



Droge buitenlucht toevoeren in Alstroemeria

Praktijkproef naar de invloed van droge buitenlucht toevoeren op microklimaat en gewas in alstroemeria.

Frank van der Helm, Peter van Weel en Marcel Raaphorst



Referaat

Na ruim een jaar opgewarmde buitenlucht toevoeren in Alstroemeria is duidelijk geworden dat hiermee effectief het vocht deficit tussen het gewas verlaagd kan worden. Dit leidde in dit onderzoek tot een afname van vochtblaadjes van 70%, maar niet tot minder afgroeiërs. De proef is uitgevoerd in 1000 m² binnen een afdeling met het ras Primadonna bij het bedrijf Hoogenboom alstroemeria in Nieuwe Wetering. Het onderzoek is gestart op verzoek van de landelijke commissie alstroemeria met financiering vanuit het programma kas als energie bron van het productschap tuinbouw en het ministerie van EL&I. De proef is door Wageningen UR glastuinbouw uitgevoerd met een installatie voor aanvoer van 8m³/m² per uur lucht door twee slurven aan de zijkant van het bed. In de proefomgeving kon het klimaat niet apart geregeld worden op het toevoeren van buitenlucht. Hierdoor is steeds relatief veel buitenlucht toegevoerd, wat nadelig is voor de energiebesparing. In de praktijk zal per ras het evenwicht tussen vochtblaadjes en energiebesparing opgezocht moeten worden. Beide zijn uiteindelijk nodig om tot een economisch rendabele investering in buitenlucht toevoer in alstroemeria te komen. Een rendabele investering zou op bedrijven met een kleine wkk en een al aanwezig dubbel scherm wel mogelijk moeten zijn met een simpele installatie die 5m³/m² per uur toe kan voeren.

Abstract

After one year of dry air distribution in Alstroemeria it is shown that it can effectively lower the vapour deficit between the leaves. It resulted in a decrease of leaf tip damage of 70% compared to the reference, but not to a decrease of spontaneously broken stems. The research is conducted in practice at Hoogenboom Alstroemeria on 1000 m² within a larger greenhouse compartment planted with the variety 'Primadonna'. The research is initiated on request of the national committee of Alstroemeria and financed by the programme 'Kas als Energiebron'; a cooperation of the ministry of EL&I and Productschap Tuinbouw. Wageningen UR has conducted the research with an air distribution system of 8 m³/m² from supplier Lekhabo. The dry air was distributed in the crop by two transparent air tubes. Climate could not be controlled in the research area separate from the reference, therefore more dry air was required than expected, which is contradictive with energy saving. Growers that want to use dry air to either to prevent leaf tips or to save energy will have to find a balance between these two benefits that partly contradict. Both advantages are required to make the investment profitable. It is calculated that nursery's with a relatively small heat and power cogeneration and greenhouses that are already equipped with a second screen can probably profitably invest in a simple and small capacity dry air distribution system.

© 2012 Wageningen, Stichting Dienst Landbouwkundig Onderzoek (DLO).

Wageningen UR Glastuinbouw

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

Inhoudsopgave

	Samenvatting	5
1	Inleiding	7
	1.1 Aanleiding	7
	1.2 Doelstellingen	8
	1.3 Hypotheses	8
	1.3.1 Hypothese invloed van luchttoevoer op VD in microklimaat	8
	1.3.2 Hypothese afgroei	9
	1.3.3 Hypothese vochtblaadjes	9
2	Proefopzet	11
	2.1 Proefbedrijf Hoogenboom alstroemeria	11
	2.2 Positie van de slurven	11
	2.3 Buitenluchtventilatiesysteem	12
	2.4 Waarnemingen en meetnet	13
3	Resultaten en discussie	15
	3.1 Inleiding	15
	3.2 Invloed op het microklimaat	15
	3.2.1 Luchtvochtigheid in en boven het gewas	15
	3.2.1.1 Microklimaat in een zeer koude periode	15
	3.2.1.2 Microklimaat op een gematigde winterdag.	16
	3.2.1.3 Microklimaat op een herfstdag	18
	3.2.1.4 Microklimaat in een warme periode in augustus	19
	3.2.2 Verdeling van VD in de kas	21
	3.3 Invloed op het gewas	22
	3.3.1 Afgroei	22
	3.3.2 Vochtblaadjes	23
	3.3.3 Energieverbruik	25
	3.4 Economische analyse	26
	3.4.1 Investeringskosten	26
	3.4.2 Elektriciteitskosten	27
	3.4.3 Besparing op de warmtevraag	27
	3.4.4 Kwaliteitsverbetering	27
	3.4.5 Kostenbesparend systeem	28
4	Conclusies en aanbevelingen	29
	4.1 Conclusies	29
	4.2 Aanbevelingen	29
	4.2.5.1 Aanbevelingen voor de praktijk	29
	4.2.5.2 Aanbeveling voor verder onderzoek	30
5	Literatuur	31

Bijlage I	Plattegrond met meetvelden	33
Bijlage II	Chronologisch leerproces	35
Bijlage III	Theorie K en Ca in relatie tot vochtblaadjes en afgroeiërs in Alstroemeria	87

Samenvatting

Alstroemeria is een gewas dat bij een relatief lage temperatuur gekweekt wordt. Uit onderzoek, voorafgaand aan dit project, waarbij het 'Het Nieuwe Telen' in Alstroemeria is getest, blijkt een energiebesparing mogelijk van 37% op de warmtevraag. In deze proef is door toevoer van droge buitenlucht het vochtdeficit (VD) beheerst terwijl er temperatuur integratie, intensief schermen, verhoogd setpoint voor relatieve luchtvochtigheid (RV) en negatieve DIF is toegepast om energie te besparen. Na deze proef was het voor Alstroemeriakwekers de vraag op welke momenten zij een systeem met droge buitenlucht effectief in kunnen zetten en welke effecten zij daarmee op het gewas konden realiseren. Op basis van de proef in Bleiswijk was de verwachting ontstaan dat er minder vochtblaadjes ontstaan als het VD beter te beheersen is. Op basis hiervan hoopte men ook een effect op afgroei, het spontaan breken van de bloemstengel, te kunnen realiseren. Indien kwekers zowel energiebesparing als kwaliteitsverbetering kunnen realiseren zullen investeringen voor 'Het Nieuwe Telen' eerder rendabel zijn. In dit project is daarom een praktijkproef uitgevoerd waarbij droge buitenlucht is toegevoerd in een vak alstroemeria bij het bedrijf Hoogenboom Alstroemeria in Nieuwe Wetering. Het project is mogelijk geworden door financiering van het Productschap Tuinbouw en het ministerie van EL&I binnen het programma Kas als Energiebron en uitgevoerd door Wageningen UR glastuinbouw in samenwerking met LekHabo, Floriconsult groep en LTO Groeiservice. De proef is gedurende het hele traject begeleid door een BCO bestaande uit Maurice Olsthoorn (kweker), Gert van Daalen (kweker), Hans Hoogervorst (kweker), Dick Hoogenboom (kweker), Marco de Groot (Floriconsult) en Jan Fransen (LekHabo) onder secretariaat van LTO Groeiservice.



Op het bedrijf Hoogenboom alstroemeria is op 1000m² een buitenluchttoevoersysteem van de firma LekHabo aangebracht. Het vak lag in een afdeling met het ras 'Primadonna'. Verwarming, scherming en luchting waren in het proefvak niet apart aan te sturen, dus de regeling liep mee met de referentie. In de proef is hier op ingespeeld door met een hoger debiet te werken dan waarschijnlijk noodzakelijk is als scherm, verwarming en luchting afgestemd zijn op buitenluchttoevoer. Consequentie is dat een lager VD is nagestreefd dan in de praktijk gebruikelijk/haalbaar is.

Het is in dit onderzoek gelukt in een praktijksituatie bij Alstroemeria het VD effectief te beïnvloeden met een installatie voor toevoer van $8 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{uur}$ tot kaslucht verwarmde buitenlucht in de periode van september tot in ieder geval maart. In de zomerperiode is het toevoeren van buitenlucht niet zinvol omdat dit geen effect heeft op het VD. Het absoluut vochtgehalte is te hoog als gevolg van de temperatuur die dan hoger is dan de gewenste kastemperatuur. Een verschil in absoluut vocht en temperatuur is vereist. Intensief blazen gedurende de hele zomerperiode heeft geen effect op het aantal afgroeiërs gehad. Echter, ook in perioden dat het VD wel effectief beïnvloed kan worden is niet of nauwelijks een invloed op aantal afgroeiërs te zien geweest. Het lijkt erop dat het ontstaan van afgroeiërs in alstroemeria niet voorkomen kan worden door verhogen van het VD.

Wel kan het aantal vochtblaadjes positief beïnvloed worden. Een gemiddelde afname van meer dan 70% is gerealiseerd, waarbij de afname sterker was aan de achtergevel waar het VD het best verhoogd kon worden en het minst aan het voorpad, waar het VD het minst verhoogd kon worden in vergelijking met de referentie.

In de proef is het niet mogelijk geweest om energiebesparing te realiseren, omdat het proefvak geen afgesloten afdeling was. Wel is, door de installatie zo af te stellen dat veel buitenlucht is toegevoerd, in het proefvak een duidelijk hoger VD gerealiseerd dan in de referentie. Maatregelen tegen een laag VD in de referentie draaiden ook in het proefvak, maar deze maatregelen (schermkier, minimum buis) konden in de referentie niet voorkomen dat het VD te laag werd en vaak onder $1,5 \text{ gr}/\text{m}^3$ kwam. Buisverwarming lijkt onvoldoende in staat een laag VD in het gewas te voorkomen. Vooral tussen het gewas was het VD in de referentie vaak te laag. Door de toevoer van droge buitenlucht kon zeker tussen het gewas het VD effectief verhoogd worden. Dit kost echter wel energie. Met het vocht wordt namelijk ook warmte afgevoerd en ook voor het opwarmen van buitenlucht en het laten draaien van de ventilator is energie nodig. Energie besparen en het voorkomen van vochtblaadjes gaan dus niet volledig hand in hand. Hoeveel energiebesparing het kost om met een gesloten scherm een hoger VD in het gewas te realiseren is in deze proef niet vast te stellen geweest. Echter, niet elk ras is gevoelig voor vochtblaadjes, dus door een slim beplantingsplan kan een kweker met buitenlucht toevoer voor elk ras een optimale balans zoeken tussen energie besparen en vochtblaadjes voorkomen.

Op basis van dit project worden de volgende aanbevelingen gedaan naar de praktijk. Kwekers die al een goed energiescherm en/of een dubbel scherm hebben in combinatie met geen of een relatief kleine WKK kunnen investeren in buitenlucht toevoer overwegen. Hiermee is energie besparing te realiseren en bij gevoelige cultivars kunnen vochtblaadjes in aantal teruggebracht worden.

Indien een kweker een WKK heeft waarbij voldoende warmte met de elektriciteitsproductie vrijkomt en er geen manier is om die warmte aan derden te leveren is investeren voor alleen kwaliteitsverbetering mogelijk, maar dan moet er wel een groot probleem zijn met vochtblaadjes. Het overschot aan warmte kan via slurven dan waarschijnlijk beter benut worden om het VD tussen het gewas extra te verhogen dan het aanhouden van een minimum buis. Voor wat betreft het debiet is op basis van deze proef nog steeds moeilijk een sluitend advies te geven voor het benodigde debiet. In deze proef was 8 m^3 per uur zeker voldoende om het VD effectief te verlagen. In de proef in Bleiswijk was 7 m^3 per uur voldoende. Het benodigde debiet kan waarschijnlijk dus wel iets lager zijn, wat de investering kan verlagen. Indien de omstandigheden niet goed zijn (warme vochtige buitenlucht) is een groter debiet evengoed niet zinvol meer. Een voorziening om kaslucht te circuleren lijkt op basis van deze proef niet zinvol. De ventilator moet tenminste op laag en hoog toerental kunnen draaien.

Op dit moment is de techniek om in kassen droge lucht toe te voeren nog volop in ontwikkeling. Het strekt tot de aanbeveling deze ontwikkelingen te volgen. Er wordt in onderzoekssituaties niet altijd meer slurven gebruikt, omdat er in veel gewassen geen plek voor is. Het toevoeren van lucht met slurven in alstroemeria kent ook nadelen, zoals de ruimte die het inneemt en het indeuken van de slurven waardoor de druk afneemt, maar het VD tussen het gewas is er wel effectief mee verlaagd. Ook was zichtbaar dat de droge lucht in het gewas al snel weer vochtig werd. In die zin lijkt de plek waar de lucht is toegevoerd wel de juiste geweest en wordt aanbevolen een installatie te kiezen die ditzelfde kan bereiken. Echter de gemeten verschillen tussen onder en net boven het gewas kunnen ook het gevolg zijn van het niet gescheiden makroklimaat.

Een laatste belangrijke vraag die onbeantwoord blijft is waarom in deze proef de toevoer van droge lucht geen enkele invloed had op afgroeiërs. Dit roept de vraag op of een te grote worteldruk in verhouding tot een lage verdamping wel de oorzaak is van afgroeiërs, of dat het verschil zo groot is dat het niet met verlagen van het VD verholpen kan worden. In feite is simpelweg niet duidelijk hoe en waarom afgroeiërs in alstroemeria ontstaan.

1 Inleiding

1.1 Aanleiding

In de relatief koude teelten, zoals Alstroemeria, amaryllis, freesia en anjer, is bij deze lage teelttemperaturen al snel kans op vochtproblemen. Uit onderzoek met Het Nieuwe Telen Alstroemeria blijkt een energiebesparing mogelijk van 37% (Labrie 2010). Dit blijkt uit de vergelijking van een kas van 144m² bij WUR Glastuinbouw in Bleiswijk waar volgens Het Nieuwe Telen is geteeld (temperatuurintegratie, dubbel scherm en buitenluchtaanzuiging met tot kaslucht opgewarmde buitenlucht) met een kas van 144m² waar volgens de praktijk is geteeld. De productie was gelijk en de kwaliteit was bij het nieuwe telen iets beter omdat de periode dat vochtblaadjes voorkwamen, korter was. Dit laatste komt doordat het vochtdeficit tussen het gewas beter beheersbaar is bij Het Nieuwe Telen. Er is tijdens deze proef een significante relatie aangetoond tussen het aantal vochtblaadjes en het aantal keer dat het vochtdeficit <1,5 g/m³ was in de voorafgaande periode. Dit verband was exponentieel, wat betekent dat het belangrijk is om het vochtdeficit zoveel mogelijk boven de streefwaarde te houden, omdat het aantal vochtblaadjes anders exponentieel toeneemt. Op dit moment is de praktijk huiverig voor het toepassen van temperatuurintegratie en gesloten schermen, omdat met koudere nachten het risico op een te laag vochtdeficit en daarmee het probleem met vochtblaadjes toeneemt. Door temperatuurintegratie te combineren met buitenluchtaanzuiging wordt dit risico minimaal. De opbrengstderving door vochtblaadjes wordt bij alstroemeria geschat op € 2 /m² per jaar. Daarnaast zijn in het najaar (soms al in augustus) en het voorjaar breekstelen en knopverdroging veelvoorkomende problemen. Bij breekstelen knapt de steel doormidden en is daardoor niet meer verkoopbaar. Mogelijk kan Het Nieuwe Telen ook deze problemen verminderen door de verdamping iets te stimuleren juist op de momenten dat deze te laag is. In de praktijk wordt extra gestookt en meer gekierd om vochtblaadjes en afgroei tegen te gaan, maar meestal is dat niet voldoende om ze te voorkomen. Het Nieuwe Telen lijkt het mogelijk te maken om op een effectievere manier vochtblaadjes tegen te gaan (Labrie 2010). Op basis van deze onderzoeksresultaten is vanuit de praktijk een verzoek voor een vervolgonderzoek op praktijkschaal ingediend. Uit de kasproef in Bleiswijk zijn een aantal aandachtspunten naar voren gekomen voor toepassing in de praktijk:

- Teeltwisseling vindt maar eenmaal per 5 à 7 jaar plaats. Het is daarom wenselijk om een systeem toe te passen dat in een bestaand volgroeid gewas in te brengen is.
- De doorzichtige CO₂-darmen met een doorsnee van 10 cm, werden soms dicht gedrukt of omhoog gedrukt door de nieuwe scheuten. Dit heeft niet tot productieverlies geleid in vergelijking met de referentie, maar is niet wenselijk in de praktijk. De slangen controleren op verdrukking zou op praktijkschaal veel tijd kosten. Een ander type slang is dus wenselijk.
- Bij een teelt op substraat in de kasproef in Bleiswijk was het vochtdeficit met de buitenluchtaanzuiging goed onder controle te houden. Lukt dit ook zo goed op een praktijkbedrijf die nog in de grond teelt?

Enkele telers hebben aangeboden om hun bedrijf beschikbaar te stellen voor een praktijkproef. De proef is uiteindelijk aangelegd bij Hoogenboom Alstroemeria in Nieuwe Wetering. Het project is mogelijk geworden door financiering van het Productschap tuinbouw en het ministerie van EL&I binnen het programma Kas als Energiebron en uitgevoerd door Wageningen UR glastuinbouw, LekHabo, Floriconsult groep en LTO Groeiservice. De proef is gedurende het hele traject begeleid door een BCO bestaande uit Maurice Olsthoorn (kweker), Gert van Daalen (kweker), Hans Hoogervorst (kweker), Dick Hoogenboom (kweker), Marco de Groot (Floriconsult) en Jan Fransen (LekHabo) onder secretariaat van LTO Groeiservice.

1.2 Doelstellingen

Technische doelstellingen

Toetsen van het effect van ontvochtiging met buitenluchtaanzuiging op het vochtdeficit ($VD > 1,5 \text{ g/m}^3$) tussen een bestaand volgroeid gewas Alstroemeria in de praktijk, met een slangensysteem dat in een bestaand gewas in te brengen is.

Energiedoelstellingen

Gebaseerd op de resultaten van de proef met Het Nieuwe Telen Alstroemeria op 144 m^2 , is een uiteindelijke energiebesparing op verwarming en ontvochtiging mogelijk van 37% in vergelijking met de referentieteeelt. Voor de maatregelen los toegepast is een besparing berekend voor toepassing van buitenluchtaanzuiging (met minder kieren en minder minimumbuis ca. 16% energiebesparing), temperatuurintegratie (ca. 18% energiebesparing), dubbel scherm (ca. 8% energiebesparing). De gerealiseerde energiebesparing in de praktijk is afhankelijk van de combinatie van toegepaste onderdelen van het concept waar de teler voor kiest en hoever de grenzen worden opgezocht.

In deze praktijkproef was energiebesparing niet realiseerbaar, omdat beïnvloeding van het macroklimaat niet mogelijk was. Scherming en verwarming in het proefvak en de referentie vielen onder dezelfde regeling, die afgestemd was op de situatie in de referentie. Wel kan in deze proef een beeld gekregen worden wanneer opgewarmde buitenlucht nog effectief het VD kan beïnvloeden, dus wanneer alstroemeriakwekers dit op hun bedrijf in kunnen zetten.

Gewasdoelstellingen

Toetsen of productieverhoging mogelijk is door een betere beheersing van de kasluchttemperatuur en het microklimaat. Deze productieverhoging is wellicht realiseerbaar door vermindering van breekstelen. Naast de absolute energiebesparing kan door deze productieverhoging ook de energie-efficiëntie wordt verbeterd. Ook kwaliteitsverbetering door minder vochtblaadjes door betere controle van het vochtdeficit is mogelijk.

1.3 Hypotheses

1.3.1 Hypothese invloed van luchttoevoer op VD in microklimaat

Alstroemeria is een gewas dat bij een relatief lage temperatuur gekweekt wordt. Bij een lage kastemperatuur is het drogend effect door opwarmen van buitenlucht tot kastemperatuur minder sterk en minder vaak effectief. Voor Alstroemeriakwekers is het dus de vraag op welke momenten zij een systeem met droge buitenlucht effectief in kunnen zetten. Om een drogend effect te bereiken is relatief veel lucht nodig, maar voor luchtslangen is maar beperkt ruimte. In deze proef kon maximaal 8 m^3 lucht per uur tussen het gewas geblazen worden. De verwachting was dat hiermee het VD in het najaar, winter en voorjaar effectief beïnvloed kon worden.

1.3.2 Hypothese afgroeiers



Figuur 1. Afgroeier.

Onder afgroeiers verstaat men in de praktijk het spontaan afbreken van de stengel. Afgroeiers ontstaan vaak in een periode van donker weer (of zelfs maar een vochtige nacht) na een periode of dag van veel instraling. Het verschijnsel komt zowel bij jonge scheuten onder in het gewas als bij takken die al bijna oogstrijp zijn voor. De meeste afgroeiers zijn midden in het gewas te vinden. Zowel hele dikke als hele dunne scheuten kunnen afgroeien. Afgroeiers kunnen het hele jaar door voorkomen, maar de piek valt in augustus. De meest gangbare theorie voor het ontstaan van afgroeiers is dat door hoge worteldruk en lage verdamping cellen spontaan knappen in de stengel waardoor de stengel spontaan breekt. (Een alternatieve theorie is dat de stelen pas knappen na een mechanische tik of omdat ze tijdens de strekking blijven haken in het steungaas.) Het lijkt erop dat de stevigheid van de cellen niet bestand is tegen de sterkte van de worteldruk. Bij alstroemeria ontstaat op deze momenten ook guttatie, maar vermoedelijk is dit niet altijd voldoende om de celspanning omlaag te brengen. Een alstroemeria tak wordt pas hard bij het rijp worden van de bloem, daarvoor is de steel vaak erg slap en bij hoge waterspanning ook bros. In theorie kan buitenluchttoevoer de RV verlagen, waardoor de verdamping toe kan nemen waardoor de celspanning kan dalen waardoor de plant minder gevoelig zal zijn voor afgroeiers.

1.3.3 Hypothese vochtblaadjes



Figuur 2. Vochtblaadje.

Het vermoeden is dat bij vochtblaadjes calciumgebrek een rol speelt. Calcium komt de plant binnen via de wortelpuntjes door de sapstroom die ontstaat door zuigspanning als gevolg van verdamping door het gewas. Calcium wordt in de groeipunten ingebouwd in celwanden en speelt een belangrijke rol voor de stevigheid en de flexibiliteit van de cellen. Na de aanleg van de cellen volgt de cel strekking. Eenmaal in deze fase kan een tekort aan calcium in de celwand niet meer goedgeemaakt worden. Een cel die is aangelegd met een tekort aan calcium zal zwakker zijn en zwakker blijven. De hypothese is dat vochtblaadjes ontstaan door bladcellen die zwak zijn als gevolg van calciumgebrek en knappen doordat zij zich bij een snelle wisseling van het klimaat onvoldoende snel kunnen aanpassen. In een proef met “Het Nieuwe Telen” in Bleiswijk is aangetoond dat vooral het aantal momenten dat het VD onder de $1,5 \text{ g/m}^3$ daalt belangrijk is voor het ontstaan van vochtblaadjes.

In theorie kan toevoer van droge buitenlucht voorkomen dat het VD te vaak te laag is, waardoor minder vochtblaadjes zullen ontstaan.

Voor meer informatie over afgroeiers en vochtblaadjes zie Bijlage III.

2 Proefopzet

2.1 Proefbedrijf Hoogenboom alstroemeria

De proef is uitgevoerd bij Hoogenboom Alstroemeria in Nieuwe Wetering. Het proefvak besloeg 1 kap van een plantvak van 1000 m² binnen een grotere afdeling. Het totale bedrijfsoppervlak is 28.000 m². Enkele algemene kenmerken van de kas met het proefvak staan weergegeven in Tabel 1.

Cultivar	Primadonna (2 jaar oud gewas bij start)
Bedlengte	78 meter
Bedbreedte	Grondteelt met 120 bed+ 40 cm pad. 8 bedden per tralie
Scherf	LS 16 dubbele bandjes
Watergift	Regenleiding 2 l/m ² /minuut-1 Watergift zomers 15 l/week Watergift winter 5 l/week
Belichting	8000 lux SON-T
Verwarming/koeling	Grondkoeling en verwarming met ondernet buis-rail

In de discussie met de BCO is opgemerkt dat het onderdoor watergeven met de regenleiding ook voor een vochtiger microklimaat zorgt doordat de bodem in zijn geheel erg nat is, waardoor de situatie op het bedrijf aangemerkt mag worden als een vochtige kas. Zowel vochtblaadjes als afgroeiers komen in gevoelige rassen, waaronder Primadonna, regelmatig voor.



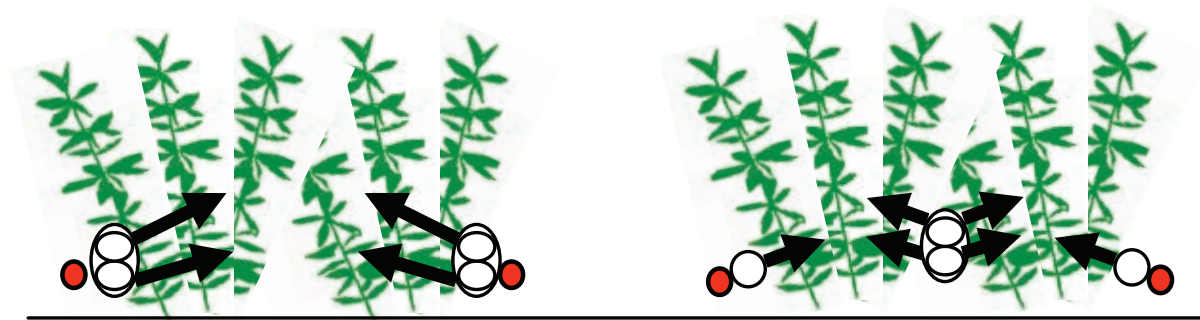
Figuur 3: Dubbele slurven naast het bed.

2.2 Positie van de slurven

In de proef in Bleiswijk is gewerkt met drie slangen met een doorsnee van 10 cm per bed. Bij een jonge aanplant is dat relatief eenvoudig aan te brengen, maar bij een bestaand gewas is dat een stuk minder eenvoudig. Ook drukken de nieuwe scheuten de slang soms dicht als deze onvoldoende vormvast is. Om buitenluchtaanzuiging in een bestaand gewas in de praktijk met bedden van 78 meter toe te passen waren dus aanpassingen vereist. Meest eenvoudige zou zijn als de middelste slang niet nodig is, maar dat is wel de plek waar de ontvochtiging het belangrijkste is. In dit onderzoek is vastgesteld of ook zonder deze middelste slang voldoende luchtdoordringing mogelijk is.

Hiervoor zijn bij het Hoogenboom Alstroemeria in Nieuwe Wetering in twee bedden Primadonna slangen geïnstalleerd: het ene bed met een slang van 10 cm doorsnee aan beide zijanten en in het midden een dubbele slang van 2*12,5 cm doorsnee. Bij deze dubbele slang zat een naad in het midden waardoor de slang minder breed is in opgeblazen toestand en zo beter in het bed paste. Het andere bed is uitgerust zonder slang in het midden, maar met dubbele slangen van ieder 2*10 cm doorsnee aan beide zijden van het bed. Het debiet was in beide bedden dan hetzelfde.

Samen met de begeleidingscommissie en het installatiebedrijf heeft Wageningen UR Glastuinbouw rookproeven uitgevoerd met beide systemen. Hier was te zien dat ook in het bed zonder middenslang de lucht voldoende ver in het gewas doordrong. Dit door de verre luchtuitworp van de dubbele slangen aan de zijkant. Omdat de doordringing voldoende leek te zijn met alleen slangen aan de buitenzijde en de arbeid van een slang tussen het gewas (ca. 2 manuren per bed) en risico op dichtdrukken en kromme scheuten vermeden kan worden, is besloten om voor de praktijkproef te kiezen voor het systeem met alleen slangen aan de zijkant. In de proef is het effect op het microklimaat onderzocht.



Figuur 4. Schematische tekening van de positie van slurven die bij de rookproeven zijn getest.



Figuur 5: LBK aan de achtergevel van het proefvak.

2.3 Buitenluchtventilatiesysteem

In de kopgevel was een luchtbehandelingkast (LBK) in de gevel gemonteerd waarmee lucht kon worden:

- gerecirculeerd;
- aangevoerd van buiten;
- verwarmd.

De maximale inblaascapaciteit van de luchtbehandelingskast (LBK) bedroeg $8 \text{ m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{h}$.

De luchtbehandelingskast was voorzien van twee luchtkleppen met motor, een verwarmingsblok en een modulerende ventilator.

Vanaf de LB-kast was aan de gevel een luchtverdeelsysteem gemonteerd waarop geperforeerde de slangen waren aangesloten. Het verwarmingsblok kreeg warmwater van de buisrailverwarming. De hoeveelheid warmte werd geregeld met een motorbediend klepje.

