de nok werd "verwarmd" door de kaslucht die omhoog werd gedrukt. Het realiseren van een aparte kier boven het pad om de vochtige lucht van de kas kwijt te raken is een pre.

5.2 Onderzoek gewas- en bloemtemperatuur

Het doel van dit onderzoek was het bepalen, in de donkerperiode, van:

- 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.

Op grond van het volgen van enkele bloemen op 1 plek in de kas over een langere periode 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 dauwpunttemperatuur 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 Zuiderwijk lag de gewas- en planttemperatuur dicht bij de luchttemperatuur dan bij Holstein. Dit verschil tussen Holstein en Zuiderwijk zou eventueel verklaard kunnen worden door de grotere luchtbeweging bij Zuiderwijk. De grotere luchtbeweging zou ervoor kunnen zorgen dat de bloem en gewas temperatuur dicht bij de luchttemperatuur ligt door een grotere convectieve warmteoverdracht.

De thermoview camera kan kwekers inzicht geven in de bloem en planttemperatuur met als (grote) kanttekening dat de camera een meetnauwkeurigheid heeft van $\pm 2^{\circ}\text{C}$, waardoor deze gecorrigeerd moet worden.