Tussen een Alstroemeria gewas is nagenoeg geen ruimte om geperforeerde slangen aan te brengen. Om toch $8 \text{ m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{h}$ lucht te transporteren en goed tussen het gewas te verdelen, was voor deze proef een speciale slang geconfectioneerd. Een $\varnothing 250 \text{ mm}$ slang was van een middennaad voorzien waardoor er 2 $\varnothing 125 \text{ mm}$ luchtkamers ontstaan. Vervolgens zijn beide luchtkamers aan de gewaskant van 2 rijen perforaties voorzien (zie tekening).

Bij gebrek aan functionaliteit in de klimaatcomputer was gekozen voor een autonome regelaar, het Total Control System (TCS) van Lek/Habo.

Voor de proef is software geschreven waarmee op basis van de actuele situatie binnen en buiten de kas, de lucht-hoeveelheid, -temperatuur en verversing in de kas kon worden geregeld. Op het TCS systeem waren aangesloten:

- luchtklepmotoren;
- ventilatormotor;
- klepmotor verwarming;
- Ectron meetbox (kas);
- Butron meetbox (buiten);
- Lucht- en watertemperatuurmetingen.

Alle metingen, sturingen en standmeldingen zijn gedurende de proef gelogd.



Figuur 6: Schematische weergave van luchttoevoer in het gewas.

2.4 Waarnemingen en meetnet

Het volgende meetnet is aangelegd om micro klimaat, macro klimaat, het gewas en het verloop van de buitenluchttoevoer te monitoren:

Meetpalen

- 2 meetpalen (I4all's) van WUR met PAR, CO_2 , kastemperatuur, planttemperatuur, RV en W.E.T. sensor (vochtgehalte, EC en temperatuur van de bodem) boven gewas in proefvak en referentievak.



Figuur 7. Meetpaal.

Gewassensensoren

- 12 draadloze sensoren RV en temperatuur tussen gewas (Wisensys)
- 6 tussen gewas in proefvak en 6 in het referentievak waarvan per vak 3 sensoren op kophoogte en 3 sensoren midden in het gewas (hoogte 2de gaas)

Aansturing LBK

- Extra controller met 8 kanalen op een meetpaal om de informatie voor de aansturing van de buitenluchttoevoer via LetsGrow.com te volgen.

Klimaatcomputer Hoogenboom

De volgende data was via letsgrow.com van het proefvak beschikbaar voor het onderzoek.

- Buistemperatuur (ondernet)
- stand luchtramen luwe zijde
- stand luchtramen wind zijde
- belichting (aan/uit)
- horizontale ventilatoren boven in de kas (aan/uit)
- stand schermdoek (onder)
- stand schermdoek (boven)
- watergift
- Meteo gegevens (instraling, uitstraling, wind)

Gewaswaarnemingen

Er zijn in de referentie en in het proefvak 9 waarnemingsvelden aangelegd van 4 m lang en een bed breed. Deze velden zijn aangelegd nadat in juni via een verlenging financiering beschikbaar is gekomen voor gewaswaarnemingen. Tweewekelijks werden aantal afgroeieters en vochtblaadjes geteld.

In Bijlage 1 is een plattegrond van het proefvak met locatie van meetvelden en het meetnet opgenomen.

3 Resultaten en discussie

3.1 Inleiding

Het omgaan met de installatie is verlopen via een proces van voortschrijdend inzicht dat zich ontwikkelde door afwisselend uitwerking van meetresultaten en discussie in de BCO. De resultaten, zoals uitgewerkt en besproken tijdens de BCO vergaderingen, zijn daarom chronologisch weergegeven in Bijlage III.

In dit hoofdstuk worden de belangrijkste resultaten van het onderzoek behandeld ingedeeld in invloed op het microklimaat, invloed op het gewas en energieverbruik.

3.2 Invloed op het microklimaat

3.2.1 Luchtvochtigheid in en boven het gewas

Met gewassensoren is gedurende de gehele proef de RV en temperatuur gemeten in het gewas ter hoogte van het middengaas (onder) en boven het gewas op kophoogte (boven). De meetbox van de aansturing, de meetpalen en de meetbox van de kweker bevinden zich ook op kophoogte.

Het effect van de installatie was sterk afhankelijk van het verschil in absoluut vochtgehalte tussen de buitenlucht en de kaslucht. Daarom is voor perioden met verschillende temperaturen een uitwerking van de resultaten weergegeven.

3.2.1.1 Microklimaat in een zeer koude periode

In 2012 waren de eerste twee weken van februari zeer koud. Het effect dat met buitenluchttoevoer bij een temperatuur onder het vriespunt bereikt kan worden is in die periode goed te bepalen geweest. De gemiddeld gemeten waarden zijn weergegeven in Figuur 8. en Figuur 9. Dit zijn metingen op basis van 5 minutenwaarden uit gewassensoren. Gerealiseerd moet worden dat in deze periode veel is gestookt op temperatuur en er altijd een warme buis aan stond. De regeling van de LBK (luchtbehandelingskast) was op dit moment als volgt ingesteld

- VD 4: buitenluchtklep open en ventilator op 60%.
- VD 3: buitenluchtklep open en ventilator op 100%
- Terugschakelen naar ventilator 60% bij VD 3.5
- Terugschakelen naar uit bij VD 4.5

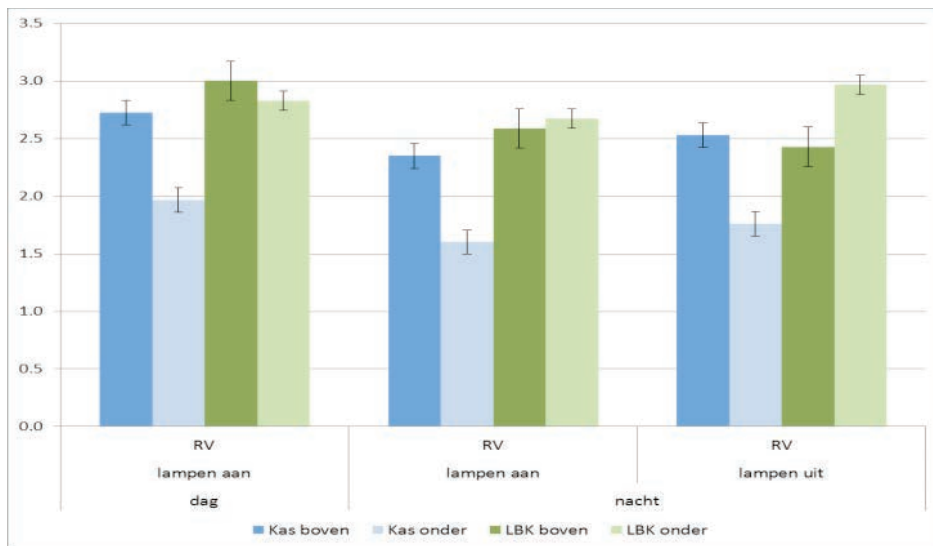
Met als voorwaarde:

Als het buiten een tijd vochtiger is dan in de kas, dus het verschil in absoluut vochtgehalte is negatief.

En het is gelijktijdig buiten minder dan 3 graden kouder dan in de kas.

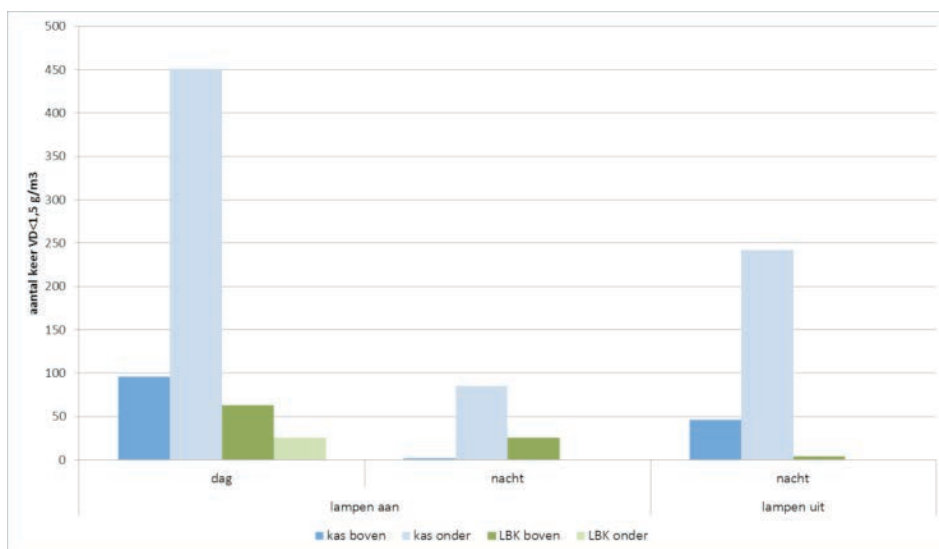
Dan: de buitenluchtklep moet sluiten en de recirculatieklep openen en de ventilatorregeling laten zoals deze is.

Bij het interpreteren van de onderstaande resultaten dient beseft te worden dat er in deze proef relatief veel buitenlucht is toegevoerd omdat niet gewerkt kon worden in een situatie met gesloten scherm en een afgesloten afdeling. Door veel buitenlucht toe te voeren is het macroklimaat naar verwachting buiten spel gezet.



Figuur 8. Gemiddeld VD in proefvak (LBK) en referentie (kas) en op kophoogte (boven) en tussen het gewas (onder) over de periode tussen 30-1-2012 en 9-02-2012. (gem. etmaaltemp. -5 °C).

Opvallend is dat vooral het VD tussen het gewas verhoogd wordt. Boven het gewas is het VD vergelijkbaar met de referentie. In de nacht zonder belichting wordt het VD tussen het gewas zelfs duidelijk hoger dan net boven het gewas. Wellicht voegt het gewas op de korte weg tussen de twee sensoren al een duidelijke hoeveelheid vocht aan de lucht toe, maar ook kan dit een invloed zijn vanuit het makroklimaat uit het bedden naast het proefvak.



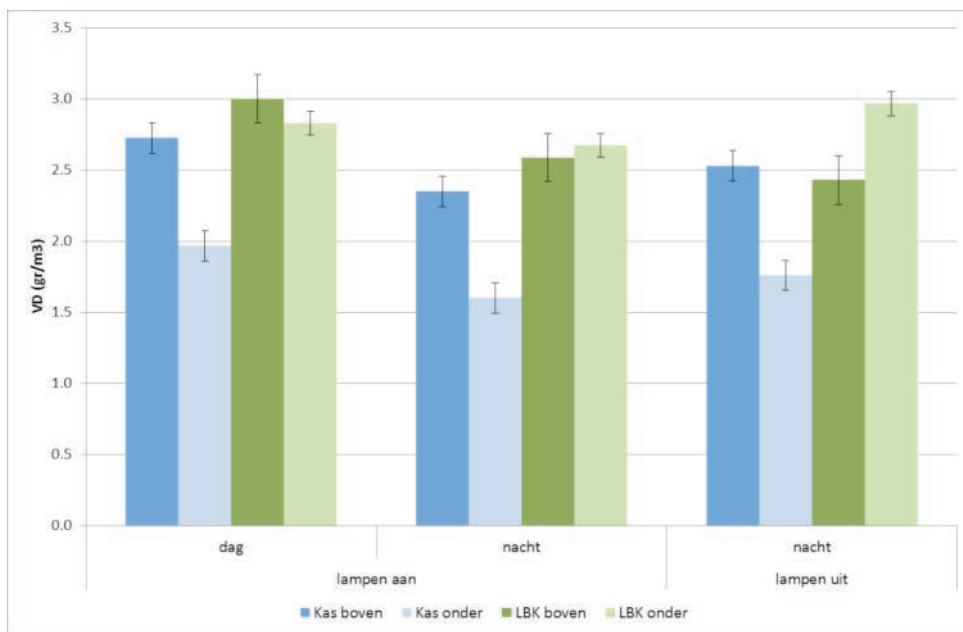
Figuur 9. Gemiddeld aantal keer dat $VD < 1,5 \text{ gr/m}^3$ in proefvak (LBK) en referentie (kas) en op kophoogte (boven en tussen het gewas (onder) over de periode tussen 30-1-2012 en 9-02-2012. (gem. etmaaltemp. -5 °C).

Als het aantal keer dat het VD onder de 1,5 komt wordt bekeken dan is dit in het proefvak duidelijk veel minder vaak. Indien in het proefvak het VD laag is, dan gebeurt het op de dag als het systeem ook wel eens uit is omdat de meetbox boven het gewas een VD meet die boven de aanschakelwaarde ligt. Er is in deze periode veel warmtevraag geweest voor het ontvochtigen, omdat de koude lucht relatief veel opgewarmd moest worden. Echter de LBK had in die situatie minder draaiuren nodig.

3.2.1.2 Microklimaat op een gematigde winterdag.

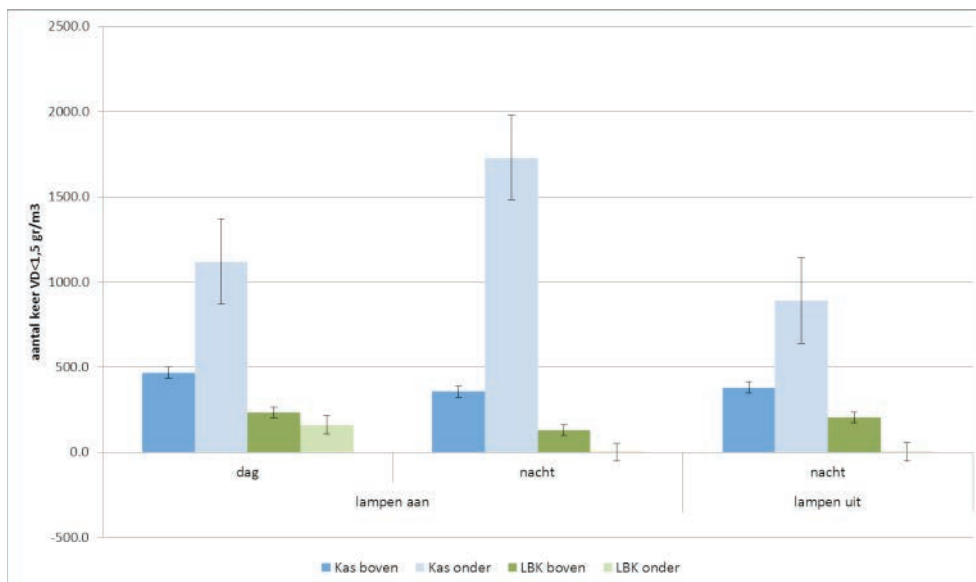
In 2012 waren de eerste twee weken van januari warm voor de tijd van het jaar. De gemiddelde etmaaltemperatuur was 7 °C ten opzicht van -5 °C de eerste twee weken van februari.

De regeling voor buitenluchttoevoer was in deze twee perioden gelijk. De gemiddeld gemeten waarden zijn weergegeven in Figuur 10. en Figuur 11. Dit zijn metingen op basis van 5 minutenwaarden uit gewassensoren.



Figuur 10. Gemiddeld VD in proefvak (LBK) en referentie (kas) en op kophoogte (boven) en tussen het gewas (onder) over de periode tussen 27-12-2011 en 08-01-2012. (gem. etmaaltemp. 7 °C).

Bij een meer gematigde temperatuur wordt minder gestookt en daardoor is het verschil in VD op kophoogte en tussen het gewas in de referentie zeer duidelijk. In het proefvak is dit verschil er niet of nauwelijks gedurende de belichte periode en in de nacht is het VD tussen het gewas zelfs hoger dan boven het gewas. Er zijn in deze situatie wel meer draaiuren nodig dan in de koudere periode, omdat de ingeblazen lucht relatief vochtiger is.

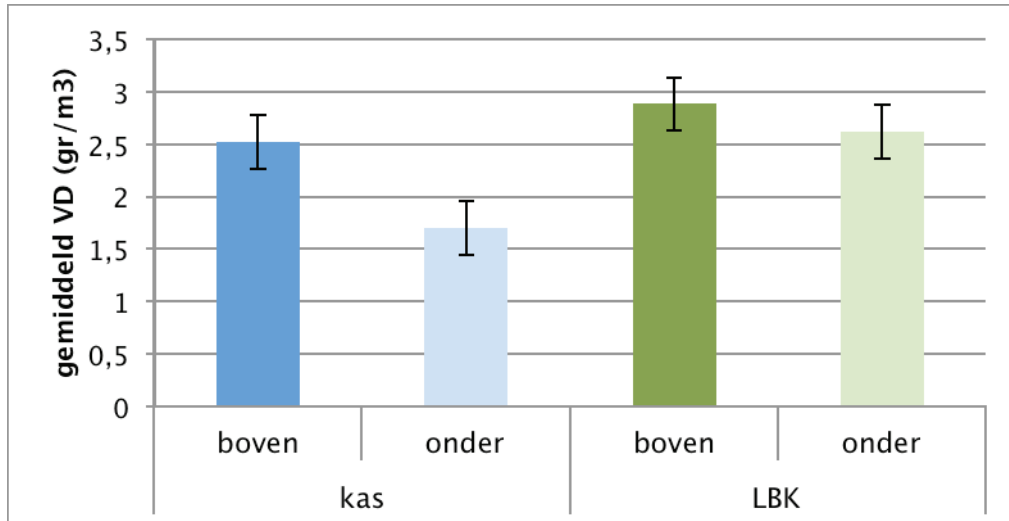


Figuur 11. Gemiddeld aantal keer dat $VD < 1,5 \text{ gr/m}^3$ in proefvak (LBK) en referentie (kas) en op kophoogte (boven) en tussen het gewas (onder) over de periode tussen 27-12-2011 en 08-01-2012. (gem. etmaaltemp. 7 °C).

Het aantal momenten dat het VD onder $1,5 \text{ gr/m}^3$ is gekomen is in deze periode zeer groot geweest in het referentie vak. Vooral als de lampen aan zijn in de nacht loopt tussen het gewas het VD vaak zeer ver terug. In het proefvak is dit nog steeds zeer weinig het geval geweest. Alleen in de lichtperiode is dit soms voorgekomen.

3.2.1.3 Microklimaat op een herfstdag

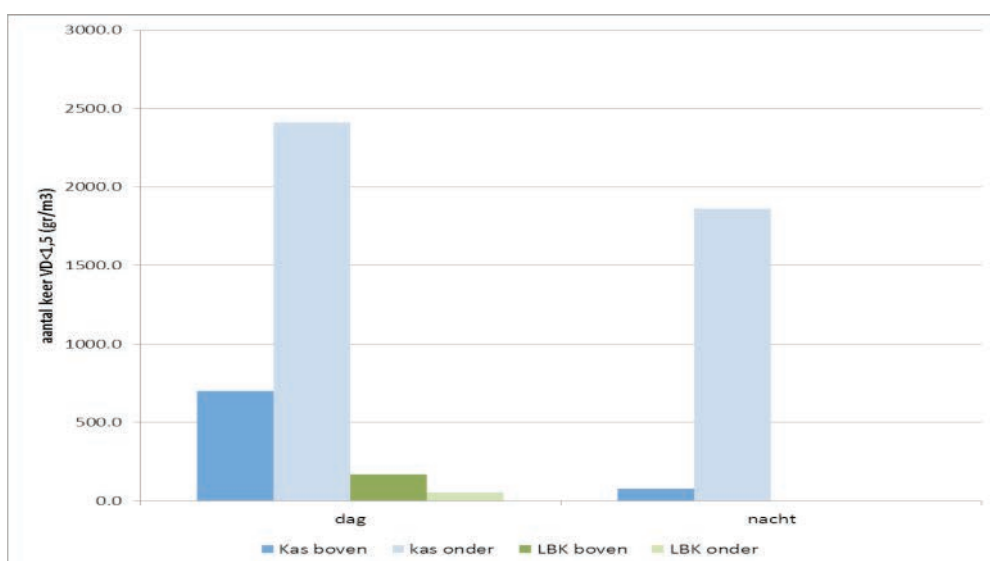
In oktober 2011 was in de periode tussen 24 en 30 oktober de gemiddelde etmaal temperatuur 11,5 °C. In deze periode draaide het systeem volgens een andere regeling zoals beschreven in paragraaf 3.2.1.1. De ventilator draaide 100% bij een VD onder 3,5 g/m³ of anders 0%. De gemiddeld gemeten waarden zijn weergegeven in Figuur 12. Dit zijn metingen op basis van 5 minutenwaarden uit gewassensoren.



Figuur 12. Gemiddeld VD in proefvak (LBK) en referentie (kas) en op kophoogte (boven) en tussen het gewas (onder) over de dagen 24-10-2011, 29-10-2011 en 30-10-2012 (gem. etmaaltemp). 12,1 °C).

In Figuur 12. is af te lezen dat in deze periode het VD door het toevoeren van buitenlucht nog steeds positief werd beïnvloed. Het spreekt voor zich dat in deze periode de ventilator meer toeren heeft gemaakt en dat er minder warmte nodig is geweest.

In Figuur 13. is het gemiddelde aantal keer dat het VD >1,5 gr/m³ was over de periode tussen 27 november en 5 december te zien. Ook in deze periode gaf de toevoer van droge buitenlucht een duidelijke verlaging van het aantal keer dat het VD onder 1,5 gr/m³ zakte. Het niet getoonde gemiddelde VD was gelijk aan de situatie begin januari met een vergelijkbare temperatuur.



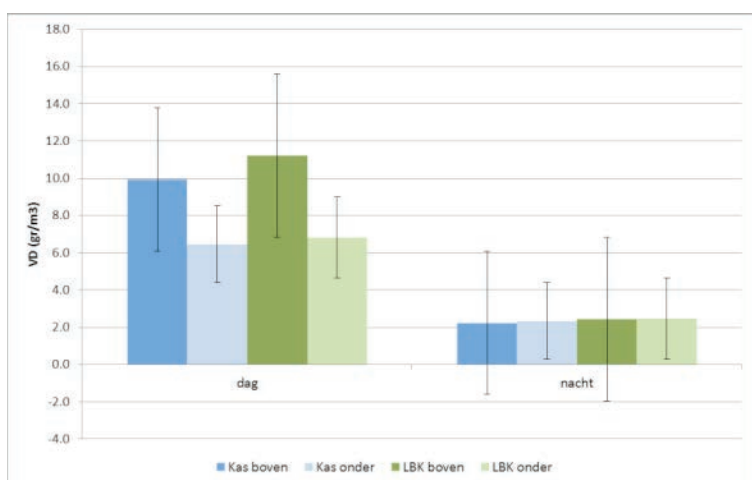
Figuur 13. Gemiddeld aantal keer VD <1,5 gr/m³ in proefvak (LBK) en referentie (kas) en op kophoogte (boven) en tussen het gewas (onder) over de periode 27-11-2011, 05-12-2012 (gem. etmaaltemp). 8,6 °C).

3.2.1.4 Microklimaat in een warme periode in augustus

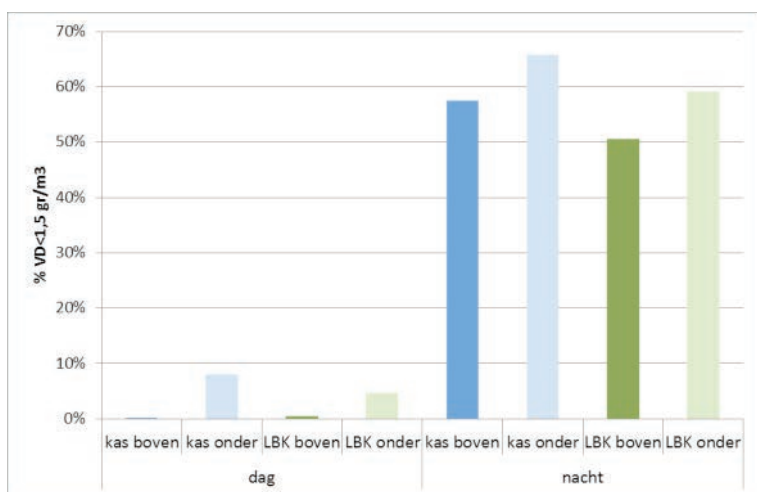
In de zomerperiode is een poging ondernomen om met toevoer van buitenlucht het ontstaan van afgroei te verminderen. Hiervoor werd bij een VD onder 4 gr/m^3 buitenlucht door de slurven geblazen met 100% ventilatorcapaciteit, dus maximale toevoer van buitenlucht.

Als resultaat van deze actie zijn 2 momenten in dit rapport uitgewerkt. Als eerste de eerste week van augustus wat een vrij warme periode was (gem. temperatuur 19°C). De resultaten zijn weergegeven in Figuur 14. en Figuur 15. Vervolgens de laatste 10 dagen van juli, waarin de temperatuur 3°C lager was, in Figuur 16. en Figuur 17.

In de grafieken met het aantal keer dat het VD onder de $1,5\text{ gr/m}^3$ is gekomen is het aantal keer in een % ten opzichte van het aantal metingen uitgedrukt. Door het uitvallen van enkele gewassensoren was niet van iedere positie een gelijk aantal waarnemingen beschikbaar. Het aantal metingen onder $1,5\text{ gr/m}^3$ liep uiteen van 37 keer in 10 dagen tot ruim 11.000 keer. Ook in de zomer kan het VD tussen het gewas dus nog zeer vaak onder de $1,5\text{ gr/m}^3$ komen.

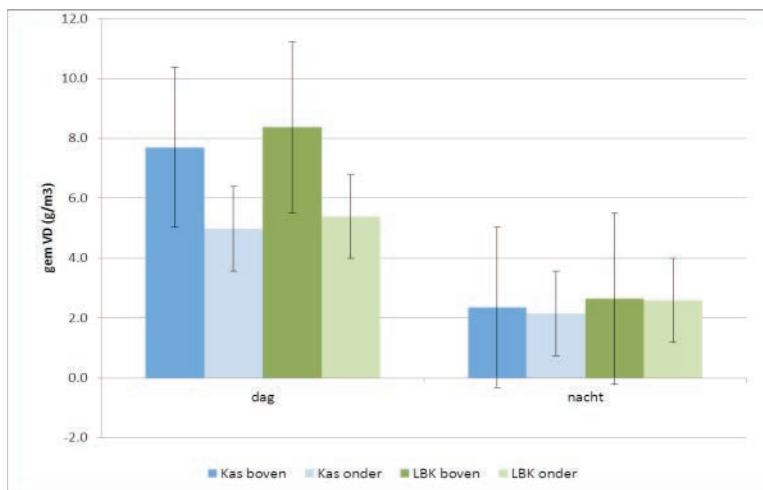


Figuur 14. Gemiddeld VD in proefvak (LBK) en referentie (kas) en op kophoogte (boven) en tussen het gewas (onder) over de dagen 01-08-2011 tot 07-08-2011 (gem. etmaaltemp). 19°C).

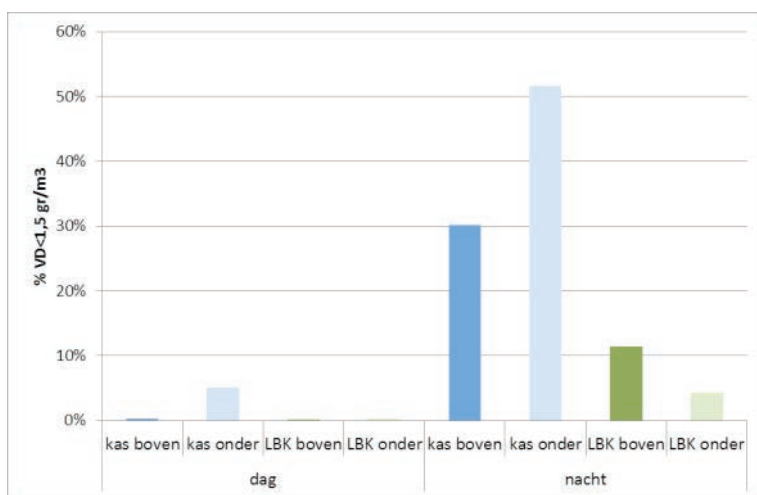


Figuur 15. % van totaal metingen dat $\text{VD} < 1,5\text{ gr/m}^3$ in proefvak (LBK) en referentie (kas) en op kophoogte (boven) en tussen het gewas (onder) over de dagen 01-08-2011 tot 07-08-2011 (gem. etmaaltemp). 19°C).

In de periode tussen 1 en 7 augustus heeft het toevoeren van buitenlucht nagenoeg geen invloed gehad op het vochtgehalte in het microklimaat. De installatie heeft overdag niet gedraaid in deze periode, maar wel elke avond. Er was ook geen minimum buis actief.



Figuur 16. Gemiddeld VD in proefvak (LBK) en referentie (kas) en op kophoogte (boven) en tussen het gewas (onder) over de dagen 21-07-2011 tot 31-07-2011 (gem. etmaaltemp). 16 °C).



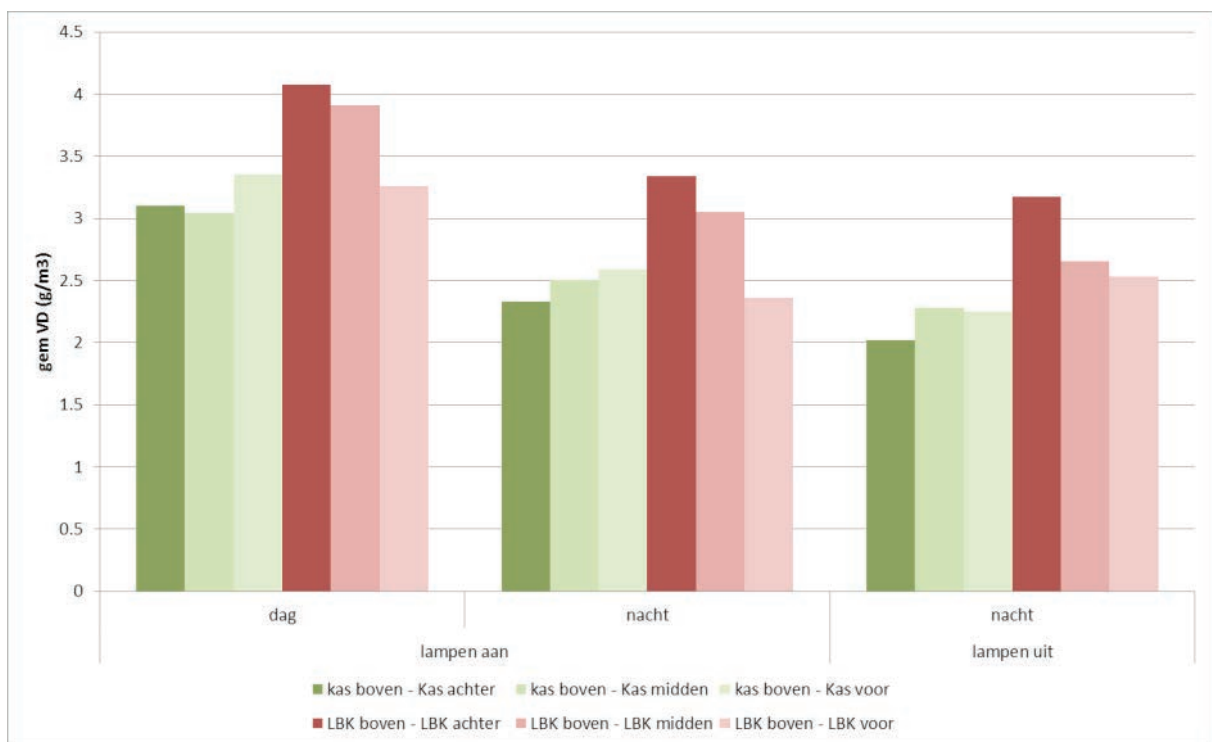
Figuur 17. % van totaal metingen dat $VD < 1,5 \text{ gr/m}^3$ in proefvak (LBK) en referentie (kas) en op kophoogte (boven) en tussen het gewas (onder) over de dagen 21-07-2011 tot 31-07-2011 (gem. etmaaltemp). 16 °C).

In de periode eind juli is een minimaal effect te zien van het toevoeren van buitenlucht. De buitentemperatuur was 's nachts onder de kastemperatuur waardoor een VD onder $1,5 \text{ g/m}^3$ nog voorkomen kon worden. In deze situatie opereert het systeem aan de grens van het mogelijke. Men moet zich altijd afvragen of het toevoeren van buitenlucht zinvol is. Binnen de BCO is discussie gevoerd over de mogelijk positieve invloed van luchtbeweging op afgroeiërs en het is om deze rede dat in deze periode van het jaar toch intensief buitenlucht is toegevoerd. Onder een positief resultaat werd verstaan het voorkomen van afgroeiërs. In paragraaf 4.3 zal de invloed op het gewas aan de orde komen.



3.2.2 Verdeling van VD in de kas

Om de verdeling van de droge lucht in de kas te bepalen is bij aanvang van de proef een rookproef uitgevoerd. Hierbij is rook uit een rookmachine aan het begin van de slurf ingeblazen in een draaiend systeem (Figuur 18.). De verdeling leek goed te voldoen voor de proef, al viel op dat vrij veel rook via het pad omhoog kwam. De rook leek voldoende snel en in voldoende grote hoeveelheden van achter naar voren te komen. Tijdens de proef is van een aantal perioden de data bekeken op verschil effect op het microklimaat van achter naar voren. De resultaten hiervan zijn weergegeven in Figuur 19.



Figuur 19. Gemiddeld VD in proefvak (LBK) en referentie (kas) van achter in de kas (uitlaat LBK) naar midden naar voor in de kas over de periode tussen 30-1-2012 en 9-02-2012. (gem. temperatuur. -5 °C).

Figuur 19. laat een aflopend VD zien van achter naar voren. De droge lucht komt dus waarschijnlijk niet in dezelfde mate voor in de kas als achter. Deze metingen zijn aan het eind van de proef uitgevoerd. Scheuten van planten die wat meer buiten het bed staan groeiden tegen de slurf en drukten de slurf in. Ook werden de slurven met paaltjes weggehouden van de buisrail. Dit is nodig i.v.m. de karren die over de buisrail rijden. Dit drukte de slurven ook enigszins in. Dit kan verklaren dat de druk meer afnam dan berekend. De plek in de kas van de slurven en het flexibele materiaal is in dat opzicht niet optimaal. De kweker vreesde ook dat misschien ook meer ziekten en plagen voor zouden komen in het bed omdat dit afgesloten was door de slurven. Dit is echter in het proefjaar niet opgetreden.

3.3 Invloed op het gewas

Voor de invloed op het gewas waren in eerste instantie geen concrete waarnemingen in het projectplan opgenomen. Er is later vanuit Kas als Energiebron geld beschikbaar gesteld om het project langer te laten doorgaan en hierbij gewaswaarnemingen uit te voeren. Vanaf half juni zijn vervolgens tweewekelijks gewaswaarnemingen gedaan. Hierbij is gekeken naar het aantal afgroeiers en het aantal vochtblaadjes in negen telvakken per behandeling.

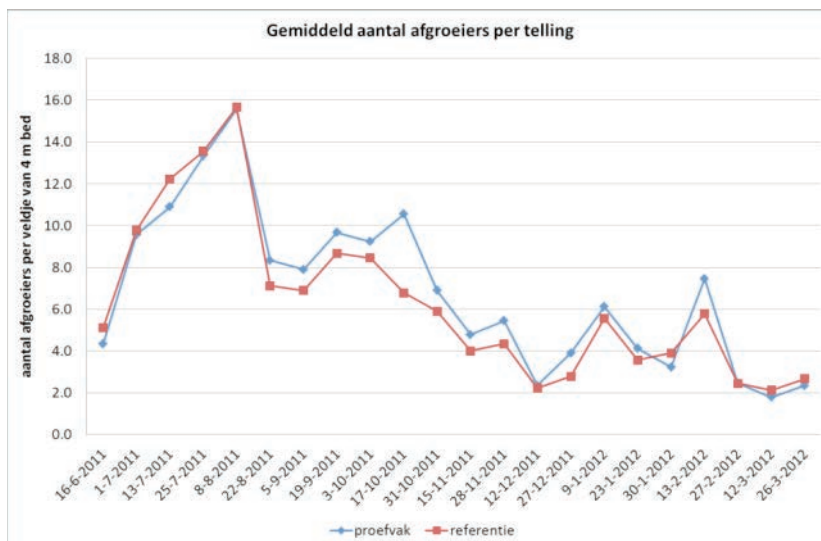
3.3.1 Afgroeiers



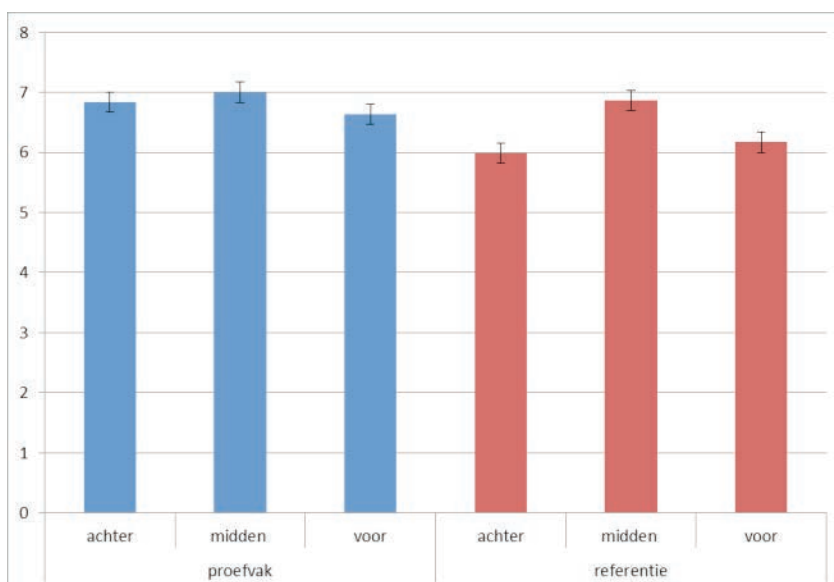
Het resultaat van de tellingen van het aantal afgroeiers is weergegeven in Figuur 21. In de Figuur is te zien dat het aantal afgroeiers een piek heeft gehad in juli en augustus. Vanaf oktober komt het aantal afgroeiers stabiel op een lager niveau. Er komen wel het hele jaar door nog afgroeiers voor. Bij het einde van de proef in maart was het aantal afgroeiers op een laag niveau. Er is geen duidelijk verschil tussen proefvak en referentie te zien. Alleen in september en oktober zijn in het proefvak een fractie meer afgroeiers geteld. Cumulatief zijn er gemiddeld per veldje van 4 meter bed in het proefvak 150 en in de referentie 140 afgroeiers geteld.

Figuur 22. laat zien dat in de referentie in het midden iets meer afgroeiers waren dan in de veldjes aan de uiteinden van het bed. Hetzelfde is in mindere mate zichtbaar in het proefvak. De verschillen zijn klein, maar doen wel vermoeden dat er een factor van invloed is geweest, die in de veldjes in het midden meer aanwezig is geweest dan aan de gevels.

Er is in de BCO veel discussie geweest over het ontstaan van afgroeiers. Het is gezien de gangbare hypothese dat afgroeiers ontstaan als gevolg van hoge worteldruk bij een lage verdamping opvallend het verlagen van het VD geen enkele invloed heeft op het ontstaan van afgroeiers. Om meer te begrijpen over afgroeiers is een camera op het gewas gezet (Figuur 20.). Het is echter niet gelukt een afgroeier vast te leggen. Het ontstaan van afgroeiers is daarmee met dit onderzoek alles behalve duidelijker geworden. Het enige dat duidelijk is, is dat met het verlagen van het VD binnen het bereik dat in deze proef gerealiseerd is, het aantal afgroeiers niet minder wordt.



Figuur 21. Aantal afgroeiërs in proefvak en referentie gemiddeld per veldje van 4 m bed over 9 veldjes per vak.

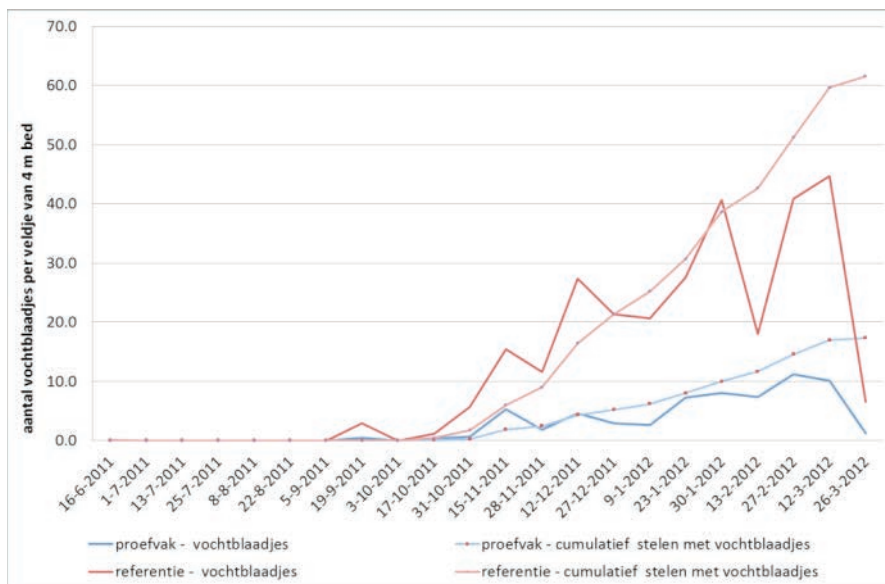


Figuur 22. Gemiddeld aantal afgroeiërs per veldje achter, midden en voor in het proefvak en referentie over de periode tussen half juni 2011 en eind maart 2012.

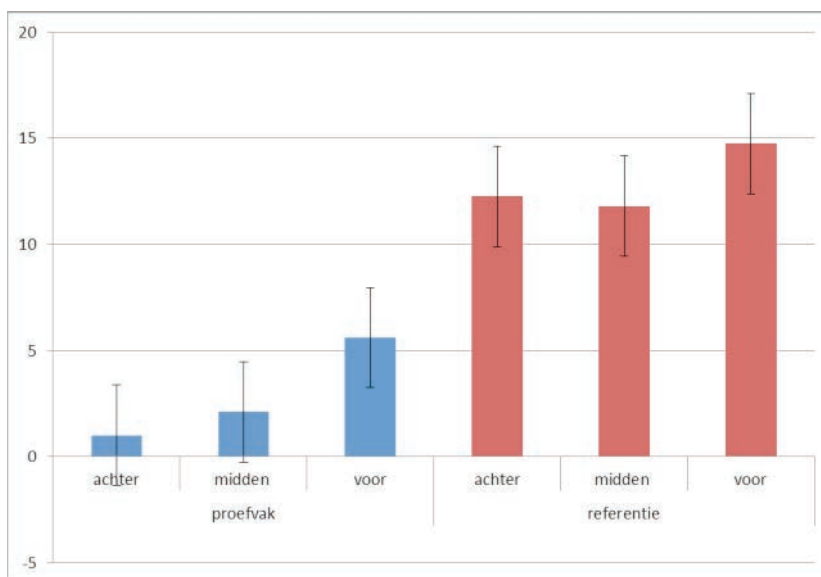
3.3.2 Vochtblaadjes

De resultaten van de waarneming van het aantal vochtblaadjes en het aantal stelen met vochtblaadjes is weergegeven in Figuur 23. Er is een duidelijk verschil tussen proefvak en referentie. In het proefvak zijn veel minder vochtblaadjes geteld en ook het aantal stelen met vochtblaadjes was minder. In de referentie kwamen in een veldje van 4 m bed gemiddeld 61 stelen met vochtblaadjes voor, terwijl dit in het proefvak 17 stelen (28% t.o.v. referentie) waren. Door toevoer van buitenlucht was dus gemiddeld een reductie van 72% mogelijk.

Figuur 24. laat zien dat binnen het proefvak het aantal vochtblaadjes opliep van achter, midden naar voor. Hierbij moet wel opgemerkt worden dat ook in de referentie voor in het vak meer vochtblaadjes voorkwamen. Zoals bij de beschrijving van het microklimaat is aangetoond was het VD door buitenluchttoevoer achter het meest omhoog gebracht en liep dit naar voren af. Het aantal vochtblaadjes volgt dus het verloop van het VD. Omdat er slechts twee vakken zijn kan hier geen statistiek op losgelaten worden. Evengoed is in dit onderzoek wel duidelijk geworden dat het verlagen van het VD door toevoeren van droge buitenlucht effectief ingezet kan worden om het aantal vochtblaadjes te verlagen.



Figuur 23. Gemiddeld aantal vochtblaadjes per veldje van 4 m in het proefvak en de referentie en het cumulatief aantal stengels met vochtblaadjes per veldje.



Figuur 24. Gemiddeld aantal vochtblaadjes per veldje achter, midden en voor in het proefvak en referentie over de periode tussen half juni 2011 en eind maart 2012.

Bij de waarnemingen van afgroeiers en vochtblaadjes moet opgemerkt worden dat op dit bedrijf relatief veel afgroeiers en vochtblaadjes waren. Het gewas was ook groeikrchtig.

3.3.3 Energieverbruik

In het onderzoek in Bleiswijk voorafgaande aan deze proef is aangetoond dat door toepassing van “Het Nieuwe Telen” een energiebesparing op de warmtevraag van 37% mogelijk zou zijn. In deze proef kon deze besparing echter niet gerealiseerd worden omdat schermgebruik en verwarming in het proefvak meeliepen met de referentie en omdat het macroklimaat sterk beïnvloed zou zijn door de referentie door het ontbreken van een tussenscherm. De hoeveelheid buitenlucht die nu maximaal toegevoerd werd was 8 m³ per uur. Doordat het proefvak niet kon worden afgesloten is ook niet te zeggen of dit debiet een vereiste is, of dat het, als de schermen gesloten zijn, ook met een debiet van 5 m³ per uur in de meeste gevallen wel lukt om het VD voldoende laag te houden.

Het energieverbruik in deze proef kan daarom niet of nauwelijks een indicatie geven voor het energieverbruik bij het toepassen van buitenluchttoevoer in een hele kas. Toch zijn er een aantal zaken met betrekking tot energieverbruik die wel vermeld kunnen worden.

Het energieverbruik als gevolg van buitenluchttoevoer valt uiteen in de volgende elementen:

- Warmtevraag voor opwarmen van de buitenlucht tot kasttemperatuur
- Elektriciteit voor het draaien van de ventilator
- Warmte in vocht dat door toevoer van buitenlucht met kaslucht uit de kas verdwijnt.

Vooraf het laatste punt zorgt ervoor dat het voorkomen van vochtblaadjes niet altijd gelijk op gaat met energiebesparing. Om het VD hoger te houden is meer energie nodig. Door een grote hoeveelheid vocht af te voeren, voer je ook een grote hoeveelheid warmte af. Goed isoleren is dus een vereiste, daarmee worden de verliezen door uitstraling en door ongecontroleerde luchtuitwisseling voorkomen. Daardoor kan de buistemperatuur omlaag. Ook kan bij een goede vochtafvoer het energiescherm veel meer uren gesloten worden, namelijk altijd wanneer het buiten net iets kouder is als binnen. Als dan met de installatie dezelfde hoeveelheid vocht afgevoerd zou worden als bij de traditionele vochtregeling met verhoogde buistemperatuur en een kier in het scherm wordt er 20 tot 30% bespaard op warmte-energie. Maar indien de streefwaarde voor het VD hoger wordt gekozen dan bij de conventionele vochtregeling kan dit de energiebesparing helemaal teniet doen. Mede omdat het stroomverbruik van de ventilator ook niet moet worden onderschat. Gedurende de periode juli tot februari was gebruikten deze gemiddeld 1,05 W/m². Bij 3000 draaiuren betekend dit een stroomverbruik van 3,15 kWh/m².

De afname van het aantal vochtblaadjes was in de proef in Bleiswijk ook al te zien. Hier was het verschil in aantal vochtblaadjes na 1 januari niet meer aanwezig. Als oorzaak hiervoor geven Labrie en de Zwart op dat het VD ook in de proefkas met HNT onder de 1,5 gr/m³ kwam.

Hierbij is aan te merken dat niet iedere cultivar gevoelig is voor vochtblaadjes, dus bij minder gevoelige cultivars kan met een lage streefwaarde voor VD gewerkt worden en maximaal energie bespaard worden. De keuze voor energie besparing of kwaliteit kan men dan per cultivar instellen. Op basis van de metingen lijkt het ook verstandig de meetwaarde voor aansturing van het systeem tussen het gewas te meten. Naast het verhogen van het vochtdeficit kan de vochtafvoer tussen het gewas, en daarmee de verdamping nog verder gestimuleerd worden door meer luchtbeweging tussen het gewas, met bijvoorbeeld een ventilator met een groot debiet. Dat is mogelijk een middel om zonder al te veel extra energietoevoer toch de verdamping te stimuleren. In dit project is daarvoor een verticaal blazende Nivulator uitgetest, maar deze krijgt de luchtstroom niet binnen het gewas, alleen erover heen.

Een meer uitvoerige analyse van het energieverbruik in relatie tot gerealiseerd klimaat is weergegeven in Bijlage III (periode 8).

3.4 Economische analyse

Voor een economische evaluatie worden de volgende kosten en baten op jaarbasis met elkaar vergeleken:

1. Investeringskosten (afschrijving, rente en onderhoud)
2. Elektriciteitskosten (ventilatoren)
3. Energiebesparing (minder warmteverbruik)
4. Meeropbrengsten (hogere productie, betere kwaliteit).

3.4.1 Investeringskosten

De investeringen in Het Nieuwe Telen voor Alstroemeria betreffen een extra scherminstallatie en een installatie om droge buitenlucht aan te zuigen, te verwarmen en te verdelen in de kas. Deze installaties moeten worden aangestuurd, zodat ook extra sensoren en software nodig zijn.

In Tabel 1. zijn de jaarkosten berekend op basis van een aanname van de investeringskosten. De uitgangspunten van deze berekening kunnen per situatie verschillen. De cijfers in de tabel worden hieronder toegelicht.

- Hoewel de technische levensduur van de installaties langer is, wordt in deze economische berekening voorzichtigheidshalve uitgegaan van een economische levensduur van 7 jaar (en 10 jaar voor het schermdoek). Bij een levensduur van 7 jaar hoort een afschrijvingspercentage van 14%/jaar.
- De rente van 3% betreft een percentage over het aanschafbedrag. Aangezien de investering wordt afgeschreven is het gemiddeld geïnvesteerde vermogen lager. Een rentepercentage van 3% over het aanschafbedrag komt neer op ongeveer 5,5% rente over het gemiddeld geïnvesteerde vermogen.
- Het aanschafbedrag wordt grotendeels bepaald door de installatie voor het inblazen van buitenlucht. Dit bedrag is sterk afhankelijk van het type installatie. Ook is rekening gehouden met het aanpassen aan het gevelscherm, aangezien de buitenluchtaanzuiging een beweegbaar gevelscherm hindert.
- In Tabel 1. is geen rekening gehouden met het feit dat door energiebesparing soms kan worden volstaan met een kleinere WKK. Een kleinere WKK (bijvoorbeeld 0,4 i.p.v. 0,5 kW_e) betekent ongeveer 0,50 €/m² minder jaarkosten.

Tabel 1. Voorbeeld berekening jaarkosten van de investeringen.

	Aanschaf €/m ²	Afschrijving %	Onderhoud %	Rente %	Jaarkosten €/m ²
Scherminstallatie	4	14%	5%	3%	0,88
Schermdoek	1,5	20%	5%	3%	0,42
Installatie inblazen 5 m ³ /h buitenlucht	9	14%	5%	3%	1,98
Aansturing	2	14%	5%	3%	0,44
Totaal	16,5				3,72

3.4.2 Elektriciteitskosten

De elektriciteitskosten (Joules) kunnen worden berekend met de formule:

1. P = Het drukverlies in het ventilatiesysteem (Pa)
2. V = Het verplaatste luchtvolume (m^3)
3. η = Het rendement van de ventilator (%)

Indien een ventilator met een rendement van 50% een volume van $5 m^3/m^2.uur$ blaast onder een druk van 250 Pa dan is het opgenomen vermogen $5 \cdot 250 / 50\%$ gelijk aan 2500 J/uur, ofwel $0,7 W/m^2$. Gedurende 3000 uur/jaar is dat $2,1 kWh/m^2.jaar$. De elektriciteitskosten blijven dan beperkt tot ongeveer $0,20 €/m^2.jaar$. Als het systeem een hogere druk moet overwinnen, bijvoorbeeld door een hoger luchtvolume door een kleiner systeem moet persen, dan zullen de elektriciteitskosten sterk stijgen.

3.4.3 Besparing op de warmtevraag

Alleen het inblazen van buitenlucht bespaart geen energie. Wel kan het helpen de luchtvochtigheid nauwkeurig te beheersen, waardoor vaker en intensiever kan worden geschermd en een hogere RV kan worden geaccepteerd. Hierdoor kan de warmtevraag sterk worden beperkt en kan een warmteverbruik van $16 m^3/m^2.jaar$ aan aardgasequivalenten terug worden gedrongen met $5-6 m^3/m^2.uur$. Ook kan met een dubbel scherm de piekwarmtevraag worden teruggedrongen.

De vermeden kosten zijn sterk afhankelijk van de energiemarkt. In 2010 was de prijs van aardgas laag ten opzichte van de elektriciteitsprijs. Met een sparkspread van meer dan 30 €/MWh is een WKK interessant, zelfs als er niet wordt belicht. In 2012 ligt de sparkspread rond 25 €/MWh, waardoor het zelfs maar de vraag is of de investering in een WKK wel kan worden terugverdiend. Veel Alstroemeria-akwekers hebben op dit moment een WKK. Indien de WKK op dit moment al in voldoende warmte voorziet, dan zal de warmte die overblijft na besparing te gelde gemaakt moeten worden, wil er sprake zijn van energiebesparing.

In deze economische evaluatie wordt ervan uitgegaan dat de vermeden warmtevraag leidt tot minder gasverbruik van een verwarmingsketel. Dit betekent dat $5 m^3/m^2.jaar$ à $0,27 €/m^3$ een besparing geeft van $1,35 €/m^2.jaar$.

Daar bovenop komt nog een besparing op de vermeden transportkosten als de piekvraag kan worden verlaagd. Als de contractcapaciteit van aardgas kan worden teruggebracht met $20 m^3/ha.uur$ dan bespaart dat ongeveer $0,30 €/m^2.jaar$. De totale besparing op de warmtevraag wordt hiermee geschat op $1,65 €/m^2.jaar$.

3.4.4 Kwaliteitsverbetering

Kwaliteitsverbetering kan met Het Nieuwe Telen moeten worden bereikt door het voorkomen van vochtblaadjes. Door vochtblaadjes te voorkomen zijn minder arbeidsuren nodig en kan een hogere takprijs worden verwacht. Uitgaande van de in de vorige paragrafen bepaalde kosten en baten van investeringen, elektriciteit en warmte, dient de kwaliteitsverbetering met Het Nieuwe Telen $3,72 + 0,20 - 1,65 = 2,27 €/m^2.jaar$ op te leveren om quitte uit te komen. Zelfs als de kosten van vochtblaadjes, die kunnen oplopen tot $2 €/m^2.jaar$, volledig worden tenietgedaan, lijkt Het Nieuwe Telen voor Alstroemeria hiermee niet economisch haalbaar.

3.4.5 Kostenbesparend systeem

Maatregelen die Het Nieuwe Telen voor Alstroemeria interessanter kunnen maken zijn:

1. Een eenvoudiger inblaassysteem. Voor ontvochtiging is het niet nodig om kaslucht te recirculeren en ook zijn er systemen zonder slurven en opwarming in ontwikkeling. Als een eenvoudige installatie de lucht op de juiste plaats kan krijgen in de juiste hoeveelheid de kosten inclusief aansturing worden 6 €/m², dan worden de kosten voor de teler 1,10 €/m².jaar lager.
2. Geen extra scherminstallatie. Door het bestaande scherm vaker te gebruiken of te voorzien van een beter isolerend doek of folie kan op een voordeliger wijze toch energie worden bespaard. Als geen extra scherminstallatie nodig is en alleen een beter schermdoek zou worden aangeschaft, dan kan dit de kosten met 0,88 €/m².jaar verlagen.
3. Subsidie. Een MEI-subsidie van 40% zou de kosten voor de teler met 1,15 €/m².jaar kunnen verlagen. Het is echter niet bekend hoe lang deze subsidieregeling nog blijft bestaan.

Een eenvoudig systeem zonder extra scherminstallatie kost jaarlijks $1,10 + 0,88 = 1,92$ €/m².jaar minder dan het in de bovenstaande paragrafen beschreven systeem. Aangezien er geen extra scherm is geïnstalleerd, wordt geschat dat dit eenvoudige systeem 0,70 €/m².jaar minder energie bespaart. Dit betekent dat met een eenvoudig systeem zonder subsidie $2,27 - 1,92 + 0,70 = 1,05$ €/m².jaar moet worden terugverdiend met een betere kwaliteit zonder vochtblaadjes. Met 40% subsidie is dat nog 0,50 €/m².jaar. Dit brengt de haalbaarheid van Het Nieuwe Telen voor Alstroemeria dichterbij. Echter gerealiseerd moet worden dat energiebesparing en voorkomen van vochtblaadjes niet gelijk op gaan, omdat voor het voorkomen van vochtblaadjes een hoger VD nagestreefd moet worden. Ook als de waarde van vermeden warmte stijgt dan wordt buitenluchttoevoer voor de kweker eerder interessant dan in de huidige situatie.

4 Conclusies en aanbevelingen

4.1 Conclusies

In deze proef in een praktijksituatie is het gelukt om in Alstroemeria het VD effectief te beïnvloeden met een installatie voor toevoer van $8 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{uur}$ tot kaslucht verwarmde buitenlucht in de periode van september tot in ieder geval maart. In de zomerperiode is het toevoeren van buitenlucht niet zinvol omdat dit geen effect heeft op het VD. Het absoluut vocht (AV) gehalte is te hoog als gevolg van de temperatuur die dan hoger is dan de gewenste kastemperatuur. Een verschil in absoluut vocht en temperatuur is vereist. Intensief blazen gedurende de hele zomerperiode heeft geen effect op het aantal afgroeiers gehad. Echter, ook in perioden dat het VD wel effectief beïnvloed kan worden is niet of nauwelijks een invloed op aantal afgroeiers te zien geweest. Het lijkt erop dat het ontstaan van afgroeiers in alstroemeria niet voorkomen kan worden door verhogen van het VD.

Wel kan het aantal vochtblaadjes positief beïnvloed worden. Een gemiddelde afname van meer dan 70% is gerealiseerd, waarbij de afname sterker was aan de achtergevel waar het VD het best verhoogd kon worden en het minst aan het voorpad, waar het VD het minst verhoogd kon worden in vergelijking met de referentie.

In de proef is het niet mogelijk geweest om energiebesparing te realiseren, omdat het proefvak geen afgesloten afdeling was. Wel is, door de installatie zo af te stellen dat veel buitenlucht is toegevoerd, in het proefvak een duidelijk hoger VD gerealiseerd dan in de referentie. Maatregelen tegen een laag VD in de referentie draaiden ook in het proefvak, maar deze maatregelen (schermkier, minimum buis) konden in de referentie niet voorkomen dat het VD te laag werd en vaak onder $1,5 \text{ gr}/\text{m}^3$ kwam. Buisverwarming lijkt onvoldoende mogelijkheden te geven voor het voorkomen van een te laag VD in het gewas. Vooral tussen het gewas was het VD in de referentie vaak te laag. Door de toevoer van droge buitenlucht kon zeker tussen het gewas het VD effectief verhoogd worden. Dit kost echter wel energie. Met het vocht wordt namelijk ook warmte afgevoerd en ook voor het opwarmen van buitenlucht en het laten draaien van de ventilator is energie nodig. Energie besparen en het voorkomen van vochtblaadjes gaan dus niet volledig hand in hand. Hoeveel energiebesparing het kost om met een gesloten scherm een hoger VD in het gewas te realiseren is in deze proef niet vast te stellen geweest. Echter, niet elk ras is gevoelig voor vochtblaadjes, dus door een slim beplantingsplan kan een kweker met buitenlucht toevoer voor elk ras een optimale balans zoeken tussen energie besparen en vochtblaadjes voorkomen.

4.2 Aanbevelingen

4.2.5.1 Aanbevelingen voor de praktijk

Op basis van dit project worden de volgende aanbevelingen gedaan naar de praktijk. Kwekers die al een goed energiescherm en/of een dubbel scherm hebben in combinatie met geen of een relatief kleine WKK kunnen investeren in buitenlucht toevoer overwegen. Hiermee is energie besparing te realiseren en bij gevoelige cultivars kunnen vochtblaadjes in aantal teruggebracht worden.

Indien een kweker een WKK heeft waarbij voldoende warmte met de elektriciteitsproductie vrijkomt en er geen manier is om die warmte aan derden te leveren is investeren op alleen kwaliteit mogelijk, maar dan moet er wel een groot probleem zijn met vochtblaadjes. Het overschot aan warmte kan via slurven dan waarschijnlijk beter benut worden om het VD tussen het gewas extra te verhogen, dan het gebruik van deze warmte voor het aanhouden van een minimum buis. Voor wat betreft het debiet is op basis van deze proef nog steeds moeilijk een sluitend advies te geven voor het benodigde debiet. In deze proef was 8 m^3 per uur zeker voldoende om het VD effectief te verlagen. In de proef in Bleiswijk was 7 m^3 per uur voldoende. Het benodigde debiet kan waarschijnlijk dus wel iets lager zijn, wat de investering kan verlagen. Indien de omstandigheden niet goed zijn (warme vochtige buitenlucht) is een groter debiet evengoed niet zinvol meer. Een voorziening om kaslucht te circuleren lijkt op basis van deze proef niet zinvol. De ventilator moet tenminste op laag en hoog toerental kunnen draaien. Bij gunstige omstandigheden voor drogen van de lucht kan de installatie op lage toeren draaien en sneller weer uit.

Op dit moment is de techniek om in kassen droge lucht toe te voeren nog volop in ontwikkeling. Het strekt tot de aanbeveling deze ontwikkelingen te volgen. Hierbij worden ook niet altijd nog slurven gebruikt, omdat er in veel gewassen geen plek voor is. Het toevoeren van lucht met slurven in alstroemeria kent ook nadelen, maar het VD tussen het gewas is er wel effectief mee verlaagd. Ook lijkt het erop dat de droge lucht in het gewas al snel weer vochtig werd, echter dit kan ook het gevolg zijn geweest van niet gescheiden makroklimaat. De plek waar de lucht is toegevoerd lijkt wel de juiste geweest en er wordt vooralsnog aanbevolen een installatie te kiezen die ditzelfde kan bereiken.

4.2.5.2 Aanbeveling voor verder onderzoek

Met het onderzoek in Bleiswijk en de praktijkproef bij Hoogenboom alstroemeria zijn de mogelijkheden voor energiebesparing en verbetering van de kwaliteit door toevoeren van droge buitenlucht in alstroemeria in kaart gebracht. Op dit moment kan gesteld worden dat beide mogelijk zijn en dat de kweker hierin cultivarafhankelijk prioriteiten moet stellen. Een belangrijke vraag die open blijft is het kiezen van de juiste installatie, met name met betrekking tot de slurven. Er lopen momenteel onderzoeken bij andere gewassen die ook vrij dicht staan en een hoge verdamping kennen. Gekeken wordt naar systemen met een heel groot horizontaal luchtdebiet en een systeem dat via een koker verticaal lucht van boven het scherm naar beneden stuwt, mengt met kaslucht en daarna net als bij een luchtraam, verticaal het gewas in stuwt. Deze systemen kunnen met minder ruimte, lichtverlies aan de gevel en kosten in de kas ingezet worden.

Een vraag die slurfloze systemen bij alstroemeria oproept is of de lucht voldoende het gewas in kan dringen en of de verdamping dan wel voldoende gestimuleerd kan worden en of dit dan dezelfde verlaging geeft van het aantal vochtblaadjes als het blazen van droge lucht van onderuit in het gewas. Nivolatoren laten vooralsnog weinig effect zien op fysiologische problemen in Alstroemeria.

Een laatste belangrijke vraag die onbeantwoord blijft is waarom in deze proef de toevoer van droge lucht geen enkele invloed had op afgroeieters. Dit roept de vraag op of een te grote worteldruk in verhouding tot een lage verdamping wel de oorzaak is van afgroeieters, of dat het verschil zo groot is dat het niet met verlagen van het VD verholpen kan worden. In feite is simpelweg niet duidelijk hoe en waarom afgroeieters in alstroemeria ontstaan.

Een verder besparing van het energieverbruik in Alstroemeria kan zich richten op het vervangen van fossiele brandstof of het besparen op elektriciteitsverbruik voor koeling en belichting.

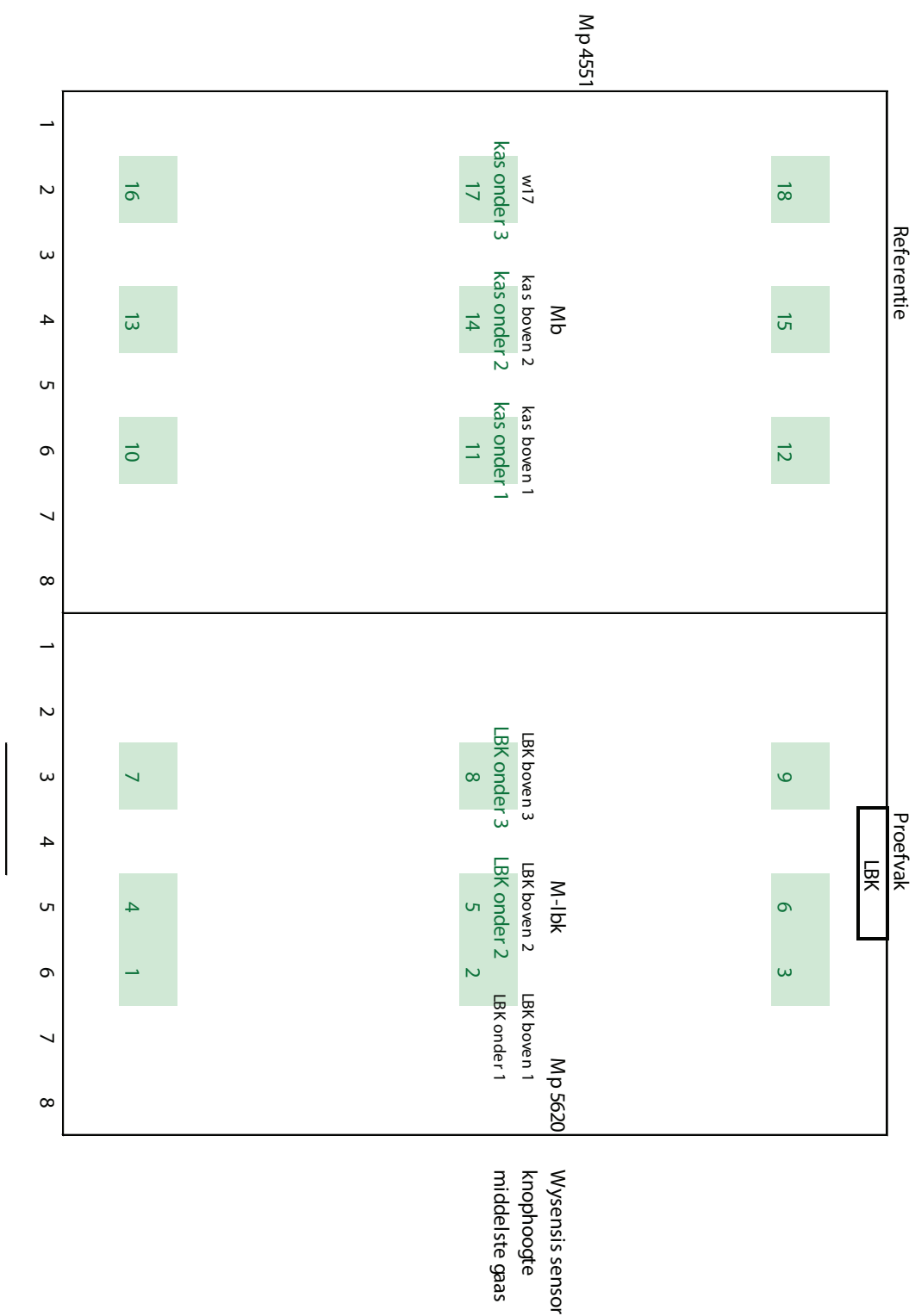
5 Literatuur

Labrie, C. W., H.F. Zwart (2010).

“Het Nieuwe Telen Alstroemeria, Energiezuinig teeltconcept snijbloemen met een lage warmtebehoefte.”

Wageningen UR Glastuinbouw.

Bijlage I Plattegrond met meetvelden



De groene vlakken geven de velden aan waar gewaswaarnemingen zijn uitgevoerd. De gewassensoren zijn op 8 dec 2011 allen in het middelste bed geplaatst, van voor naar achter i.p.v. van links naar rechts.

Bijlage II Chronologisch leerproces

Waarnemingen in de 1ste periode (26-3 tot 28-3)

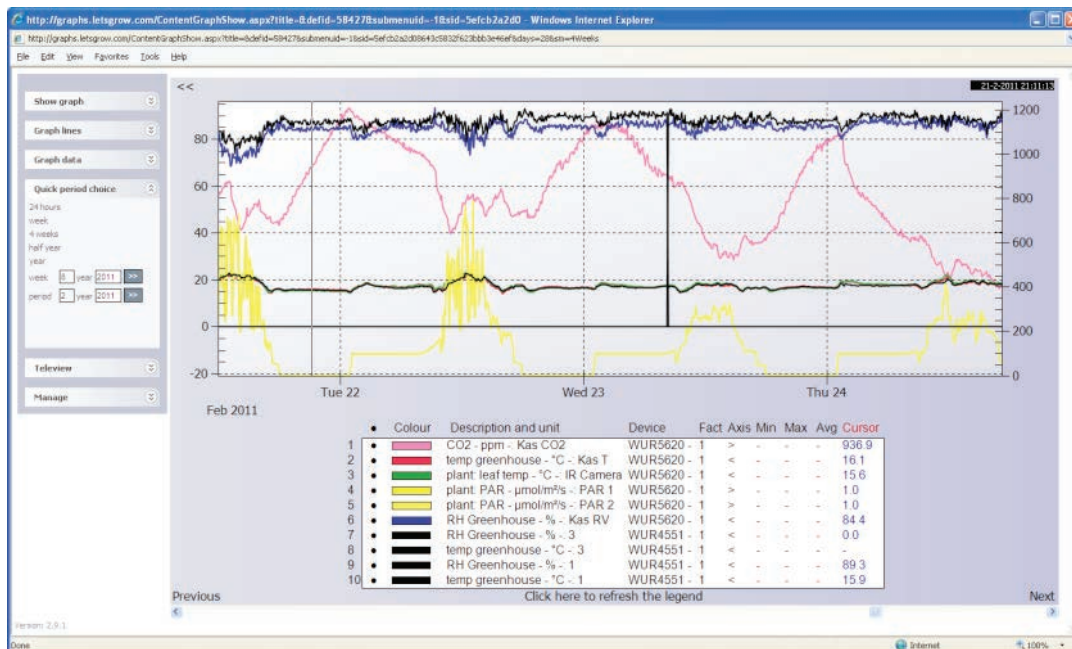
In deze periode zijn 3 situaties geweest met betrekking tot de proef.

- 1.0 Normaal: Normale situatie met regeling op vochtdeficit van 2,5
- 2.0 Proef: Proefsituatie met normale regeling, scherm dicht en buis dicht in het proefvak
- 3.0 Servicestand: Bij het bekijken van de apparatuur is de LBK op service stand gezet, de installatie heeft 3 dagen gedraaid met de buitenlucht klep open en een ventilator die zeer vaak draaide.

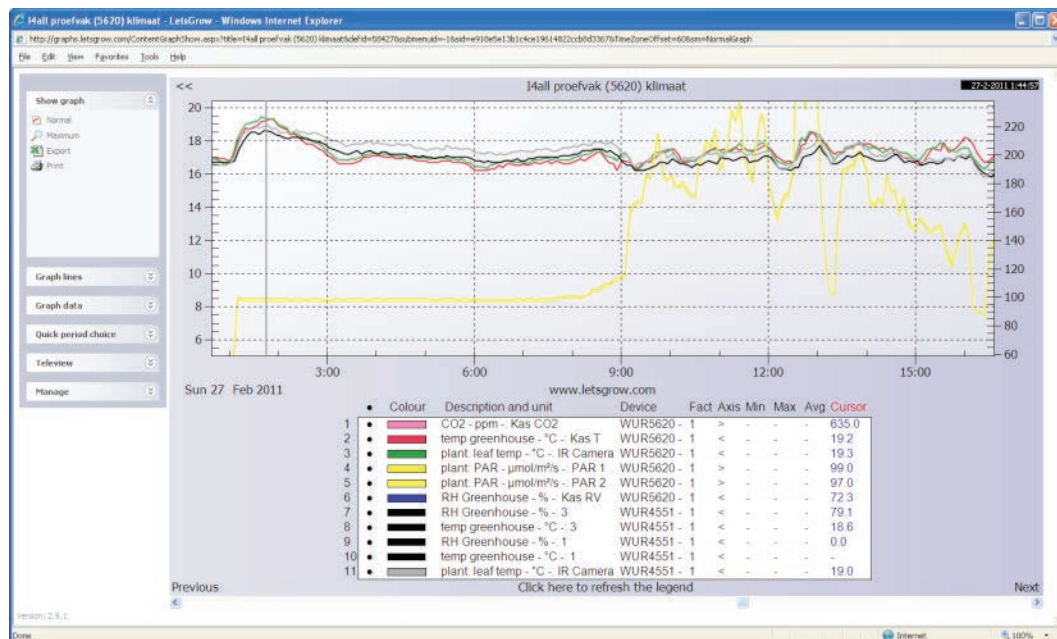
De resultaten worden zeer kort toegelicht aan de hand van onderstaande grafieken en tabellen. Er is gemeten met 2 meetpalen, namelijk in het proefvak (WUR5620) en in het referentievak (WUR4551). Er hangen in totaal 12 gewassensoren. In het proefvak hangen 6 sensoren, waarvan er drie op kophoogte meten en 3 ter hoogte van het middengaas. In het referentievak hangen eveneens 6 sensoren op dezelfde plek in het gewas. Per periode is een grafiek uit letsgrow met informatie van de meetpalen en een tabel met informatie van de gewassensoren gemaakt.

Periode normaal

In Figuur 1. is het kasklimaat te zien gemeten door de meetpaal in het proefvak. De zwarte lijnen zijn de waarden uit het referentievak. Uit de grafiek is af te lezen dat de RV (blauwe lijn) in het proefvak vaak ietsje lager is dan de RV in het referentievak. De temperatuurlijnen lopen schijnbaar gelijk. Minimale verschillen zijn wel te zien als verder ingezoomd wordt (Figuur 2.). Opvallend is de hogere kas en planttemperatuur in het proefvak als de lampen aan gaan en de hogere planttemperatuur in het referentievak gedurende het tweede deel van de nacht. Dit patroon komt vaker terug.



Figuur 1. Overzicht kasklimaat in periode normaal (22-3 t/m 24-3).



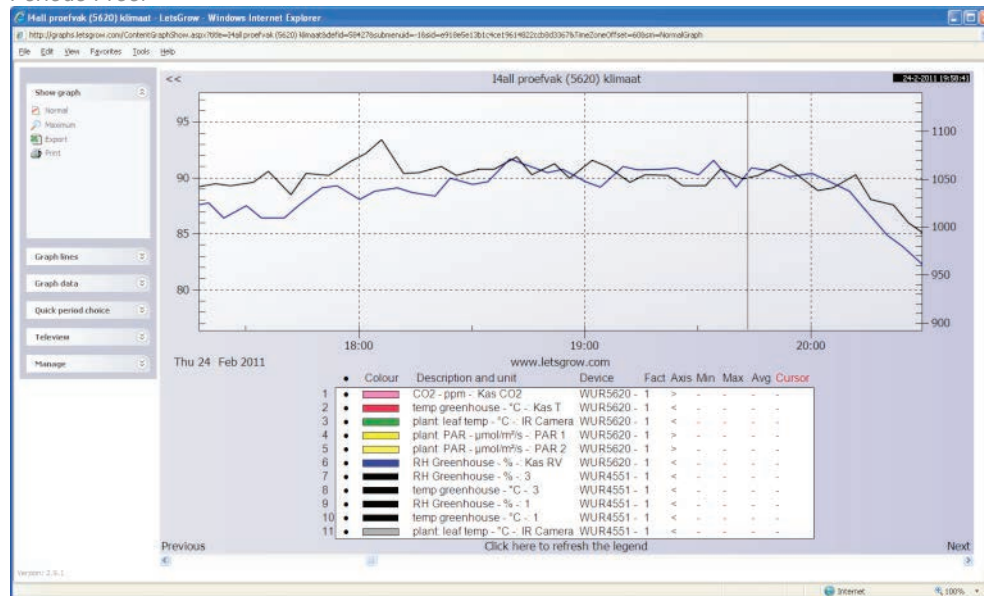
Figuur 2. Overzicht kasklimaat in periode normaal (22-3 t/m 24-3).

De gewassensensoren op kophoogte geven voor RV een waarde die gemiddeld niet verschilt. De gewassensensoren ter hoogte van het middengaas geven wel een minimaal verschil aan in RV. De temperatuur lijkt iets lager te zijn in het proefvak (LBK)

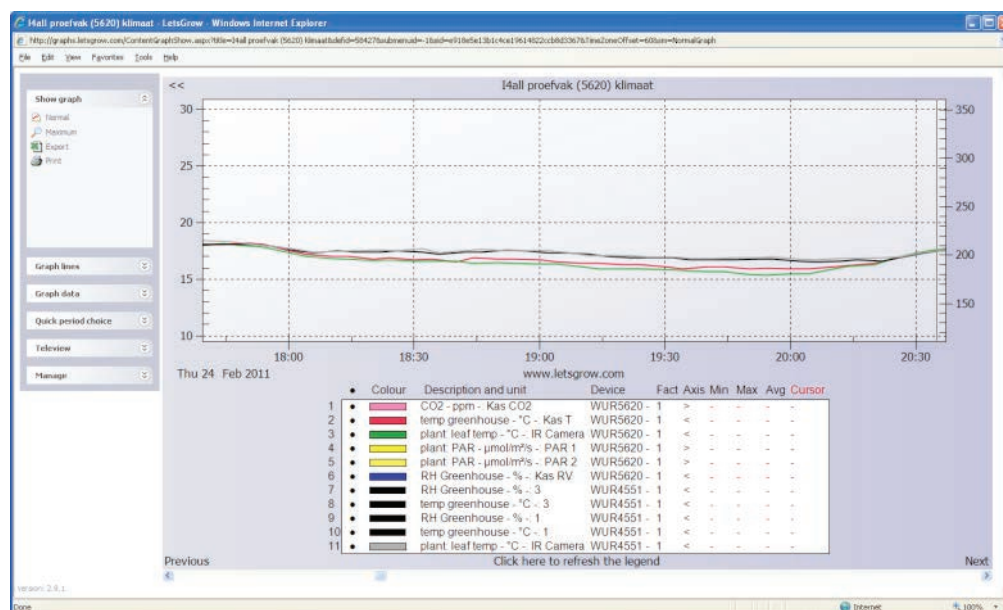
Tabel 1. Gemiddelde RV en Temperatuur uit gewassensensoren op kophoogte (boven) en middengaashoogte (onder) in het proefvak (LBK) en het referentievak (Kas) in periode normaal.

	Kas boven	Kas onder	LBK boven	LBK onder
RV	84.2	88.2	84.0	87.1
13-2-2011	92.7	91.4	92.6	90.6
14-2-2011	85.3	88.9	85.5	87.7
15-2-2011	81.3	86.1	81.2	85.2
16-2-2011	81.1	87.0	81.5	86.2
17-2-2011	85.9	89.9	86.0	88.5
23-2-2011	86.6	89.2	85.6	87.9
24-2-2011	86.2	89.4	85.8	88.2
temperatuur	19.2	18.7	18.9	18.3
13-2-2011	17.3	17.6	16.7	17.5
14-2-2011	19.0	18.5	18.7	18.2
15-2-2011	19.6	18.8	19.1	18.3
16-2-2011	20.9	19.7	20.3	19.2
17-2-2011	18.8	18.3	18.4	17.8
23-2-2011	17.9	17.7	17.6	17.4
24-2-2011	18.7	18.7	18.7	18.2

Periode Proef



Figuur 3. Verloop RV in proefvak (blauw) en referentie (zwart) in periode proef (24-3 tussen 18.00 en 20.00 uur).



Figuur 4. Verloop temperatuur in proefvak (blauw) en referentie (zwart) in periode proef (24-3 tussen 18.00 en 20.00 uur).

In de grafieken van Figuur 3. en 4. is te zien dat de RV in het proefvak licht is gestegen bij gesloten scherm en dichtgeknepen verwarming. De temperatuur is echter ook gedaald. De RV is uiteindelijk niet hoger geworden dan de RV in het referentievak. De gemiddelde waarden voor temperatuur en RV in de proefperiode zijn weergegeven in Tabel 2. Ter vergelijking is ook het gemiddelde van dezelfde tijd een dag eerder (normaal klimaat) en een dag later (intensief blazen op servicestand) weergegeven in respectievelijk Tabel 3 en 4.

Tabel 2. Gemiddelde RV en Temperatuur uit gewassensoren op kophoogte (boven) en middengaashoogte (onder) in het proefvak (LBK) en het referentievak (Kas) in de proefperiode tussen 18.00 en 20.00 uur.

	Kas boven	Kas onder	LBK boven	LBK onder
RV	88.7	91.1	93.2	89.4
24-2-2011	88.7	91.1	93.2	89.4
temperatuur	17.4	17.8	16.1	16.1
24-2-2011	17.4	17.8	16.1	16.1

De RV op kophoogte, daar waar de meetbox hangt is gemiddeld hoger dan in het referentievak. De RV onder in het gewas is echter nog altijd lager dan in het referentievak. De temperatuur is in het proefvak een gedurende de proefperiode gemiddeld een graad lager geweest.

Tabel 3. Gemiddelde RV en Temperatuur uit gewassensoren op kophoogte (boven) en middengaashoogte (onder) in het proefvak (LBK) en het referentievak (Kas) een dag voor de proefperiode tussen 18.00 en 20.00 uur.

	Kas boven	Kas onder	LBK boven	LBK onder
RV	90.6	90.7	90.3	88.8
23-2-2011	90.6	90.7	90.3	88.8
temperatuur	16.2	16.7	15.6	16.2
23-2-2011	16.2	16.7	15.6	16.2

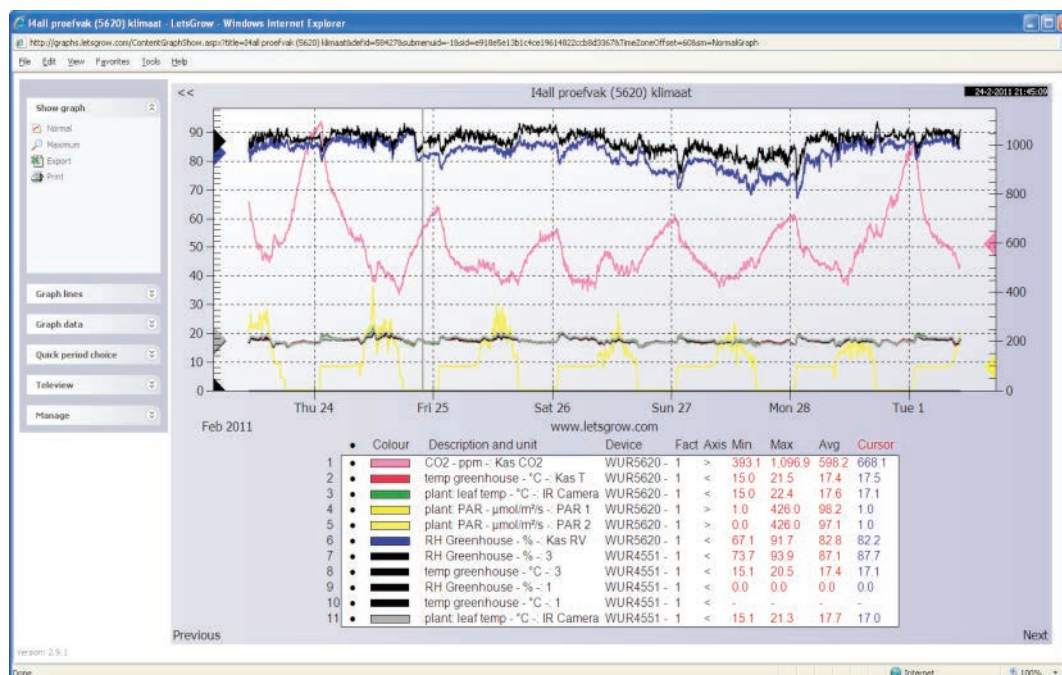
Een dag voor de proef was de RV tussen 18.00 uur en 20.00 uur alleen in het proefvak met slurven iets lager. Ook hier is een iets lagere temperatuur te zien in het proefvak. Deze situatie is min of meer gelijk aan de gemiddelde situatie over een langere periode, zoals beschreven bij Tabel 1.

Periode servicestand

Tabel 4. Gemiddelde RV en Temperatuur uit gewassensoren op kophoogte (boven) en middengaashoogte (onder) in het proefvak (LBK) en het referentievak (Kas) een dag na de proef in de service stand tussen 18.00 en 20.00 uur.

	Kas boven	Kas onder	LBK boven	LBK onder
RV	91.3	92.6	89.9	86.6
25-2-2011	91.3	92.6	89.9	86.6
temperatuur	17.6	17.8	17.1	17.4
25-2-2011	17.6	17.8	17.1	17.4

Bij intensief blazen is de RV zowel op middengaashoogte lager dan in het referentievak. Het verschil is gemiddeld 5%. Ook op kophoogte is de RV nu lager dan in het referentievak, gemiddeld 1,4%. Opvallend is dat het temperatuurverschil nu maar heel klein is.



Figuur 5. Overzicht kasklimaat in periode servicestand (25-3 tot 28-3).

In Figuur 5. is te zien dat de RV in het proefvak (blauwe lijn) in de periode 25-3 tot 28-3 duidelijk onder de RV in het referentievak ligt (zwarte lijn). Daarna kruipen de lijnen weer naar elkaar toe. Opvallend is dat het CO₂ gehalte in die periode ook lager is geweest. Temperatuurverschillen zijn niet duidelijk zichtbaar, maar bij inzoomen is hetzelfde beeld te zien, zoals beschreven bij Figuur 2. Dit lijkt bij intensief blazen iets scherper afgetekend.

Tabel 5. Gemiddelde RV en Temperatuur uit gewassensoren op kophoogte (boven) en middengaashoogte (onder) in het proefvak (LBK) en het referentievak (Kas) in periode servicestand.

	Kas boven	Kas onder	LBK boven	LBK onder
RV	85.3	87.6	81.2	81.5
25-2-2011	86.3	89.7	83.8	85.4
26-2-2011	86.8	88.7	82.4	82.9
27-2-2011	83.0	84.5	77.5	76.3
28-2-2011	84.9	87.6	81.0	81.4
Temperatuur	18.2	18.1	18.2	17.6
25-2-2011	18.7	18.4	18.6	17.7
26-2-2011	18.2	18.1	18.2	17.5
27-2-2011	17.8	17.8	17.7	17.6
28-2-2011	18.1	17.9	18.1	17.4

Over een langere periode bekeken is het verschil in RV tussen proefvak en referentievak op middengaashoogte gemiddeld 5.5% geweest. Op kophoogte iets meer dan 3%. De temperatuurverschillen zijn door intensiever blazen niet toegenomen. Er is alleen een gemiddeld halve graad lagere temperatuur op gaashoogte gemeten. De gewassensoren meten niet allen op dezelfde plaats dezelfde waarden. Ook is er invloed van straling op de meting door de gewassensor. De sensoren zijn zoveel mogelijk in de schaduw van het bladpakket opgehangen. De verschillen tussen de sensoren onderling in de periode servicestand is weergegeven in Tabel 6. Dit is een periode geweest met veel bewolking.

Tabel 6. Gemiddelde RV en Temperatuur per gewassensor op kophoogte (boven) en middengaashoogte (onder) in het proefvak (LBK) en het referentievak (Kas) in periode servicestand.

	Kas boven 1	Kas boven 2	kas boven 3	Kas onder 1	Kas onder 2	kas onder 3	LBK boven 1	LBK boven 2	LBK boven 3	LBK onder 1	LBK onder 2	LBK onder 3
RV	81.7	85.6	86.6	86.7	87.9	88.3	83.0	80.5	80.0	80.4	82.4	81.7
25-2-2011	83.3	87.3	87.0	88.8	90.0	90.4	86.1	83.0	82.1	84.4	86.3	85.5
26-2-2011	82.7	86.7	88.5	87.7	89.0	89.4	84.2	81.6	81.3	81.9	83.7	83.1
27-2-2011	79.1	83.1	84.6	83.5	84.9	85.2	79.0	77.0	76.5	75.2	77.1	76.7
28-2-2011	81.7	85.2	86.1	86.9	88.0	88.1	82.6	80.1	80.2	80.0	82.5	81.6
temp	18.3	18.7	18.0	18.3	17.7	18.1	17.9	18.2	18.4	17.3	17.6	17.8
25-2-2011	18.8	19.1	18.5	18.6	18.1	18.5	18.2	18.6	18.9	17.4	17.7	18.0
26-2-2011	18.3	18.7	17.9	18.4	17.7	18.1	17.9	18.2	18.4	17.3	17.5	17.8
27-2-2011	17.8	18.2	17.6	18.1	17.5	17.9	17.6	17.8	17.9	17.4	17.6	17.8
28-2-2011	18.1	18.6	17.9	18.1	17.6	18.0	17.9	18.3	18.2	17.1	17.4	17.6

Het meest opvallend is de lagere RV waarde van sensor kas boven 1 ten opzichte van 2 en 3. Dit is de sensor die het dichtst bij het proefvak hangt.

Discussiepunten na 1ste periode:

Er is voldoende ontvochtigingscapaciteit om verschil te maken in RV.

Het inblazen van buitenlucht lijkt in het gewas een kleine temperatuurverlaging te geven.

Bij gesloten scherm en afgesloten verwarming blijft de RV tussen het gewas voldoende laag, maar bovenin het gewas loopt het wel iets op.

De sturing met de meetbox op kophoogte kan minder precies plaatsvinden, omdat het effect van ontvochtigen daar al vrij sterk gedempt is.

De regeling op een vochtdeficit van 2,5 gemeten op kophoogte lijkt iets scherper te kunnen om een groter verschil te maken.

Samenvatting conclusies na 1ste periode

In de eerste periode zijn de eerste ervaringen opgedaan met het systeem. Er werd gestuurd op een VD van 2,5 g/m³ door een aan/uit regeling. Er zijn twee fasen te onderscheiden. Een proef van 2 uur waarin de verwarming is afgesloten en het scherm is dichtgetrokken. Een periode waarin de installatie op service stond en er gedurende 3 dagen continu is geblazen. Resultaten zijn besproken in de vorige BCO vergadering. Conclusies op basis van de resultaten

Bij inschakelen op een VD van 2,5 g/m³ is in een normale periode alleen onderin het gewas een klein verschil in VD zichtbaar. Ter hoogte van de meetpalen is dit niet meer meetbaar door vochttoevoeging uit verdamping van het gewas. Bij continue toevoer van droge lucht is de invloed op het VD wel te meten in de meetpalen. De installatie heeft dus voldoende capaciteit om effectief te ontvochtigen.

Tijdens de proef met afgesloten verwarming liep het VD op naar een waarde vergelijkbaar met het VD van de verwarmde referentie. Het werd echter niet groter.

Er is geen effect op vochtblaadjes of ander effect aan het gewas waargenomen.

Bovenstaande waarnemingen in combinatie met kennis van de afwijking in de aanstuurmeetbox van de installatie t.o.v. de meetbox van het kasklimaat leidt tot de conclusie dat in de eerste periode te weinig lucht is toegevoerd. Het microklimaat is onvoldoende beïnvloed. De lucht toevoercapaciteit hiervoor lijkt wel aanwezig. Maar door de korte inschakeltijden wordt blijkaar wel het VD op meetboxhoogte, maar niet in het gewas voldoende lang hoog genoeg gehouden.

Mogelijkheden en beperkingen van de proefopzet na eerste verkenningen

Kasinrichting

Voor het onderzoek is een luchtcirculatie systeem voor kasluchtcirculatie en toevoer van verwarmde buitenlucht aangelegd door Lekhabo. Het debiet van de installatie is 8 m³/m²/uur. Ter vergelijking bij een minimum raamstand aan de zijzijde van 5% bij gemiddelde wind is het debiet van luchtramen 4 m³/m²/uur. De verdeling over de kas is goed, zoals met rookproeven is aangetoond. Wel wordt een deel van de lucht onder het gewas doorgeblazen en komt in het pad omhoog.

Doordat de installatie is aangelegd in 1 tralie op een praktijkbedrijf is de opstelling voor onderzoek enigszins gehandicapt: Scherm kan niet voor proefvak en referentie apart geregeld worden

Verwarming kan alleen door afknellen van slangen voor het proefvak apart geregeld worden

Luchtstromen veroorzaken uitwisseling van lucht tussen proefvak en referentie.

Luchtramen worden niet voor referentie en proefvak apart geregeld.

Als gevolg van deze drie punten is het macroklimaat in het proefvak niet optimaal te regelen voor een situatie met luchttoevoer. Luchttoevoer kan alleen aanvullend op de vochtregeling van de kweker worden ingezet. Het bedrijf heeft last van vochtblaadjes, dus de huidige klimaatregeling is niet voldoende om vochtblaadjes te voorkomen. Het is dus mogelijk dit te verbeteren met zichtbaar effect.

Meettechniek

Naast deze handicaps zijn er nog enkele beperkingen ten aanzien van de meettechniek. Het klimaat wordt gemonitord via:

2 "GrowWatch" meetpalen (proefvak en referentievak),

1 aanstuurmeetbox van de kweker voor kasklimaat (referentievak),

1 aanstuurmeetbox van Lekhabo voor luchtcirculatie. (proefvak)

12 Wysensis gewassensoren (proefvak en referentie op middengaas en kophoogte)

Al deze apparaten hebben meetfouten. Daarnaast is het bijna onmogelijk om de meetboxen op dezelfde plaats te hangen.

De ene box zal op een zeker moment meer tussen het gewas hangen dan de ander, schaduweffecten wisselen op elk moment van de dag. Tot slot kost het omrekenen van de waarden uit de GrowWatch naar een VD in g/m^3 veel extra geld, zodat het VD uit de meetpalen in g/kg is weergegeven. Bovenstaande leidt ertoe dat, ondanks dat alle apparaten geijkt zijn, de waarden structureel niet gelijk lopen met elkaar. In LetsGrow is dit ook te zien. Dit stelt de volgende voorwaarden aan de interpretatie van de klimaatdata:

In LetsGrow: Invloed van luchttoevoer op het klimaat kan alleen afgelezen worden als trend ten opzichte van de referentie, niet als absolute waarde.

Uit Wysensis sensoren: Invloed van luchttoevoer op het microklimaat kan alleen bekeken worden als trend ten opzichte van de referentie met gemiddelde waarden van sensoren op een vergelijkbare plek.

Met de aanwezige meetapparatuur is het onder deze voorwaarden mogelijk om de invloed van luchttoevoer in het gewas te meten.

Aansturing van luchttoevoer

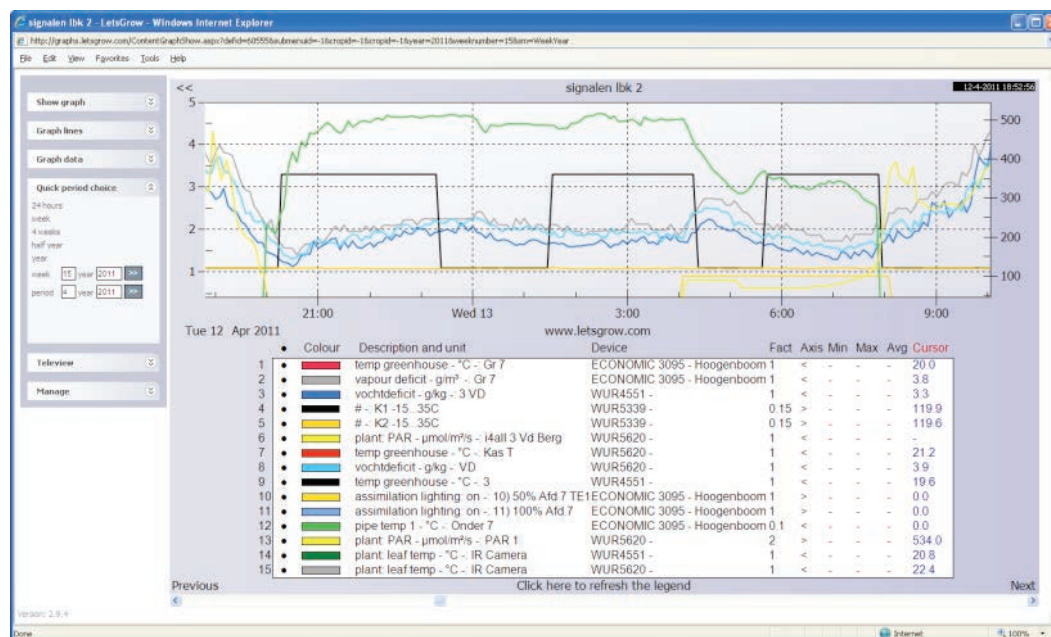
Een afwijking die groter is dan bovenstaande kan verklaren is het verschil tussen de aanstuurmeetbox van Lekhabo en de meetpalen en de aanstuurmeetbox van de kweker. De aanstuurmeetbox van Lekhabo ligt hier ongeveer 1 g/m^3 boven (inschatting op basis van communicatie tussen WUR en Jan Fransen). Dit is per m^3 vochtige lucht. Lekhabo voert de regeling van de luchttoevoer uit op basis van deze meetbox. Het instellen van de regeling kan op alleen door Lekhabo worden uitgevoerd. De afwijking van de meetwaarde ten opzicht van de meetbox voor aansturing van het kasklimaat heeft ertoe geleid dat in de eerste maanden van de proef de luchttoevoer vaak pas in werking is getreden als ook de vochtregeling van de kas in werking trad, waardoor er vaak te laat is gereageerd op te lage vochtdeficit tussen het gewas. Zonder vergelijkende referentie leek het dan alsof de luchttoevoer/kasluchtcirculatie effectief was. Dit was echter dan niet altijd het geval. Sinds eind april is de inschakelwaarde voor het VD aangepast aan de afwijking (het systeem gaat blazen bij $3,5 \text{ g/m}^3$).

Waarnemingen in de 2de periode

In de tweede periode is Jan Fransen van Lekhabo de gelegenheid gegeven een regeling in te stellen naar eigen inzicht. Er is in deze periode een glijdende regeling nagestreefd, waarbij kaslucht als hulpgas diende om bij bijvoorbeeld 10% buitenlucht en 50% ventilatortoerental de slangen bol en de lucht goed verdeeld te krijgen. Uitgangspunt is hierbij dat soms maar heel weinig buitenlucht en een laag ventilatortoerental nodig is om voldoende te ontvochtigen, dus dat de installatie veel overcapaciteit heeft. Door op deze manier te werken kan bespaard worden op energieverbruik voor de ventilator en afkoeling van het blok. In de zoektocht naar de juiste instellingen zijn verschillende regelingen ingesteld. Aan de hand van een aantal Casestudies worden enkele effecten van verschillende soorten luchtcirculatie toegelicht.

Kasluchtcirculatie

In de nacht van 12 op 13 april is gedurende drie perioden uitsluitend kaslucht gecirculeerd. De invloed op het macroklimaat op kophoogte bij de plant is zichtbaar in Figuur 1.



Figuur 1. Close up op Vochtdeficit, ventilatorstand en buistemtemperatuur in de nacht van 12-4-2011.

De lijnen in de grafiek wekken de indruk naar elkaar toe te kruipen op het moment dat kaslucht gecirculeerd wordt. Dit is nader bestudeerd met metingen uit de gewassensoren Tabel 1.

Tabel 1. Gemiddelde waarde voor RV en temperatuur uit gewassensoren voor tijdvakken aangegeven in Figuur 1.

Tijdvak	Kas boven	kas onder	LBK boven	LBK onder
A lampen uit				
RV	86.8	87.5	87.3	87.0
temperatuur	16.4	16.7	16.1	16.6
B lampen aan				
RV	86.6	88.0	86.3	87.9
temperatuur	16.9	17.0	16.9	16.9
C zon onder				
RV	86.3	86.7	87.1	86.3
temperatuur	15.9	16.3	15.5	16.1
D geen kaslucht circuleren				
RV	86.1	86.3	85.8	86.7
temperatuur	16.2	16.7	16.2	16.4

Interpretatie: Het lijkt erop dat door kasluchtcirculatie de RV onderin het gewas op zijn best iets verlaagd wordt, maar dat deze vervolgens stijgt en op kophoogte gemiddeld hoger is, vermoedelijk door stimuleren van de verdamping. De gevonden verschillen zijn wel heel klein. Een duidelijk ontvochtigend effect heeft kasluchtcirculatie in ieder geval niet. Deze waarneming komt overeen met ervaringen in Matricaria, lelie en gerbera.

Casus 2: de glijdende regeling

Kaslucht circuleren zonder ontvochtigen met buitenlucht wordt ook door Lekhabo niet als een juiste maatregel gezien. Het doel voor de regeling van Lekhabo is een regeling waarbij kaslucht als drager dient voor buitenlucht om zodoende kleine hoeveelheden buitenlucht te kunnen toevoeren. Het is eind april gelukt een dergelijke regeling in te stellen. Er is rekening gehouden met meetboxafwijking van 1 g/m³ door op een vochtdeficit van 3,5 g/m³ in te schakelen. Tevens is de meetbox lager gehangen, meer tussen het gewas.

In de nacht van 4 op 5 mei en van 5 op 6 mei is met de glijdende regeling gedraaid. Een printscreen uit LetsGrow van deze momenten is weergegeven in Figuur 2.



Figuur 2. Close up op Vochtdeficit, ventilatorstand en buistemperatuur in de nacht van 5 en 6 mei 2011.

Bij een glijdende regeling lijken de lijnen voor vochtdeficit naar elkaar toe te lopen, behalve in fase B waarin de buitenluchtklep vol open staat en de ventilator op hogere toeren draait. Deze fasen zijn beter bestudeerd met metingen van de gewassensoren (Tabel 2).

Tabel 2. Gemiddelde waarde voor RV en temperatuur uit gewassensoren voor tijdvakken aangegeven in Figuur 2.

Tijdvak	Kas boven	kas onder	LBK boven	LBK onder
5-5-2011				
A glijdend regelen				
RV	86.2	87.0	85.9	87.7
temperatuur	15.7	16.0	15.6	15.8
B intensief blazen				
RV	87.4	88.8	86.5	85.2
temperatuur	16.1	16.3	15.7	16.1
6-5-2011				
C glijdend regelen				
RV	85.1	87.8	85.4	87.5
temperatuur	16.1	16.3	15.8	16.1

Interpretatie: Op het moment B intensief blazen staat de buitenluchtklep open en staat de ventilator op halve tot gedeeltelijk ook volle toeren te draaien. Zowel de meetpalen als de gewassensoren geven aan dat het op dit moment droger wordt in de kas en tussen het gewas. Het effect is ook op kophoogte nog zichtbaar. Al zijn de verschillen klein. In de periode van glijdend regelen draait de ventilator op halve toeren en pendelt de buitenluchtklep tussen niet en 50% open. Zowel de meetpalen als de gewassensoren meten in deze fase niet of minimaal verschil tussen proefvak en referentie. In tijdvak A glijdend regelen is de RV boven het gewas wel een klein beetje lager dan de referentie. De buitenluchtklep is hier ook vaker open geweest. Er lijkt ook invloed op de temperatuur van luchttoevoer.

Samenvatting conclusies 2de periode

Er is meer ervaring opgedaan met het instellen van de regeling. De regeling is hierdoor nu sneller te wijzigen. Uit de waarnemingen in de 2^{de} periode is het volgende te concluderen. Uitsluitend kaslucht circuleren gedurende langere tijd heeft een gelijk of lager vochtdeficit tot gevolg. Een verschil in vochtdeficit gaat pas ontstaan op het moment dat de buitenluchtklep vol open staat en de ventilator voluit draait. Ditzelfde is gezien in de 1^{ste} periode. Er is nog geen goed moment geweest met de buitenluchtklep vol open en de ventilator op halve toeren om dit te evalueren. De buitenluchtklep staat in de glijdende regeling erg pendelend afgesteld. Het feit dat de kweker gelijktijdig reageert op een lager vochtdeficit zorgt ervoor dat door het volgen van een enkele lijn de regeling denkt dat effect bereikt is, terwijl dit in feite niet zo is. De capaciteit van de installatie lijkt maar net voldoende om bij een sterke daling van het VD verschil te maken met de referentie. Tijdens het pendelen is het verschil in VD tussen proefvak en referentie klein of niet aanwezig. Dit verschil is naar verwachting wel nodig om positief effect op het gewas te krijgen (minder vochtblaadjes/afgroeiers). Op basis van de waarnemingen in het onderzoek tot nu toe zie ik binnen deze proef weinig perspectief in de glijdende regeling. Op basis van deze waarnemingen lijkt het om verschil te maken in VD, nodig de buitenluchtklep snel en volledig open te zetten en de ventilator langer te laten draaien.

Afspraken naar aanleiding van de 2de periode

Naar aanleiding van het discussiestuk na de 2^{de} periode is overleg geweest tussen Lekhabo en WUR over de te volgen koers die in de BCO vergadering was besproken. Naar aanleiding van dit gesprek is de strategie voor buitenluchttoevoer gewijzigd. Doelstellig is geworden het voorkomen van afgroeiers en vochtblaadjes door verhoging van het VD door toevoer van droge buitenlucht. Omdat dit aanvullend op de maatregelen van de kweker moeten worden toegepast wordt de regeling extra agressief afgesteld. Gezien de waarnemingen is bij een laag vochtdeficit de installatie niet in staat om teveel buitenlucht toe te voeren. De volgende maatregelen zijn afgesproken om de strategie vorm te geven.

Buitenluchtklep staat altijd direct 100% open

Inschakel VD 3 g/m³

Ventilator op 50% en optoeren naar 100% bij VD 2,5 g/m³

Bij de inschakel VD waarde is rekening gehouden met het feit dat de door de meetpalen en kasmeetbox gemeten VD over het algemeen een gram lager ligt.

Waarnemingen in de 3de periode

Situatie ten tijde van de BCO op 10 mei

Tijdens de BCO is in het veld gekeken naar het gewas terwijl de installatie actief buitenlucht toevoerde. Op het veld waren in jonge scheuten druppels zichtbaar als gevolg van guttatie. Ook waren zowel in het proefvak als in de referentie afgroeiers zichtbaar.

De situatie is zichtbaar gemaakt in Figuur 1. en Tabel 1. Met de letters BCO is aangegeven wanneer de BCO in het veld was. De grafiek laat zien dat ten tijde van de BCO de installatie op volle toeren draaide. De buitenluchttemperatuur was enkele graden lager dan de kastemperatuur. Een verschil in VD tussen proefvak en referentie lijkt gemaakt te worden door de toevoer van droge lucht.



Figuur 1. situatie op het moment van de BCO bijeenkomst op 10 mei.

De waarden uit de gewassensoren, te zien in Tabel 1, laten zien dat er door de toevoer van buitenlucht weldegelijk een verschil gemaakt werd met de referentie. Vooral onder in het gewas, waar het VD bijna 4% lager was. Kennelijk was dit niet voldoende om guttatie ten afgroeieters te voorkomen op dat moment.

Tabel 1. waarden uit de gewassensoren op het moment dat de BCO in het veld was op 10 mei.

Row Labels	RV	temperatuur
BCO	89.0	16.9
kas boven	89.5	16.9
Kas onder	91.0	16.9
LBK boven	88.2	16.7
LBK onder	87.1	16.9

Instellingen en waarnemingen in de 3de periode

Nacht van 28 op 29 mei.

In Figuur 2. is een situatie te zien uit de nacht van 28 op 29 mei van de regeling met de volgende instellingen:

Buitenluchtklep staat altijd direct 100% open

Inschakel VD 3 g/m³

Ventilator op 50% en optoeren naar 100% bij VD 2,5 g/m³



Figuur 2. Grafiek uit LetsGrow uit de nacht van 28 op 29 mei 2011 met de ventilator op minimaal 50%.

Op moment A draait de ventilator op hoge toeren en op moment B draait de ventilator lange tijd op relatief lage toeren. Op moment A stijgt het VD in het proefvak (lichtblauwe lijn) iets boven het VD in de referentie (de kasmeetbox) uit (grijze lijn). In de normale situatie ligt deze er vaak onder. De situatie is nauwkeuriger gemeten met de gewassensoren. De resultaten staan in Tabel 2.

Tabel 2. Gemiddelde waarden uit de gewassensoren op moment A en moment B op 28 en 29 mei 2011.

Row Labels	RV	Temperatuur
B	92.0	16.6
kas boven	91.9	16.6
Kas onder	93.4	16.7
LBK boven	91.3	16.4
LBK onder	91.4	16.5
A	91.4	16.7
kas boven	91.6	16.7
Kas onder	92.8	16.8
LBK boven	91.0	16.4
LBK onder	90.1	16.7

De verschillen op moment B zijn klein, al lijkt onder in het gewas wel een verschil in RV gemaakt. Op moment A is het verschil bovenin het gewas ook niet of nauwelijks zichtbaar, maar onderin het gewas lijkt een duidelijker verschil in RV gemaakt.

Interpretatie Het verschil in VD wordt onderin het gewas pas enigszins duidelijk gemaakt als de ventilator voluit gaat draaien. Boven in het gewas is met de ingestelde regeling geen duidelijk verschil gemaakt met de referentie. De ingestelde regeling lijkt niet effectief genoeg.

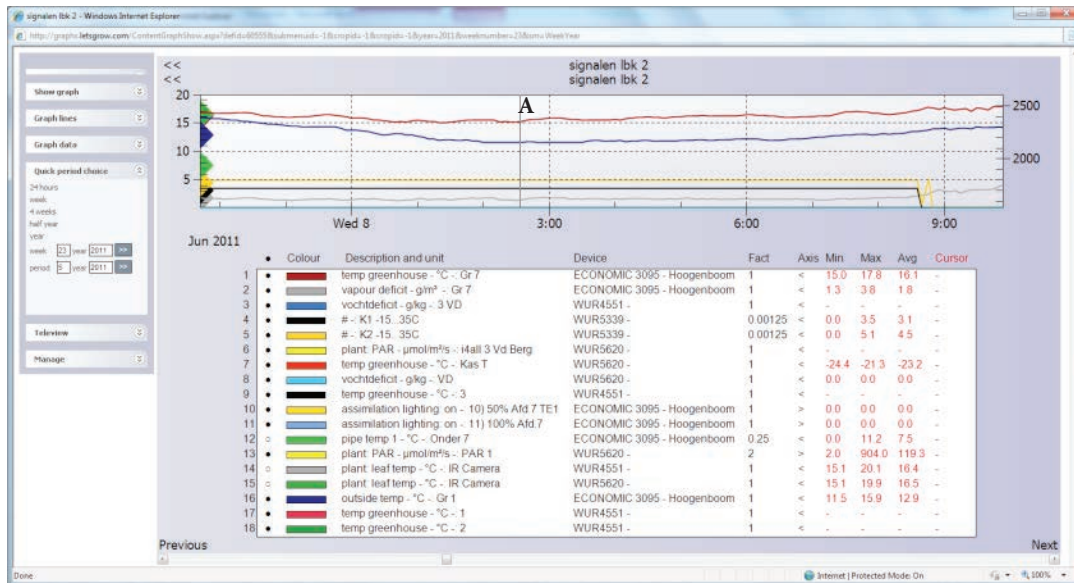
Nacht van 7 op 8 juni.

In Figuur 3. is een situatie te zien uit de nacht van 7 op 8 juni van de regeling met de volgende instellingen:

Buitenluchtklep staat altijd direct 100% open

Inschakel VD 3,0 g/m³

Ventilator op 75% en optoeren naar 100% bij VD 2,5 g/m³



Figuur 3. grafiek uit LetsGrow van de nacht van 7 op 8 juni met de ventilator op minimaal 75%.

Door een wisseling van sensoren in de meetpalen is op deze nacht geen signaal ontvangen voor RV en temperatuur vanuit de meetpalen via LetsGrow. (vervanging naar sensoren met een kleiner meetafwijking). Ook was er een stroomstoring geweest, waardoor tijdelijk alles uitgevallen was) De gewassensoren waren op die dag weer wel actief en de resultaten van de meting met deze sensoren is weergegeven in Tabel 3.

Tabel 3. Gemiddelde waarden uit de gewassensoren op moment A met de ventilator op minimaal 75%.

Row Labels	RV	temperatuur
A	89.1	15.8
kas boven	89.2	15.8
Kas onder	90.3	16.0
LBK boven	88.7	15.5
LBK onder	88.0	16.0

Net is in de vorige situatie op 28 mei is ook in deze situatie het verschil tussen proefvak en referentie vooral nog onderin het gewas zichtbaar. Boven in het gewas is nu wel een klein verschil zichtbaar, maar dit is te klein om er iets zinvol over te zeggen.

Interpretatie: Gezien de waarnemingen op 8 juni met de ventilator op 75% lijkt het erop dat de installatie nog agressiever afgesteld moet worden.

Nacht van 15 op 16 juni.

In Figuur 4. en 5. is een situatie te zien uit de nacht van 15 op 16 juni van de regeling met de volgende instellingen:

Buitenluchtklep staat altijd direct 100% open

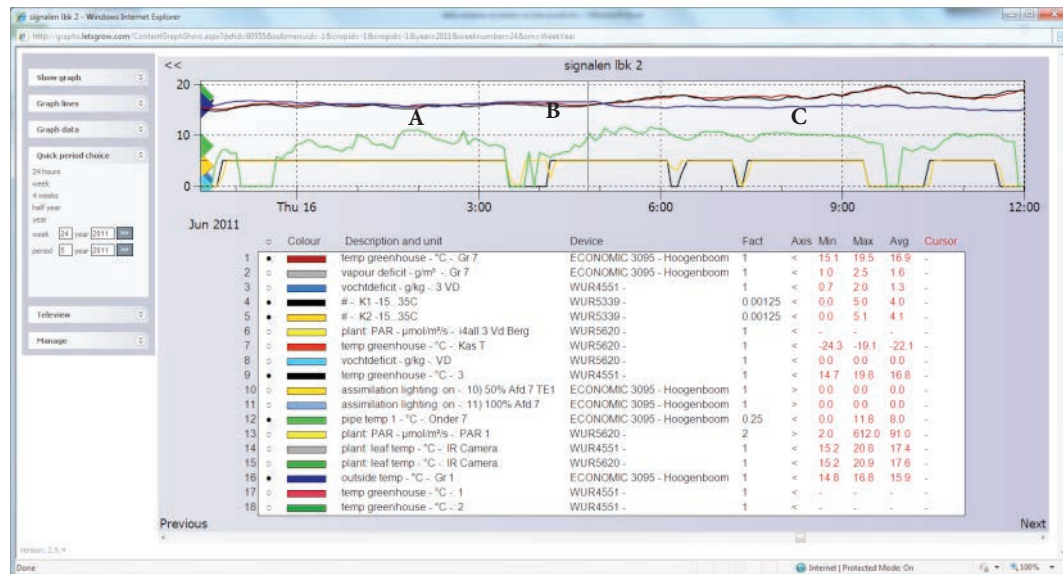
Inschakel VD 3,2 g/m³

Ventilator op 100%

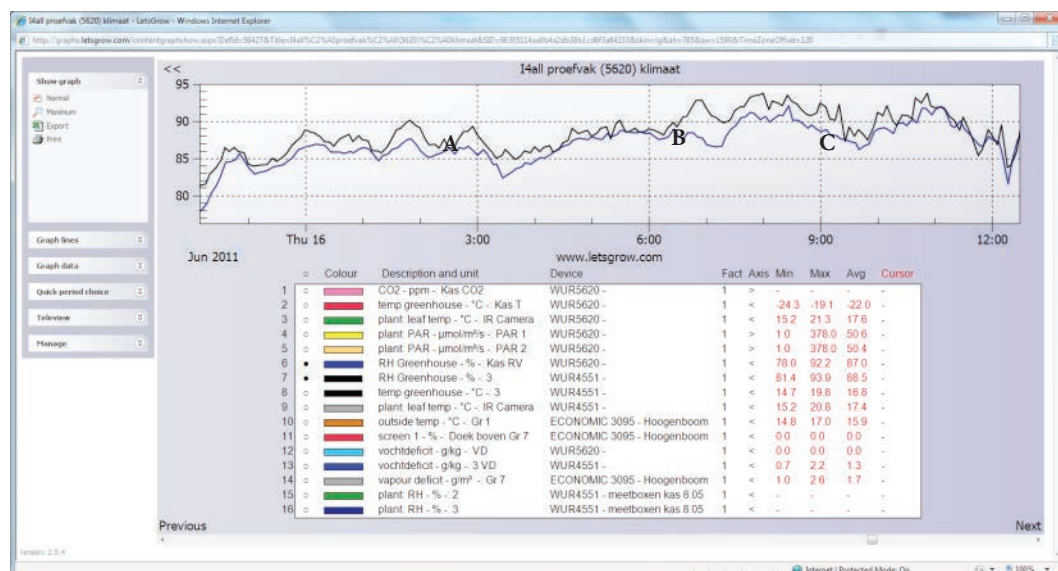
In deze situatie was de buitentemperatuur op sommige momenten nagenoeg gelijk aan de kasttemperatuur. Pas om 5 uur in de ochtend, toen de kasttemperatuur naar 18 °C ging ontstond een verschil tussen kasttemperatuur en buitentemperatuur. Het verloop van de RV in proefvak en referentie is weergegeven in Figuur 5. Er zijn 3 momenten gedefinieerd:

- A. Buitentemperatuur is gelijk aan kasttemperatuur
- B. Buitentemperatuur is iets hoger dan kasttemperatuur
- C. Buitentemperatuur is iets lager dan kasttemperatuur

Helaas is het als gevolg van grote vertraging bij het coderen van de datastromen in LetsGrow niet mogelijk het AV binnen en buiten op deze momenten uit LetsGrow af te lezen.



Figuur 4. grafiek uit LetsGrow van de nacht van 15 op 16 juni met de ventilator op 100%



Figuur 5. Verloop van de RV in proefvak (blauw) en referentie (zwart) bij ventilatorstand van 100% en hoge buitentemp.

Op moment A en op moment C lijkt het erop dat door buitenlucht toevoer een verschil in RV tussen proefvak en referentie gemaakt wordt. Op moment B lopen beide lijnen nagenoeg gelijk. De resultaten van de meting met de gewassensoren op deze momenten zijn weergegeven in Tabel 3.

Tabel 4. waarden uit gewassensoren op 16 juni bij hoge buitentemperatuur, regen en de ventilator op 100%

Row Labels	RV	temperatuur
A T-buiten = T-kas	89.0	16.4
kas boven	88.9	16.2
Kas onder	90.1	16.3
LBK boven	88.5	16.4
LBK onder	88.5	16.8
B T-buiten > T-kas	89.5	16.4
kas boven	88.8	16.3
Kas onder	90.5	16.3
LBK boven	89.0	16.4
LBK onder	90.1	16.5
C T-buiten < T-kas	91.1	18.2
kas boven	91.1	18.0
Kas onder	92.6	18.0
LBK boven	90.1	18.3
LBK onder	90.5	18.5

Op moment A is onderin het gewas waarschijnlijk toch nog invloed te zien van de toevoer van buitenlucht. Dit is niet meer te zien op moment B, zoals ook al in de LetsGrow grafiek te zien was. Op moment B is de buitentemperatuur te problematisch, maar waarschijnlijk ook de toename van de vochtigheid van die buitenlucht. Het is in die nacht gaan regenen. Op moment C is *et al.* wel weer een verschil te zien in VD tussen het proefvak en de referentie, maar er is ook een toch wel vrij groot verschil in temperatuur.

Interpretatie: Ondanks dat de slurven gedurende langere periode voluit staan te blazen kan bij een hoge buitentemperatuur maar een zeer klein verschil in VD gemaakt worden. dit verschil in RV is kleiner dan op het moment dat de BCO in het veld was op 10 mei. Toen kon het ontstaan van afgroei niet voorkomen worden. Het is de vraag of met buitenluchttoevoer een positief effect bereikt kan worden op afgroei. De enige mogelijkheid lijkt te zijn dat er een lange termijn effect bestaat, waarbij scheuten door buitenluchttoevoer fysiologisch veranderen en minder vatbaar worden voor afgroei.

Technische problemen

Dichtdrukken van de slurven door scheuten

Een probleem dat zich heeft voorgedaan in de afgelopen periode is dat de slurven op sommige plaatsen dichtgedrukt werden door scheutgroei. De scheuten van planten die niet netjes in het midden stonden drukten de slurf dicht tegen het gaas. De slurven zijn hierop nagelopen. In veel gevallen was het mogelijk de slurf nog verder naar buiten te hangen. Toch blijft het systeem zoals het nu is gevoelig voor dit soort storingen.

Water in de slurven

Water komt bij het gieten in de slurven. Dit punt is bij de vorige BCO kenbaar gemaakt. Als actie zou lekhavo regelen dat de slurven altijd blazen op het moment van gieten.

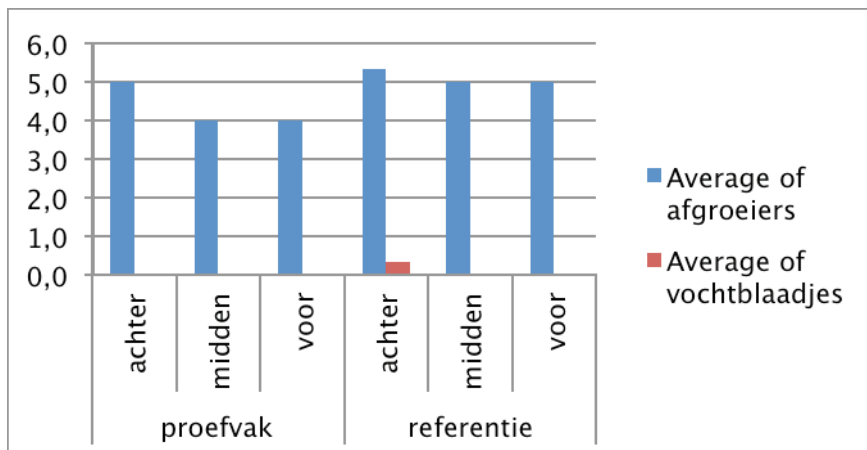
Het water heeft nog lange tijd in de slurven gestaan wat de effectiviteit van de buitenluchttoevoer verminderd kan hebben in de afgelopen periode.

LetsGrow

LetsGrow is er na 5 maanden niet in geslaagd om de waarden voor vanuit de meetbox voor de LBK juist weer te geven, zodat ook het absoluut vochtgehalte van buitenlucht en kaslucht gemakkelijk in de analyse meegenomen kan worden.

Gewaswaarnemingen

De afgroeiërs en vochtblaadjes worden sinds half juni geteld in 9 veldjes per vak. Drie voorin, 3 midden en 3 achterin zowel proefvak als referentie. De resultaten van de eerste telling op 16 juni zijn weergegeven in Figuur 6.



Figuur 6. Waarneming van afgroeiërs.

Er is geen verschil aantoonbaar tussen het proefvak en de referentie voor wat betreft afgroeiërs of vochtblaadjes.

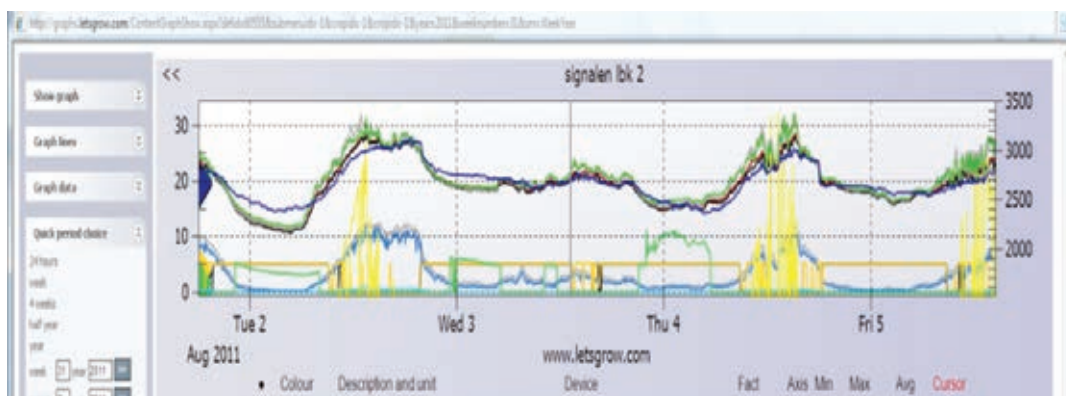
Samenvatting conclusies na 3de periode

Het is mogelijk om met de aanwezige installatie voor buitenluchtoevoer verschil te maken in RV, vooral onderin het gewas is al vrij snel een effect zichtbaar. Dit kan zelfs met slechte een klein T verschil nog. Onder de huidige omstandigheden, met vrij hoge buitentemperatuur, blijft dit verschil echter wel vrij klein (2 a 3% is ongeveer de meetfout). Zelfs bij gebruik van de maximale blaascapaciteit (100% toeren en buitenluchtklep 100% open). Het is de vraag of dit gemaakte verschil afdoende is om afgroeiërs in de zomermaanden te voorkomen. Gezien de waarnemingen in het gewas tot dusver, lijkt het hier niet op. De enige mogelijkheid kan nog zijn dat er een lange termijn effect bestaat, waarbij scheuten door buitenluchtoevoer fysiologisch veranderen en minder vatbaar worden voor afgroeiën op de lange termijn. Dit zou binnen 6 weken zichtbaar moeten worden.

Waarnemingen in de 4de periode

Momenten waarin verwarming aan en uit is geweest.

In de periode tussen 1 en 6 augustus zijn 3 momenten nader bekeken. De momenten zijn weergegeven in Figuur 1.



Figuur 1. Momenten met uiteenlopende buis en kas temperaturen.

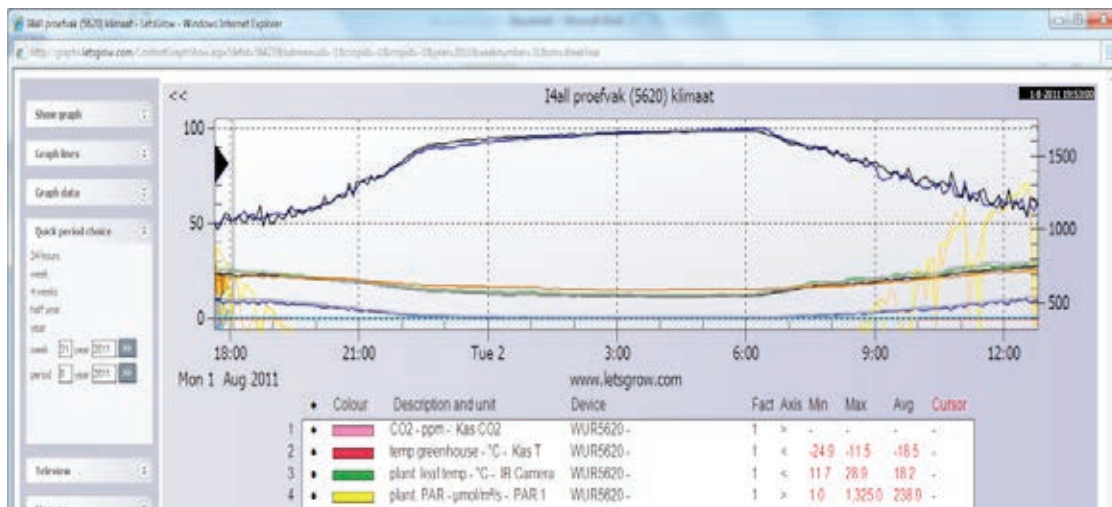
Moment A: Buis was 20 °C, buitentemperatuur was een stuk hoger dan de kasttemperatuur, die met rond de 11 °C erg laag was. Hoe deze zover beneden de buitentemperatuur kon liggen is niet duidelijk. De RV werd extreem hoog (tegen 100%). Toen het licht aanging daalde de RV in beide vakken snel.

Moment B: Buis was 40 °C. Buitentemperatuur was min of meer gelijk met kasttemperatuur. RV was in het proefvak iets lager dan in de referentie. Het moment van licht aan lijkt minder van invloed op de RV. Er is minder daling zichtbaar dan op moment A en C op momenten dat het licht aan gaat.

Moment C: Helemaal geen buistemperatuur gemeten. Buitentemperatuur ligt net boven de kasttemperatuur, maar wel rond de 17 °C. De RV werd eveneens extreem hoog totdat het licht aanging. De RV daalt dan vrij snel.

Moment A

Moment A viel in de nacht van 1 op 2 augustus. Het verloop van RV en temperatuur gemeten door de meetpalen op moment A is weergegeven in Figuur 2. De resultaten van de gewassensoren zijn weergegeven in Tabel 1.



Figuur 2. Verloop van kasttemperatuur en RV tijdens moment A gemeten door de meetpalen.

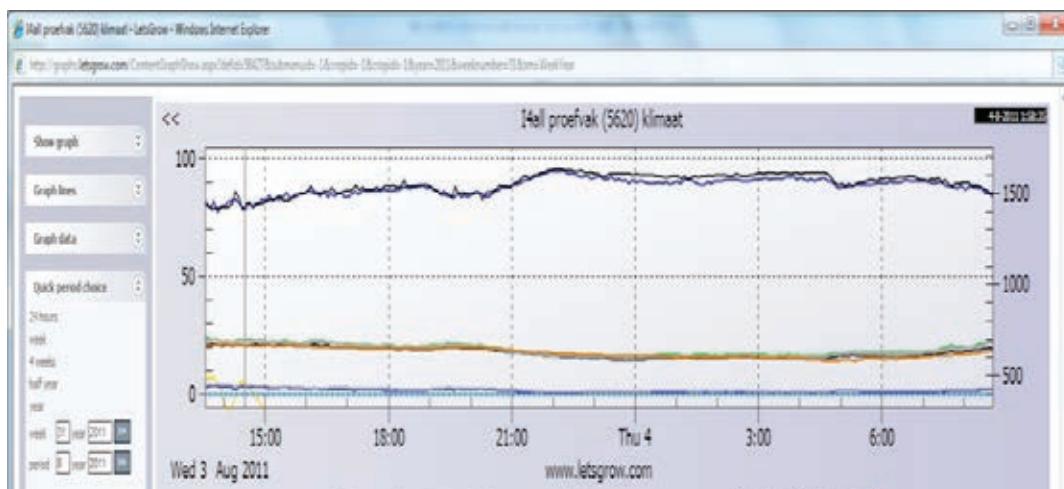
Tabel 1. Verloop van kasttemperatuur en RV tijdens moment A gemeten door gewassensoren.

	RV	temperatuur
2-8-2011		
A	97.3	11.7
Kas boven	97.1	11.6
Kas onder	97.8	11.7
LBK boven	97.5	11.7
LBK onder	97.1	12.1

De verschillen in RV en temperatuur op moment A zijn minimaal. Er lijkt een klein verschil in temperatuur te zijn. In Figuur 2. valt vooral de sterke daling in RV op als de lampen aan gaan.

Moment B:

Moment B viel in de nacht van 3 op 4 augustus. Het verloop van RV en temperatuur gemeten door de meetpalen op moment A is weergegeven in Figuur 3. De resultaten van de gewassensoren zijn weergegeven in Tabel 2.



Figuur 3. Verloop van kasttemperatuur en RV tijdens moment B gemeten door de meetpalen.

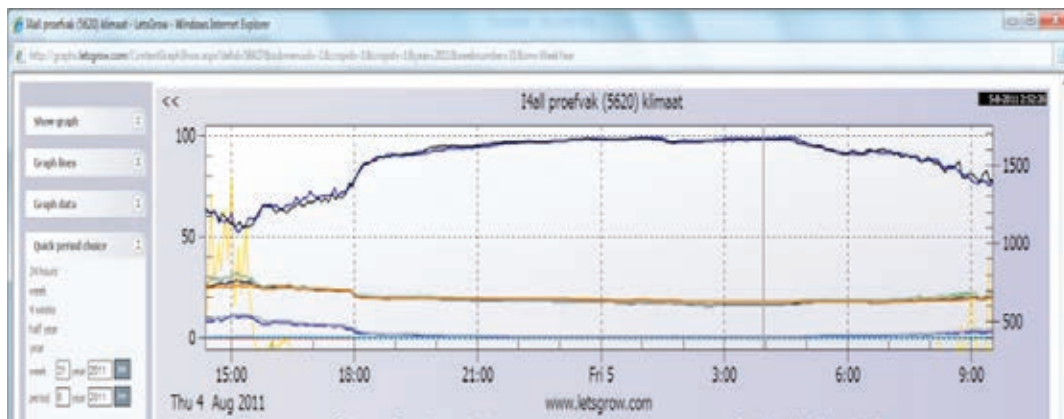
Tabel 2. Verloop van kasttemperatuur en RV tijdens moment B gemeten door gewassensoren.

	RV	temperatuur
4-8-2011		
B	92.2	16.2
Kas boven	92.8	16.0
Kas onder	94.2	16.1
LBK boven	91.8	16.2
LBK onder	90.5	16.9

Er lijkt een klein verschil te zijn in RV, vooral onderin het gewas. Wederom lijkt de temperatuur onderin het gewas in het proefvak iets hoger te zijn dan in de referentie. Als de lampen aangaan is een kleine val in RV te zien en stijging van temperatuur. Daarna lijkt de RV weer te stijgen tot de zon verschijnt.

Moment C:

Moment C viel in de nacht van 3 op 5 augustus. Het verloop van RV en temperatuur gemeten door de meetpalen op moment A is weergegeven in Figuur 4. De resultaten van de gewassensoren zijn weergegeven in Tabel 3.



Figuur 4. Verloop van kasttemperatuur en RV tijdens moment C gemeten door de meetpalen.

Tabel 3. Verloop van kasttemperatuur en RV tijdens moment C gemeten door gewassensoren.

	RV	temperatuur
5-8-2011		
C	97.1	17.0
Kas boven	97.0	17.1
Kas onder	98.2	16.9
LBK boven	96.8	17.0
LBK onder	96.9	17.1

De verschillen zijn minimaal. Er is nu ook geen wezenlijk verschil in temperatuur onderin het gewas. De daling als gevolg van lampen aan is weer vrij sterk, maar vertoont ook even een afvlakking. Normaal moment in de afgelopen zomerperiode

Moment D

Moment D viel in de nacht van 26 op 27 juli. Het verloop van RV en temperatuur gemeten door de meetpalen op moment A is weergegeven in Figuur 5. De resultaten van de gewassensoren zijn weergegeven in Tabel 4.

Moment D kan gekarakteriseerd worden als een relatief normaal moment deze zomer. De buitentemperatuur ligt iets onder de kasttemperatuur en verwacht kan worden dat de toevoer van buitenlucht dan ook effect heeft op de RV. De buistemperatuur was gedurende de hele nacht rond de 40 °C.



Figuur 5. Verloop van kasttemperatuur en RV tijdens moment D gemeten door de meetpalen.

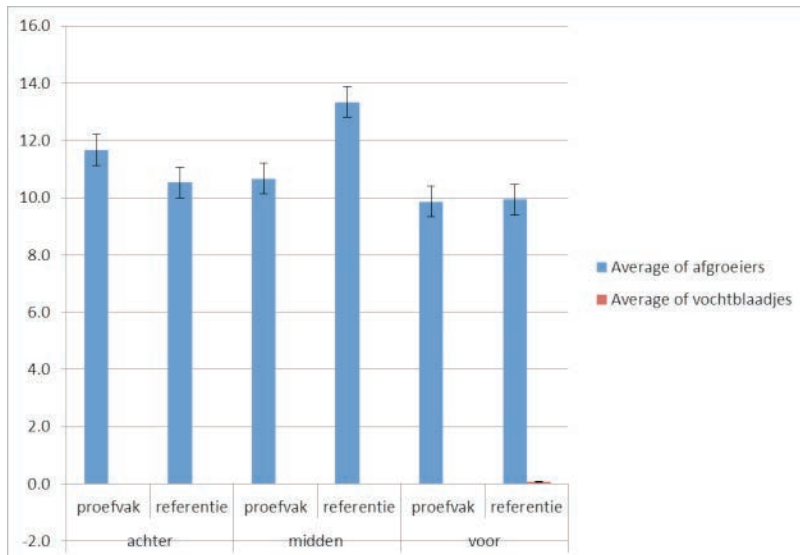
Tabel 4. Verloop van kasttemperatuur en RV tijdens moment D gemeten door gewassensoren.

	RV	temperatuur
27-7-2011		
D	89.8	17.5
Kas boven	91.1	17.2
Kas onder	92.4	17.2
LBK boven	88.6	17.6
LBK onder	87.4	18.0

Het verschil is inderdaad groter dan op andere momenten. Weer is een vrij groot verschil in temperatuur te zien. Vooral de onderste sensoren in het gewas meten in het proefvak een hogere temperatuur. Dit is echter met de bovenste sensoren ook nog te meten. Opvallend is dat de daling in RV weer een klein valletje is die later weer oploopt.

Afgroeiërs en vochtblaadjes

Elke 2 weken worden afgroeiërs en vochtblaadjes geteld. De waarnemingsveldjes zijn weergegeven in Figuur 6. De tellingen zijn gestart op 16 juni. Er wordt op 1 helft van het bed geteld. De resultaten van de tellingen zijn weergegeven Figuur 7.



Figuur 7. Resultaten van de telling van afgroeiërs en vochtblaadjes.

Er is vanaf de start van de echte tellingen nagenoeg geen vochtblaadje waargenomen. Er zijn er tussen de 7 en 21 afgroeiërs per veldje van 2 poten geteld. Er lijken wel wat verschillen te zijn tussen de verschillende veldjes in de kas. Voorin de kas lijken minder afgroeiërs te ontstaan dan achter in de kas. Dit is zowel in het proefvak als de referentie het geval. In het midden van de kas lijken er in het proefvak minder afgroeiërs te ontstaan dan in de referentie. Achter in de kas is dit juist omgedraaid. Het is tijdens het tellen opgevallen dat de grond achter in de kas erg nat kan zijn.

Samenvatting conclusies 4de periode

In de 4^{de} periode is voor wat betreft de mogelijkheden met buitenlucht toevoer qua inzicht niet veel gewijzigd. Een opvallende waarneming is de invloed van belichten op de RV, vooral als deze heel hoog is geweest als in de nacht geen warme buis is gebruikt. Wanneer wel een warme buis is gebruikt is, dan daalt de RV wel even om vervolgens snel weer iets te stijgen. Een mogelijke verklaring hiervoor is dat de energietoevoer door warmte de verdamping stimuleert waardoor de vochttoevoer toeneemt. In HNT gerbera zien we de verdamping dalen bij minder buisverbruik, intensief schermen en buitenlucht toevoer.

Er ontstaan zowel in proefvak als in referentie nog veel afgroeiërs. Er zijn wel verschillen te zien tussen voorin de kas en achter in de kas. Er tekenen zich nog wat kleine verschillen af tussen proefvak en referentie, maar die zijn nog minimaal.

Waarnemingen in de 5de periode

Waarnemingen klimaatrealisatie in de 5de periode

Momenten op verschillende grensvlakken

De instelling van de installatie is als volgt gewijzigd door Lekhabo.

Als het buiten een instelbare tijd vochtiger is dan in de kas, dus het verschil in abs. vocht is negatief.

En het is buiten gelijktijdig minder dan 3 graden kouder dan in de kas.

Dan: de buitenluchtklep moet sluiten en de recirculatieklep openen.

De ventilatorregeling laten zoals deze is.



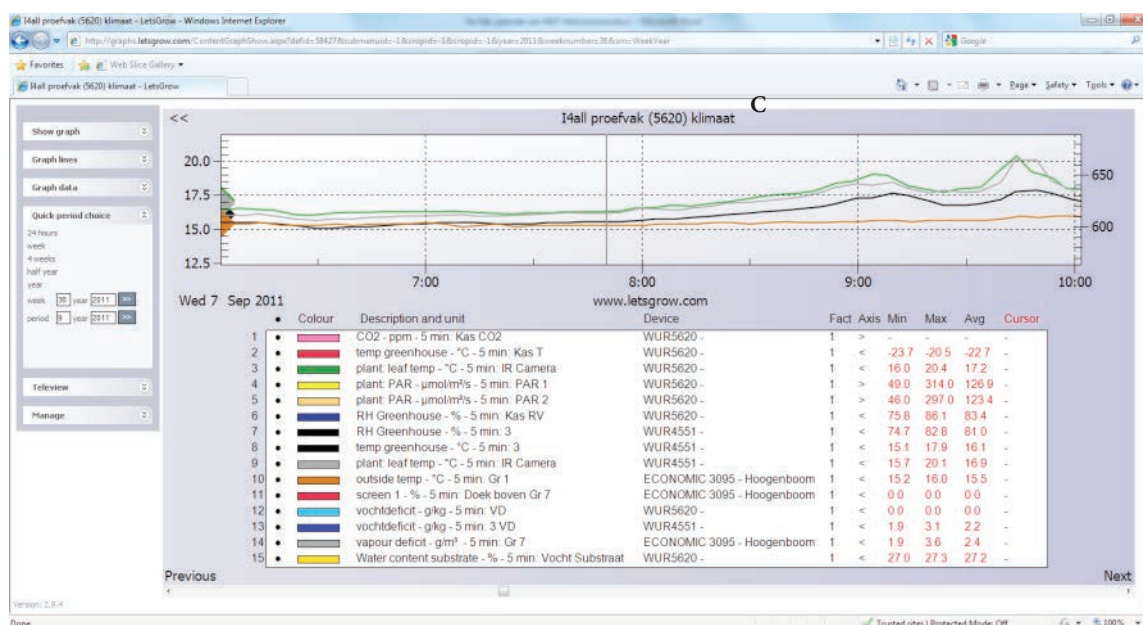
Figuur 1. Grafiek met regeling van ventilator en buitenluchtklep voor de nacht van 6 op 7 sept.



Figuur 2. Grafiek met RV voor de nacht van 6 op 7 sept.



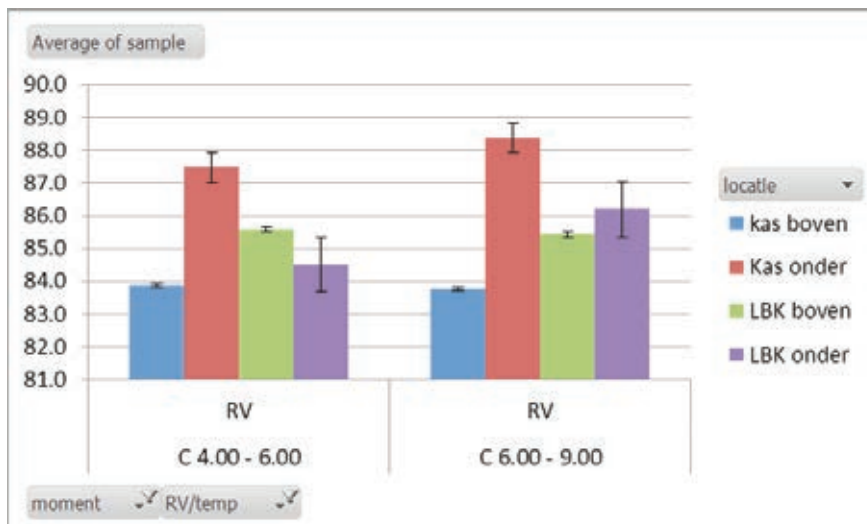
Figuur 3. Grafiek met regeling van klimaat voor de nacht van 6 op 7 sept.



Figuur 4. Grafiek van close up temperatuurlijnen voor de nacht van 6 op 7 sept.

Tabel 1. Gemiddelde waarden uit gewassensoren voor de nacht van 6 op 7 sept voor moment C.

	kas boven	Kas onder	LBK boven	LBK onder
C 4.00 - 6.00				
RV	83.9	87.5	85.6	84.5
temperatuur	16.4	16.1	16.6	16.5
C 6.00 - 9.00				
RV	83.8	88.4	85.4	86.2
temperatuur	16.9	16.3	17.1	16.4



Figuur 5. Grafiek met data voor RV uit gewassensoren met daarbij de spreiding.

De nacht van 6 op 7 september zijn de volgende 3 interessante perioden te zien:

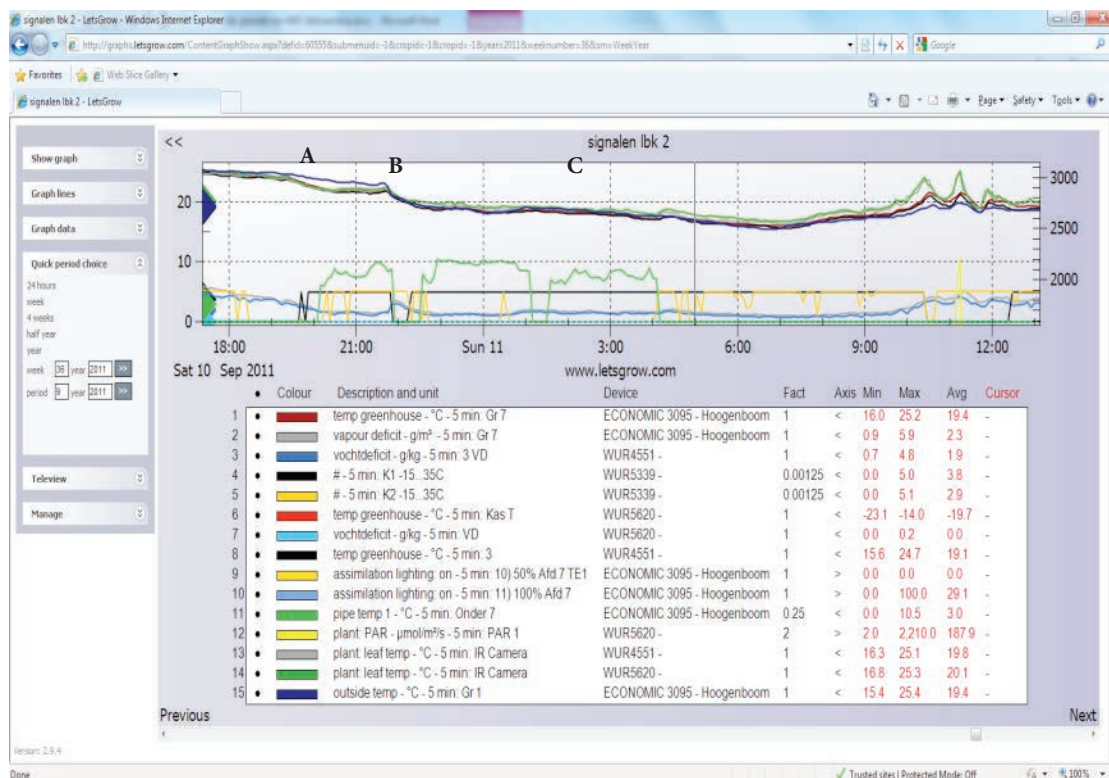
A: Op 2 momenten is kaslucht gecirculeerd omdat het VD buiten lager was dan de kaslucht en de kastemperatuur niet meer dan 3 °C lager. In de eerste periode blijven de lijnen dicht bij elkaar. Kaslucht circuleren, lijkt de RV niet of nauwelijks te verhogen. De eerste periode eindigt even nadat de buis erbij komt. Na de eerste periode is te zien dat als de buitenluchtklep weer open gaat de RV kort even sterk toeneemt en vervolgens iets sterker daalt dan de referentie.

B: In deze periode dansen de lijnen wat om elkaar heen. De verhoging als de buitenluchtklep opengaat, is niet zichtbaar. Waarschijnlijk omdat de buitentemperatuur op dat moment lager is. Het is in deze vreemd om te zien dat de buitentemperatuur uit de meetbox van de kweker meeloopt met de kasluchtlijnen.

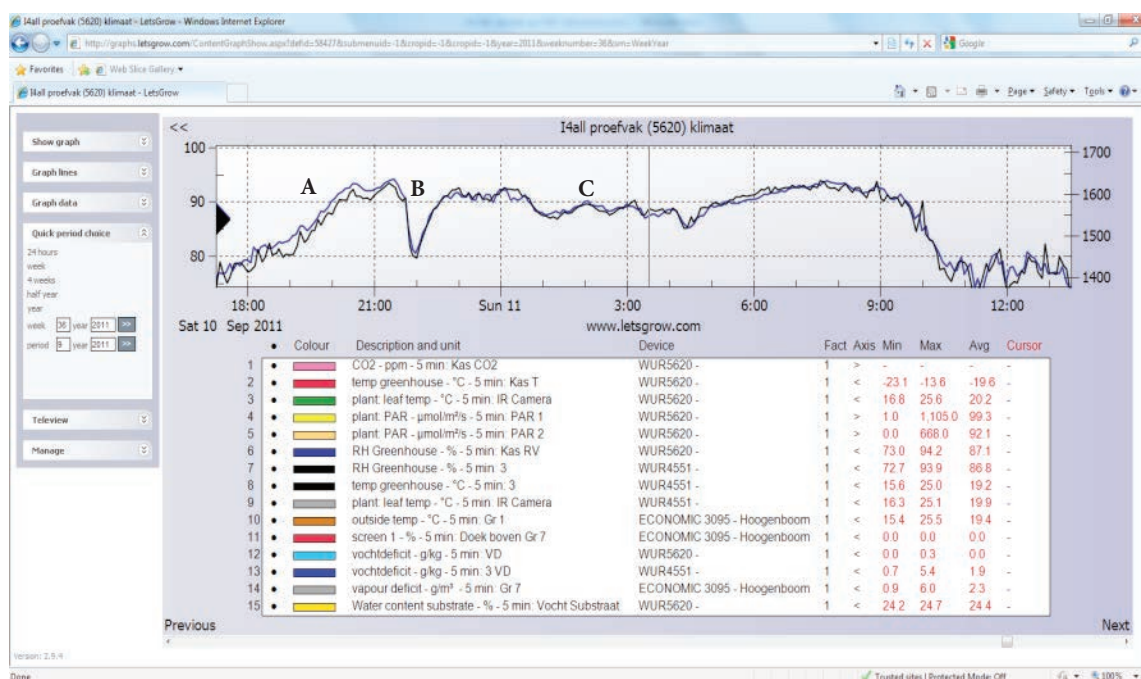
C: Om 4 uur is licht aan gegaan en periode C volgt daarop. De buitenlucht temperatuur is nagenoeg gelijk aan de kaslucht temperatuur. Er wordt buitenlucht geblazen, dus deze lucht is wel droger, zou droger moeten zijn. Opvallend is dat de RV in het proefvak boven de RV van de referentie stijgt. Als de kasluchttemperatuur stijgt en het verschil met de buitenlucht groter wordt neemt de RV in het proefvak zelfs nog verder toe. Het eindigt in een snelle daling van de RV. In Figuur 3. is informatie uit de klimaat PC te zien en in Figuur 4. een close up van het temperatuurverloop. Voor een verklaring bieden de gewassensoren waarschijnlijk de nodige informatie. Deze geven aan dat er boven het gewas in een proefvak een hogere RV is dan in de referentie, maar onder in het gewas is deze veel lager. De verschillen onder en bovenin het gewas hebben we nog niet eerder zo groot gezien tijdens deze proef. De slurven brengen de vochtige lucht boven het gewas en zorgen hier voor een hogere RV. Ditzelfde is een verklaring voor het RV sprongetje in periode A op 6 sept. In Figuur 5. is een grafiek te zien van de waarden voor RV uit de gewassensoren met daarbij de spreiding. Opvallend is de grote spreiding bij de onderste sensoren in het proefvak.

Periode van kaslucht circuleren

In de nacht van 10 op 11 september is een lange periode kaslucht gecirculeerd.



Figuur 6. Grafiek met regeling van ventilator en buitenluchtklep voor de nacht van 10 op 11 sept.



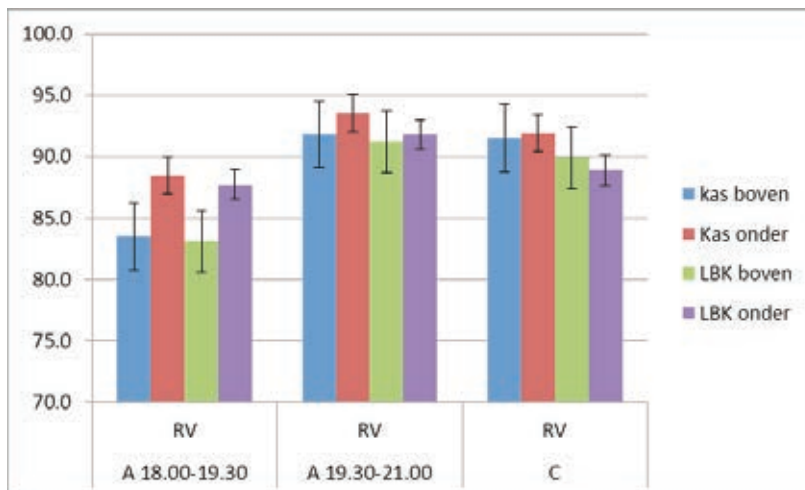
Figuur 7. Grafiek met RV verloop voor de nacht van 10 op 11 sept.



Figuur 8. Grafiek met regeling van klimaat voor de nacht van 10 op 11 sept.

Tabel 2. Gemiddelde waarden uit gewassensoren voor de nacht van 10 op 11 sept voor moment C.

	kas boven	Kas onder	LBK boven	LBK onder
A 18.00-19.30				
RV	83.5	88.5	83.1	87.7
temperatuur	25.2	24.4	25.2	24.2
A 19.30-21.00				
RV	91.8	93.5	91.2	91.8
temperatuur	22.5	22.2	22.5	22.3
C				
RV	91.5	91.9	89.9	88.9
temperatuur	18.6	18.8	18.9	19.1



Figuur 9. Grafiek met data voor RV uit gewassensoren met daarbij de spreiding voor moment A en C op 10 en 11 sept.

A: De nacht start met een periode waarin de buitenlucht warmer is dan de kaslucht. Er wordt afwisselend kaslucht en buitenlucht gecirculeerd. De RV lijn in het proefvak ligt steeds iets boven de RV van de referentie. De gewassensoren geven echter geen verschil aan boven het gewas en iets drogere lucht in het proefvak onder in het gewas. Bij het inschakelen van afwisselend buitenlucht toevoer/kasluchtcirculatie wordt de RV onder in het gewas nog iets lager in het proefvak. Het verschil tussen boven en onder is hier zowel in het proefvak als in de referentie en de eerste periode groot en in een latere periode gelijk. Het lijkt erop dat de ophoping van vocht in het gewas begint. Dit is pas later boven het gewas te zien.

B: Er is na 21.00 uur een sterke dip te zien. Deze heeft waarschijnlijk met luchten en stoken te maken. De buiten lucht temperatuur is dan ook lager. Hij lijkt ook hier mee te lopen met de kasluchtlijnen.

C: In de periode die volgt is geen verschil zichtbaar tussen RV in het proefvak en de referentie. Dit is de periode waarin lange tijd alleen kaslucht gecirculeerd wordt. In deze fase is er geen verschil in RV zichtbaar bij de lijnen, maar wel in luchtbeweging. De gewassensoren laten een klein positief verschil zien voor de RV in het proefvak.

Ten aanzien van de spreiding van de data is te zien dat de spreiding en dus de variatie in gemeten waarden onder in het gewas groter is. Voor moment A 18.00-19.30 is er wel verschil tussen boven en onder gewas, maar niet in LBK en proefvak. De slurven staan dan ook uit. In de late A periode is er geen verschil te zien. In de C periode lijkt er alleen een verschil onder in het gewas tussen het proefvak en de referentie.

Reactie van klimaat en LBK op de watergift

Tijdens de watergift gaat de LBK aan. Het is echter ook een vraag wat de RV doet na een watergift, hoe hierop met klimaatregeling wordt gereageerd en wat toevoer van buitenlucht hier nog aan toe kan voegen met het oog op RV regeling.

Watergift op 18 september



Figuur 10. Verloop van klimaat, incl. vochtsensor op 18 sept.



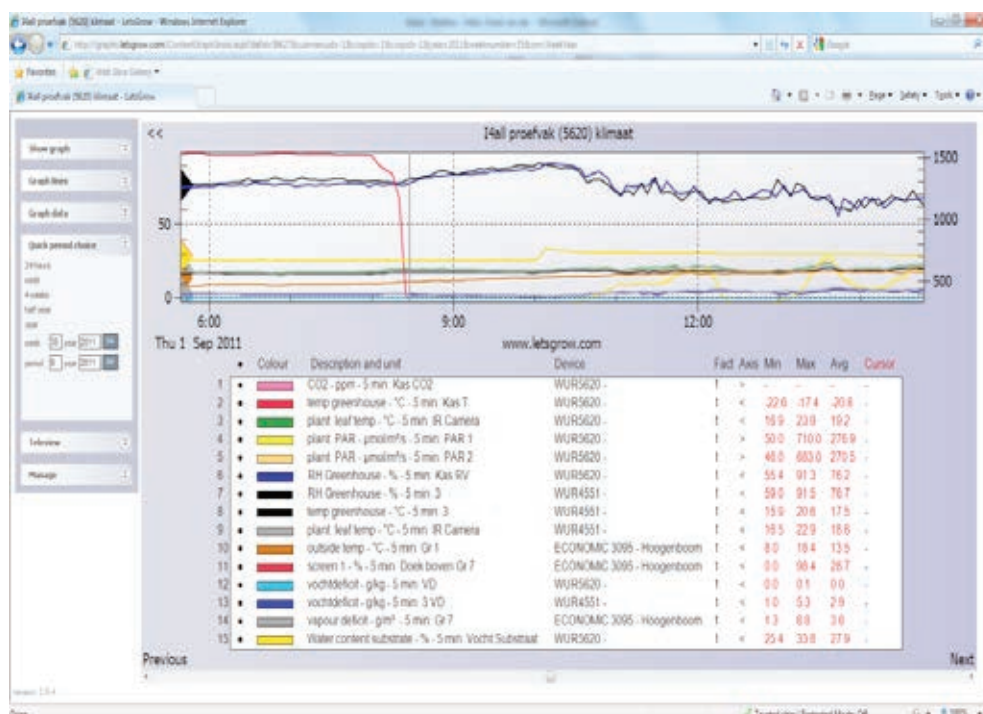
Figuur 11. Regeling van het klimaat na de gietbeurt op 18 sept.



Figuur 12. Inschakelen van ventilator en buitenluchtklep en verloop van de temperatuur na gietbeurt op 18 sept.

De watergift op 18 september is om iets voor 13.00 uur en aangeduid met moment A. Op 18 sept stijgt de RV snel tijdens en na de watergift snel. Dit is het eerst te zien in de referentie, omdat daar eerder watergegeven is. Opvallend is dat net na het watergeven de luchtramen dicht gaan, mede daardoor loopt de RV waarschijnlijk zo hoog op. De RV daalt weer iets als er kortstondig weer een beetje meer gelucht wordt, maar stijgt weer als het lucht weer gesloten wordt en er een warme buis in komt. De temperatuur in de kas loopt op (let ook op de planttemperatuur), maar de RV blijft hoog. De RV daalt pas echt weer als er ook weer veel gelucht wordt. De buitenluchttoevoer gaat aan op het moment van watergeven en blijft gedurende een paar uur blazen. Verschillen tussen proefvak en referentie lijken niet echt zichtbaar door de buitenluchttoevoer. Deze worden meer door timing van de berekening bepaald. Andere regelinstrumenten lijken op dit moment meer invloed te hebben. Helaas is van dit moment op dit moment nog geen data uit de gewassensoren beschikbaar.

Watergift op 1 sept



Figuur 13. Verloop van klimaat, incl. vochtsensor op 1 sept.



Figuur 14. Inschakelen van ventilator en buitenluchtklep en verloop van de temperatuur na gietbeurt op 1 sept.

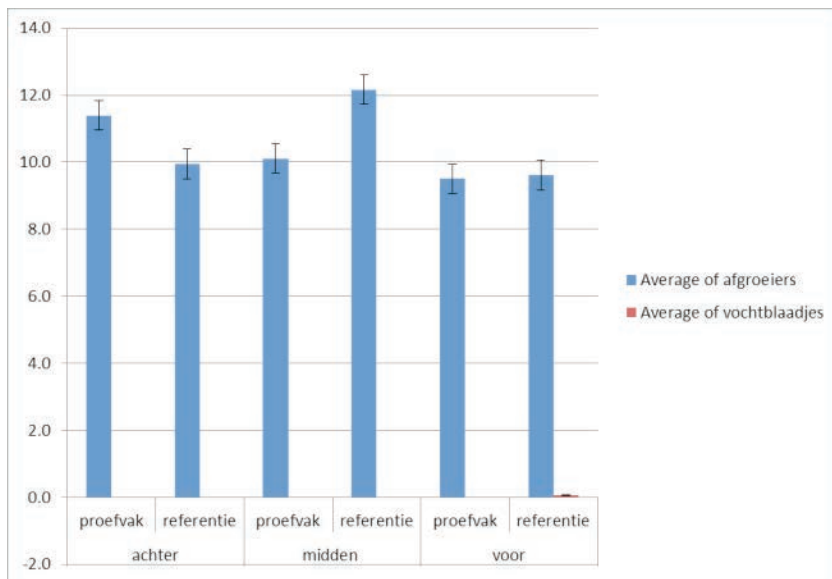


Figuur 15. Regeling van het klimaat na de gietbeurt op 1 sept.

Op 1 september wordt er iets voor 9.00 uur in de ochtend water gegeven. De RV gaat hier echter niet omhoog, maar blijft gelijk en daalt iets. De grafiek met data uit de klimaat PC laat zien dat na de watergift de lucht snel openloopt en de straling snel toeneemt. Ook de buitenluchttoevoer gaat aan zoals afgesproken, zodat er geen water in de slurven kan komen. Tegen het einde van de blaasperiode loopt de RV in het proefvak even op ten opzichte van de referentie. Echte verschillen zijn verder niet zichtbaar.

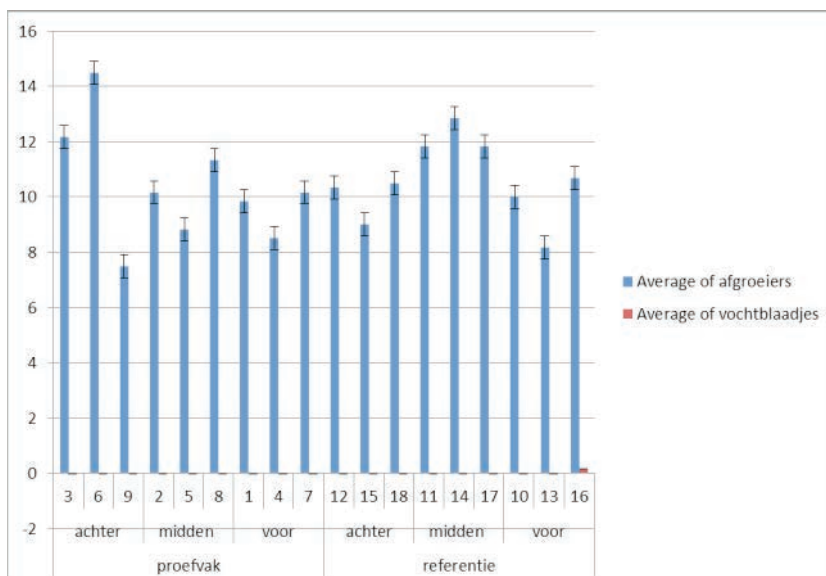
Gewaswaarnemingen

Afgroeiers



Figuur 17. Gemiddeld aantal afgroeiers per waarneming per veldje op de locatie voor, midden en achter in de kas en in het proefvak.

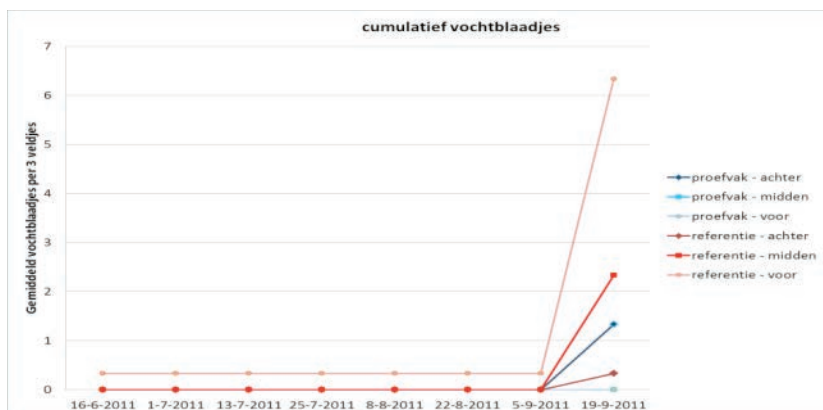
Er zijn eigenlijk 2 plaatsen in de kas waar er iets meer afgroeiers lijken voor te komen, dit is het midden bij de referentie en achter in het proefvak. Om deze verschillen nader te bestuderen is de score per veldje weergegeven in de volgende grafiek.



Figuur 18. Gemiddeld aantal afgroeiers per waarneming per veldje in het proefvak en in de referentie.

In deze grafiek is te zien dat meestal in het midden van het vak iets minder afgroeiers per veldje voorkomen, maar dat bij de twee afwijkende vakken (proefvak achter en referentie midden) niet het geval is. De gevonden verschillen geven geen aanleiding om een invloed van buitenluchttoevoer op afgroeiers te verwachten.

Vochtblaadjes



Figuur 19. Cumulatieve grafiek voor het aantal vochtblaadjes in proefvak en referentie op de locaties voor, achter en midden in de kas.

De eerste vochtblaadjes zijn waargenomen. Bij deze eerste waarneming zijn vooral in het referentievak en voorin de kas vochtblaadjes waargenomen. In het proefvak was maar 1 stengel met vochtblaadjes in de waarnemingsvelden gezien. Het is nu afwachten hoe het ontstaan van vochtblaadjes zich verder ontwikkelt.

Samenvatting en conclusies 5de periode

De strategie van overschakelen op kasluchtcirculatie lijkt met het oog op vochtbeheersing effectief als actie. Wel lijkt het erop dat temperatuur een belangrijker rol moet spelen bij de keuze kaslucht/buitenlucht. De instelling zou wellicht niet EN maar OF moeten zijn. De BCO gaat hier niet in mee.

Als gevolg van het najaarsklimaat is te zien dat het systeem vaker draait omdat de slurven nu ook af en toe gedurende de dag draaien. We kunnen hierop reageren door het inschakel VD weer iets te verlagen (door buitenluchtblazen is het CO₂ niveau lager). Echter het lijkt me vanuit onderzoekoogpunt interessanter om het systeem nu ook meer te laten blazen om de invloed op vochtblaadjes vast te kunnen stellen. De eerste waarnemingen stemmen enigszins verwachtingsvol. Ten aanzien van afgroeiërs moet echter geconcludeerd worden dat we in dit onderzoek geen invloed van buitenluchttoevoer op afgroeiërs hebben kunnen realiseren.

Met betrekking tot watergeven lijken andere factoren dan buitenluchttoevoer meer van invloed op het RV na watergift dan buitenluchttoevoer. De grootste invloed heeft luchten. In koudere perioden, waarin minder gelucht wordt kan buitenlucht, die dan ook droger is, wellicht meer invloed hebben.

Waarnemingen in de 6deperiode

Nieuwe techniek in de 6de periode

In de 6de periode zijn er problemen met de techniek geweest. Deze zijn nagenoeg allemaal opgelost. De meetpalen zijn beide vervangen voor nieuwe meetpalen met instrumenten met een kleinere foutmarge. Hiermee is de kans dat een verschil door foutmarge van de sensor veroorzaakt wordt bij de meetpalen tot een absoluut minimum beperkt.

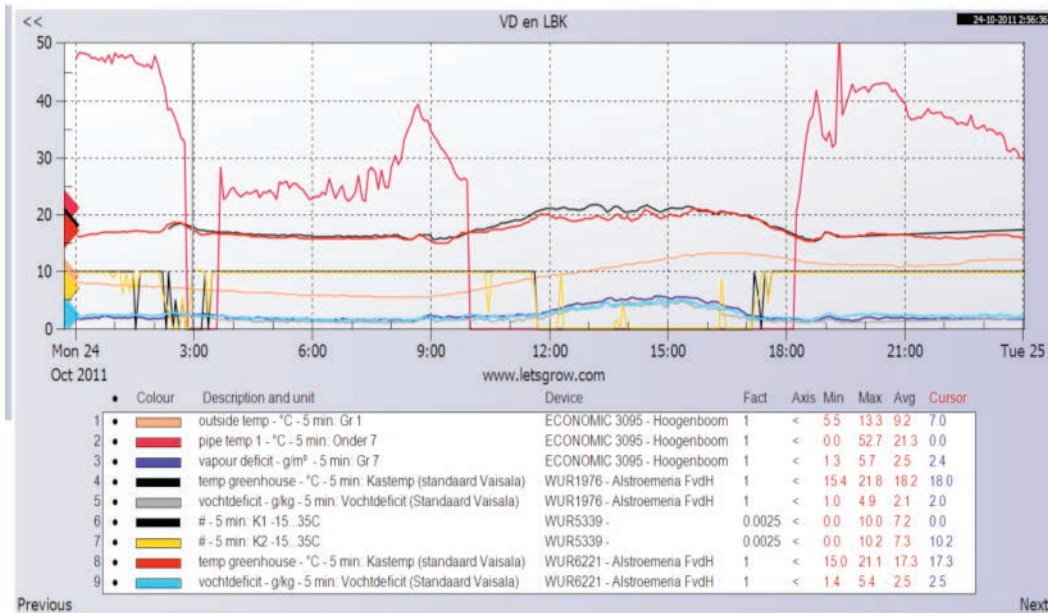
De laptop voor de draadloze sensoren is kapot gegaan en vervangen. De sensoren van links en rechts zijn naar voor en achter in de kas gegaan.

De bekabeling van de meetpalen is vervangen voor robuuste kabels om dit als oorzaak van stroomstoringen uit te sluiten. Sinds week 42 draait het sensorenpark weer en beter als tevoren. Op LetsGrow zijn nu weer VD lijnen te zien. De grafieken zijn met de BCO gedeeld, het wachten is op de verwerking van het toegang verschaffen aan de nieuwe meetpalen voor de groep bij LetsGrow.

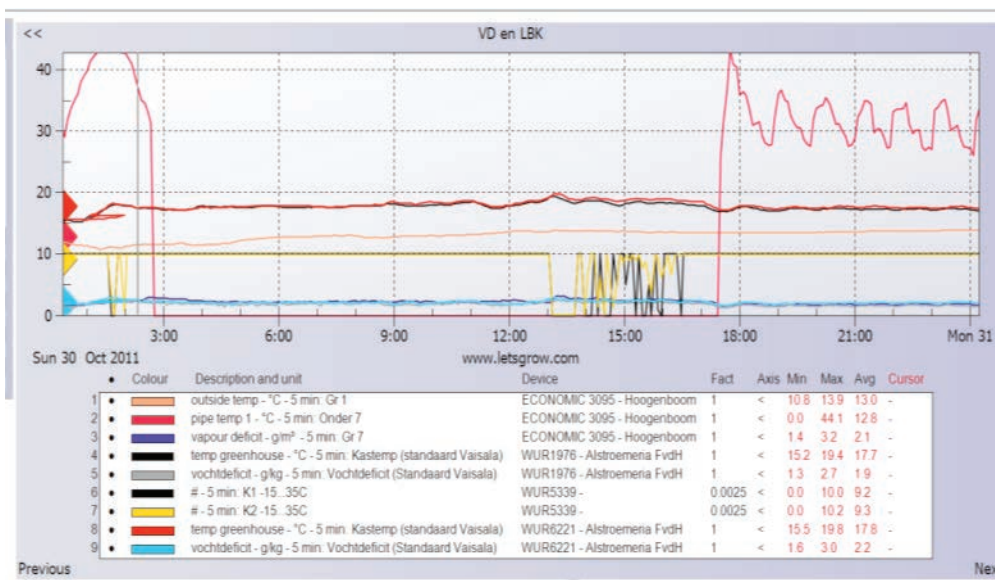
Meetpaal **WUR6221** is nu het **proefvak** en meetpaal **WUR1976** is nu de *referentie*.

Vergelijking 24 en 30 oktober.

In de onderstaande grafieken worden twee etmalen met elkaar vergeleken. Op 24 oktober (Figuur 1.) was de nachttemperatuur 5 graden lager dan op 30 oktober (Figuur 2.). Gebruik van LBK en buis staan in de grafiek met temperaturen en VD. In Tabel 1. staat het VD en de RV gemeten door de gewassensoren.



Figuur 1. LetsGrow grafiek van 24 oktober.



Figuur 2. LetsGrow grafiek van 30 oktober.

Tabel 1. Metingen door gewassensoren op 24 en 30 oktober. (nacht is van 0.00 uur tot 8.00 uur).

	Gemiddeld RV	Gemiddeld VD	Min of VD	Max of VD
24-10-2011	83.0	2.9	0.8	11.8
dag				
Kasboven	81.6	3.6	0.8	11.8
kasonder	87.4	2.2	0.9	6.1
LBK boven	77.3	4.0	1.7	9.9
LBK onder	79.4	3.4	1.9	7.1
nacht				
Kasboven	88.8	1.7	1.1	2.6
kasonder	90.8	1.3	0.9	2.6
LBK boven	82.2	2.6	1.8	3.8
LBK onder	81.7	2.6	1.8	3.9
30-10-2011	87.2	2.0	0.9	4.0
dag				
Kasboven	88.0	2.0	1.0	3.6
kasonder	90.3	1.5	0.9	2.7
LBK boven	85.3	2.4	1.2	4.0
LBK onder	85.9	2.2	1.5	2.9
nacht				
Kasboven	87.6	1.9	1.1	2.9
kasonder	89.7	1.5	1.1	3.9
LBK boven	84.6	2.4	1.3	3.8
LBK onder	84.8	2.3	1.8	3.4

Interpretatie: Waar de invloed van de LBK gedurende de zomer steeds matig tot slecht zichtbaar is geweest is deze nu goed te zien. Een verschil van 3 tot 9% in RV is gemiddeld op beide dagen gerealiseerd. Dit komt overeen met een VD verschil van minimaal 0,4 g/m³ bij de kop tot maximaal 0,8 -1,3 g/m³ op het middengaas. Verschillen zijn er ook te zien in minimum en maximum VD. Opvallend is dat ook gedurende de dag het VD onder 1 kan dalen.

Op 24 oktober was de invloed duidelijk groter dan op 30 oktober. De nachttemperatuur was toen nog 5 gr, deze zal nog lager worden in de toekomst. Moeten we de strategie aanpassen om te droge lucht te voorkomen? Nu is het VD in de nacht niet hoger geweest dan 4 en overdag is het niet hoger geweest dan de referentie. Er lijken zich dus geen problemen voor te doen.

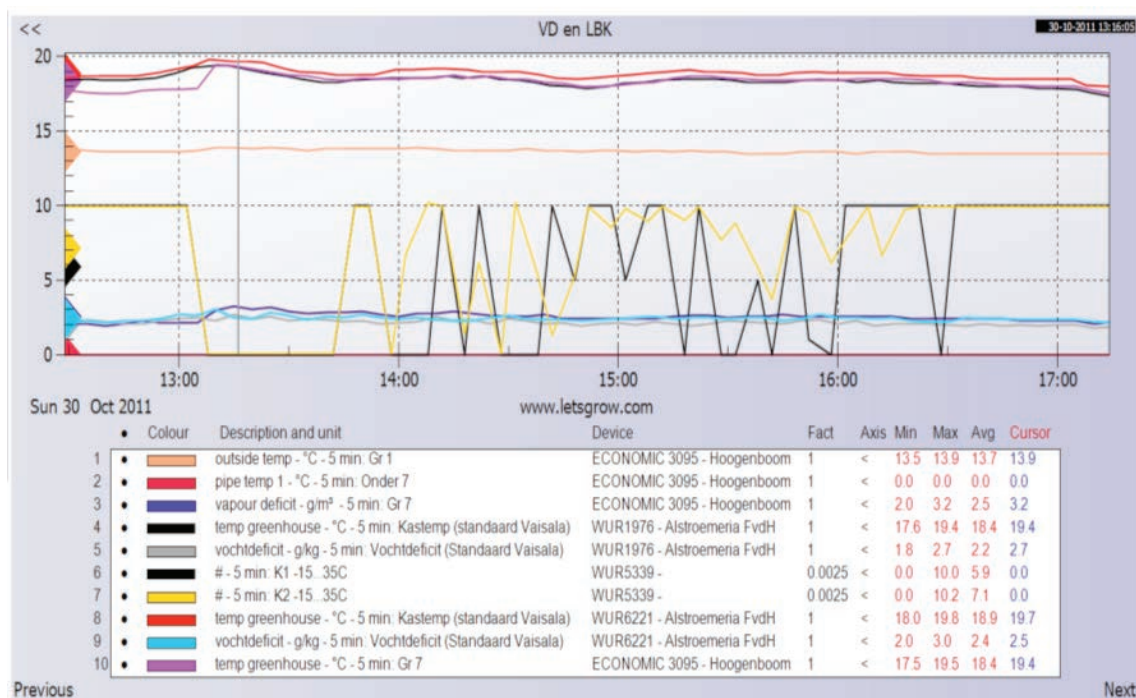
Inzoomen op de dag van 30 oktober

In Figuur 3. is te zien hoe de LBK gedurende de dag op 30 oktober heeft gefunctioneerd. Op de meeste dagen staat het systeem nog tot ongeveer 12.00 uur te blazen. In de middag is het systeem wisselend aan of uit. Er zijn twee momenten bekeken.

Van 13.15 tot 13.45

Van 14.00 tot 16.00

In Tabel 2 staan de meetgegevens van de gewassensoren.



Figuur 3. Grafiek uit LetsGrow van de middag op 30 oktober ingezoomd op regeling LBK en VD.

Tabel 2. meetgegevens van de gewassensoren op moment A en B op 30 oktober.

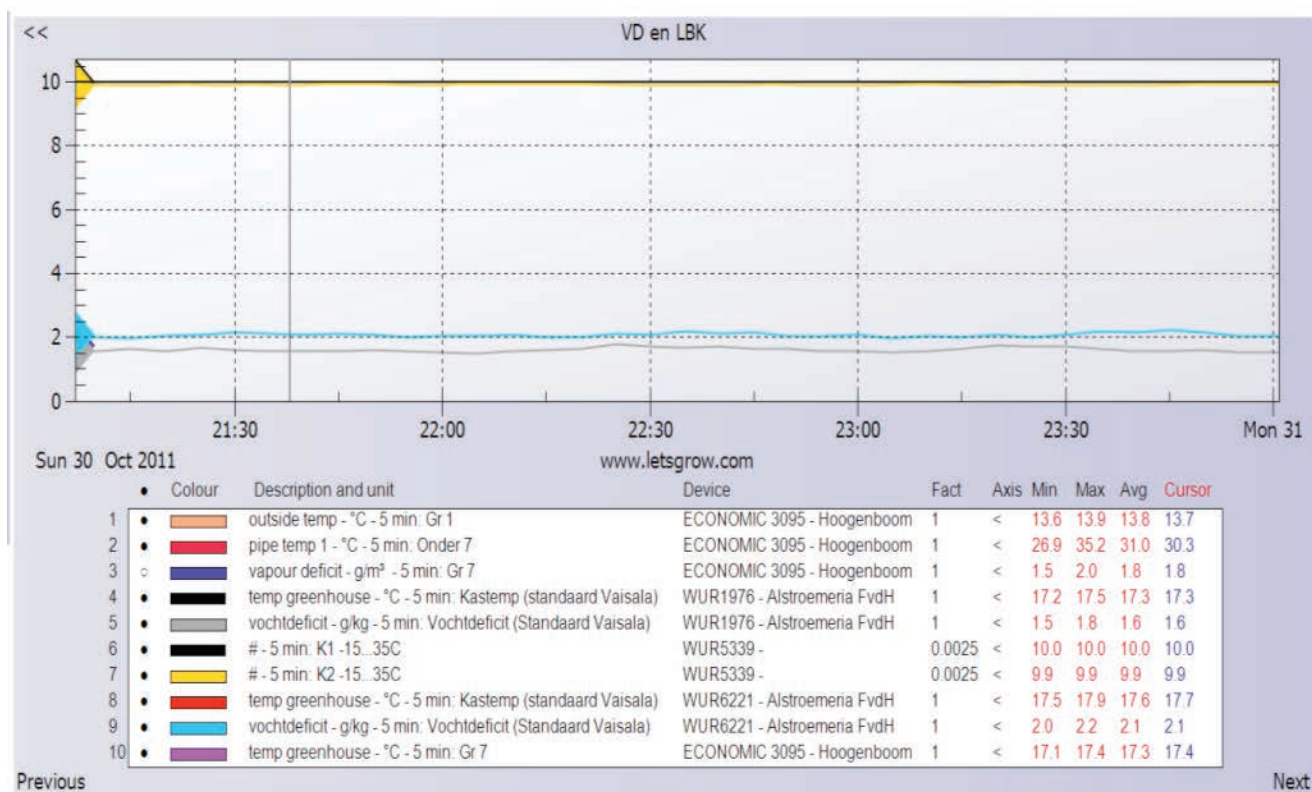
	RV	temperatuur	VD
A	84.2	20.0	2.7
kasboven	82.9	20.6	3.1
Kasonder	86.0	19.6	2.4
LBK boven	82.2	20.5	3.2
LBK onder	85.1	19.7	2.5
B	85.1	19.6	2.5
kasboven	84.3	20.0	2.7
Kasonder	87.6	19.1	2.0
LBK boven	82.9	20.0	3.0
LBK onder	84.9	19.4	2.5

Interpretatie: De rede dat is ingezoomd op dit moment is dat de regeling vrij schommelend verloopt als het VD zich op de grens van aan en uit begeeft. Het systeem gaat nu aan rond VD van iets boven 2 gemeten door de meetpaal (g/kg). Ingesteld op VD van 3 g/m³.

Deze instelling is ingevoerd om snel in te spelen op een snel dalend VD, niet voor perioden met een structureel matig laag VD. In de BCO moeten we bespreken of we dit op deze manier blijven doen.

Opvallend is dat in de LetsGrow grafiek er een temperatuurverschil lijkt te zijn tussen proefvak en referentie, maar dit is in de waarden van de gewassensoren niet of nauwelijks te zien. De meetpalen zijn nieuw en geven op andere momenten wel een gelijke temperatuur. Kennelijk is er een tijdelijke en plaatselijke temperatuur verhogende factor.

Inzoomen op 30 oktober; de nacht

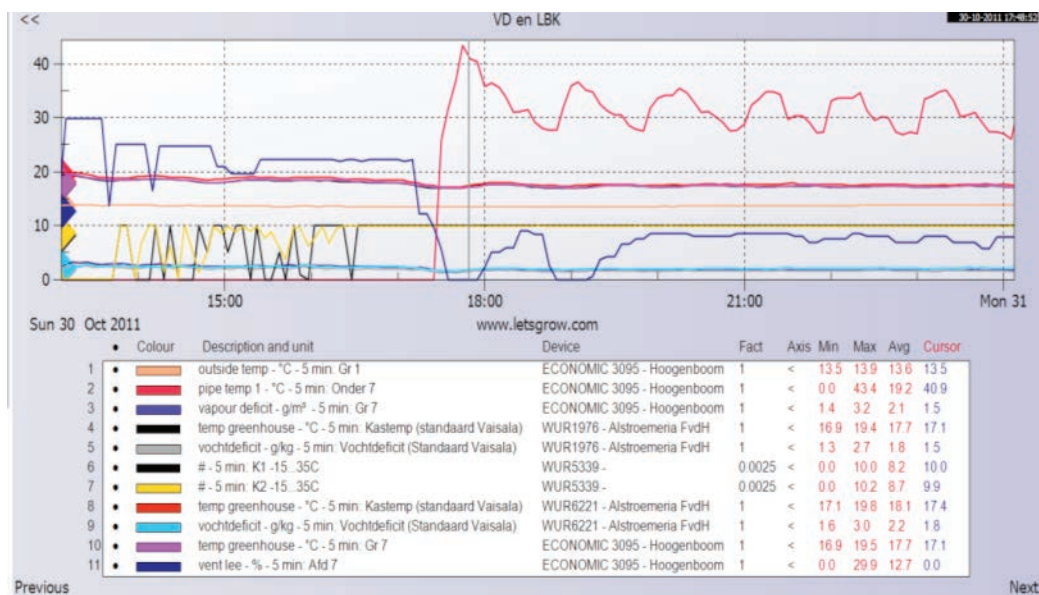


Figuur 4. VD in proefvak en referentie op 30 oktober in de nacht.

Tabel 3. Meetgegevens uit gewassensoren voor de nacht van 30 oktober op moment C (21.30 tot 0.00 u).

	RV	temperatuur	VD
C	89.0	17.7	1.7
kasboven	91.4	17.7	1.3
Kasonder	92.6	17.4	1.1
LBK boven	86.8	17.9	2.0
LBK onder	85.7	18.0	2.2

In Figuur 5. is te zien hoe in deze periode is omgegaan met luchten en buis.



Figuur 5. Buis, raamstand en LBK status in de nacht van 30 oktober.

Interpretatie: In de grafiek is te zien dat in de nacht van 30 oktober het VD in het proefvak 2,1 g/kg is geweest met als minimum 2,0 en in de referentie 1,6 g/kg met als minimum 1,5. Metingen met de gewassensoren voor moment C bevestigen dit verschil en geven aan dat het mogelijk nog sterker is geweest; vooral onderin het gewas (1,1 g/m³). Het systeem lijkt in de nacht goed te functioneren onder de omstandigheden van dit moment.

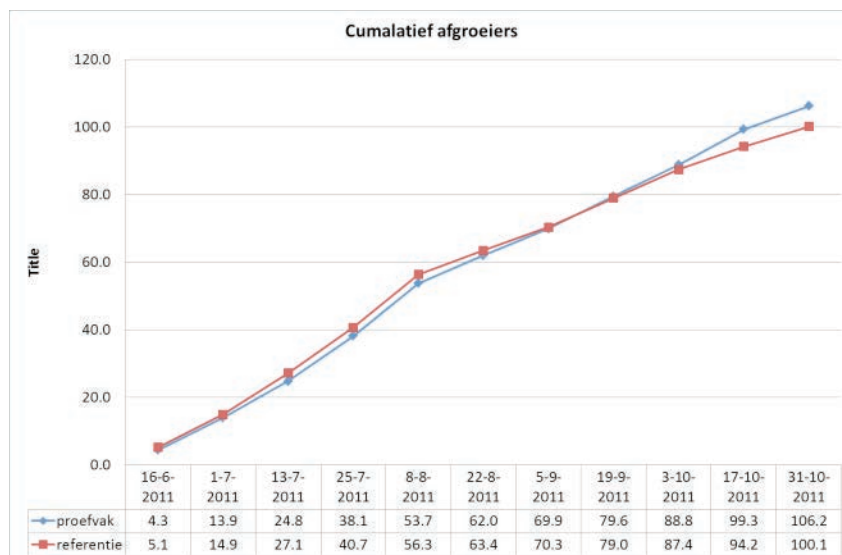
Gewaswaarnemingen

Afgroeiërs

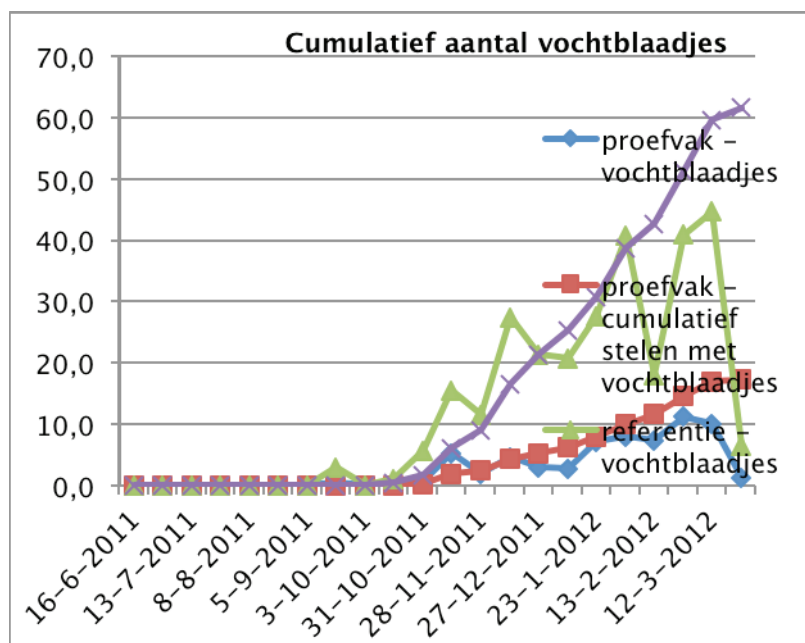
In de maand oktober lijkt het aantal afgroeiërs in de referentie iets lager geweest te zijn dan in het proefvak (Figuur 6.). Dit is vooral achter en voor in het vak zo geweest. In het midden bij de referentie was het aantal afgroeiërs nog wel hoog (Figuur 8.).

Vochtblaadjes

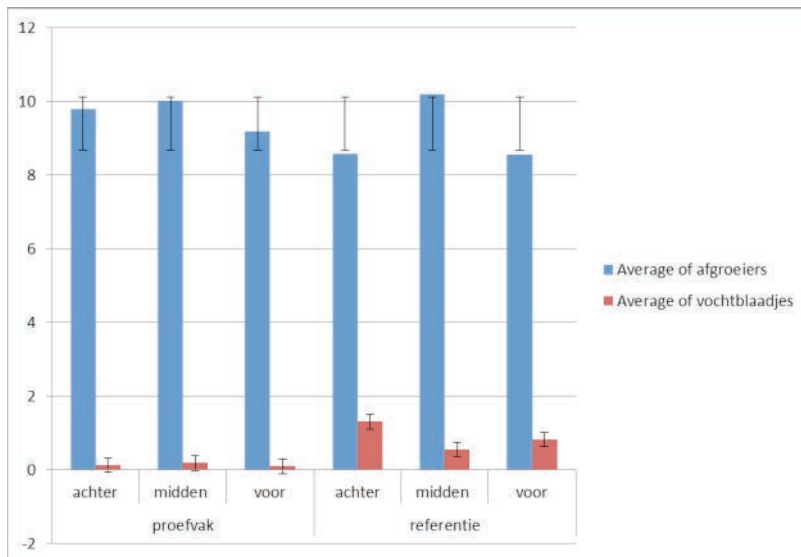
Het aantal vochtblaadjes lijkt juist in het proefvak lager dan in de referentie (Figuur 7.). In het midden van het vak lijkt het aantal vochtblaadjes een klein beetje minder dan voor en achter (Figuur 8.). Het lijkt wel of tegengestelde omstandigheden het ontstaan van vochtblaadjes dan wel afgroeiërs versterkt.



Figuur 8. Cumulatief verloop van aantal afgroeiers per veldje.



Figuur 9. Cumulatief verloop van aantal vochtblaadjes per veldje.



Samenvatting en conclusies 6de periode

De meetpalen zijn beide vervangen voor nieuwe meetpalen met instrumenten met een kleinere foutmarge. De laptop voor de draadloze sensoren is kapot gegaan en vervangen. De sensoren van links en rechts zijn naar voor en achter in de kas gegaan. De bekabeling van de meetpalen is vervangen voor robuuste kabels om dit als oorzaak van stroomstoringen uit te sluiten. Meetpaal **WUR6221** is nu het **proefvak** en meetpaal **WUR1976** is nu de **referentie**.

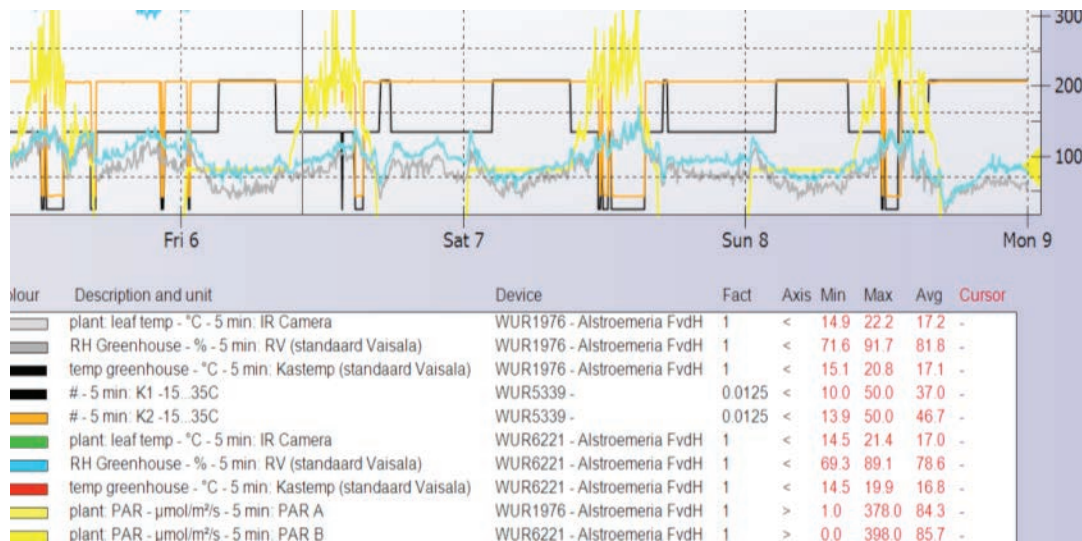
Waar de invloed van de LBK gedurende de zomer steeds matig tot slecht zichtbaar is geweest is deze nu goed te zien. Er is een verschil van 3 tot 9% in RV gerealiseerd. Er lijkt voldoende verschil te worden gerealiseerd. Er lijkt een oplopende gemiddeld VD te zijn van voor naar achter. Achter in de kas, waar de LBK staat is de lucht droger dan midden en voor in de kas. Lekhabo heeft dit nagelopen en gezien dat bij 80% ventilatortoeren de verdeling het beste is. De terugloop is echter tot 40% toerental acceptabel.

Opvallend is dat in de LetsGrow grafiek er een temperatuurverschil lijkt te zijn tussen proefvak en referentie, maar dit is in de waarden van de gewassensensoren niet of nauwelijks te zien. De meetpalen zijn nieuw en geven op andere momenten wel een gelijke temperatuur. Kennelijk is er een tijdelijke en plaatselijke temperatuur verhogende factor.

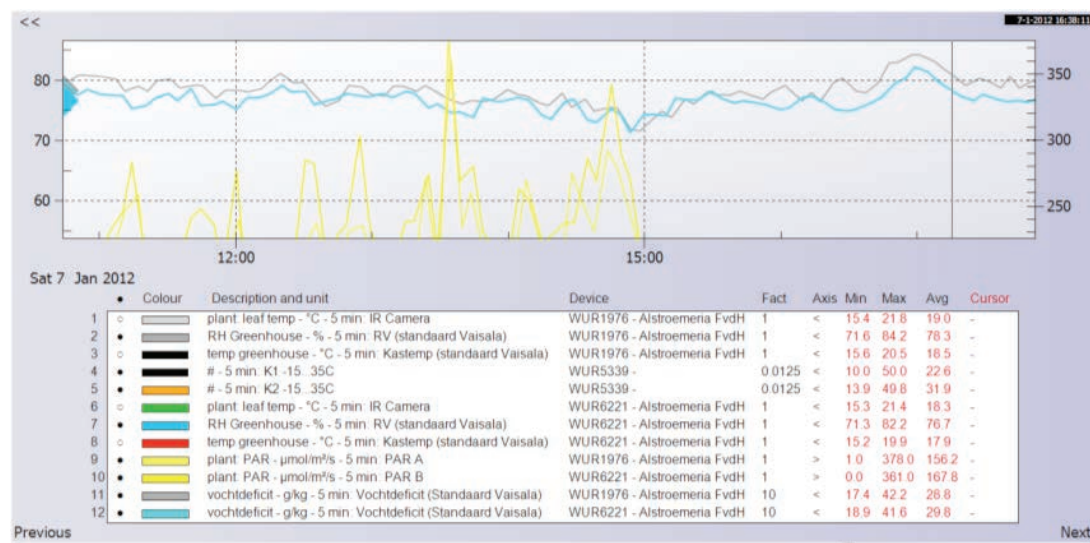
De invloed op afgroeiers is nog altijd niet of nauwelijks aanwezig. Er komen in het proefvak wel duidelijk minder vochtblaadjes voor.

Waarnemingen in de 7de periode

Verloop RV bij hogere instraling en droger wordend klimaat



Grafiek 1.



Grafiek 2.

In grafiek 1 zijn enkele momenten te zien waarop de buitenluchttoevoer is uitgeschakeld. Met het oog op een periode waarin wisselende omstandigheden voorkomen is het goed te weten hoe snel de RV terugvalt in het normale patroon zonder buitenluchttoevoer. Grafiek 2 laat een close up zien van dit moment. Om 12.30 gaat de buitenluchttoevoer uit. Vrijwel meteen lopen de RV lijnen gelijk. Om 15.30 gaat de toevoer weer aan en de lijnen gaan vrijwel direct ook weer uit elkaar lopen.

Waarneming met gewassensoren

Tabel 1. Gemiddelde gerealiseerde etmaalgemiddelde waarden voor temperatuur, RV en VD over de periode 27-12 tot en met 8-januari.

	Gem RV	Gem. VD	Gem. temperatuur
Kas boven	83.7	2.3	17.0
Kas onder	88.1	1.7	17.0
LBK boven	81.8	2.7	17.2
LBK onder	80.8	2.8	17.2

Tabel 2. Gemiddelde gerealiseerde etmaalgemiddelde waarden voor temperatuur, RV en VD over de periode 27-12 tot en met 8-januari in de nacht (18.00 tot 4.00) en dag (4.00 tot 18.00).

Row Labels	Average of sample2	Average of vpd	Average of sample2
Kas boven	83.7	2.3	17.0
dag	83.7	2.4	17.5
nacht	83.7	2.1	16.3
Kas onder	88.1	1.7	17.0
dag	88.0	1.8	17.1
nacht	88.1	1.7	16.9
LBK boven	81.8	2.7	17.2
dag	81.0	2.9	17.6
nacht	82.9	2.4	16.7
LBK onder	80.8	2.8	17.2
dag	81.5	2.7	17.3
nacht	79.8	3.0	17.2

Tabel 2. Gemiddelde gerealiseerde etmaalgemiddelde waarden voor temperatuur, RV en VD over de periode 27-12 tot en met 8-januari per meetpunt.

Row Labels	Gem. RV	Gem. VD	Gem temperatuur
Kas boven	83.7	2.3	17.0
Kas boven achter	83.3	2.1	16.5
Kas boven midden	84.2	2.3	17.1
Kas boven voor	83.6	2.5	17.3
Kas onder	88.1	1.7	17.0
Kas onder midden	87.8	1.8	17.0
kas onder voor	88.3	1.7	17.0
LBK boven	81.8	2.7	17.2
LBK boven achter	80.0	3.0	17.3
LBK boven midden	81.3	2.8	17.2
LBK boven voor	84.0	2.4	17.2
LBK onder	80.8	2.8	17.2
LBK onder achter	80.1	3.0	17.4
LBK onder midden	81.5	2.7	17.1

Debietverliesmeting Lekhabo

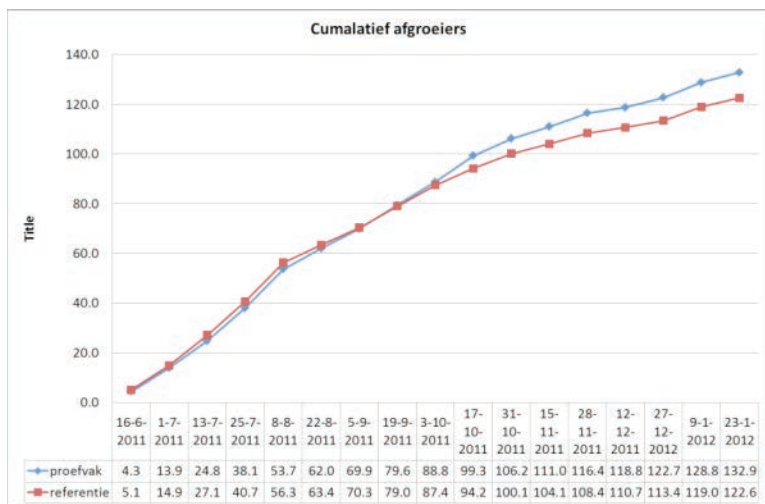
Er is op het bedrijf een meting uitgevoerd met een 100 meter lange slang. Hierbij is bekeken wat de variatie in hoeveelheid inblaaslucht is over de slanglengte bij verschillende ventilatorsnelheden (zie grafiek). De cijfers onder de x-as staan voor 6 meetposities verdeeld over de slanglengte, lucht gaat er bij 1 in en 6 is aan het einde van de slang. Bij 100% nemen de verschillen weer toe, daarom wordt 80% als maximum aangehouden.

Bij Hoogenboom is het verloop ongunstiger, kost meer energie om slangen tegen het gewas open te drukken. Dit betekend dat minimale snelheid op 50% gehouden moet worden.

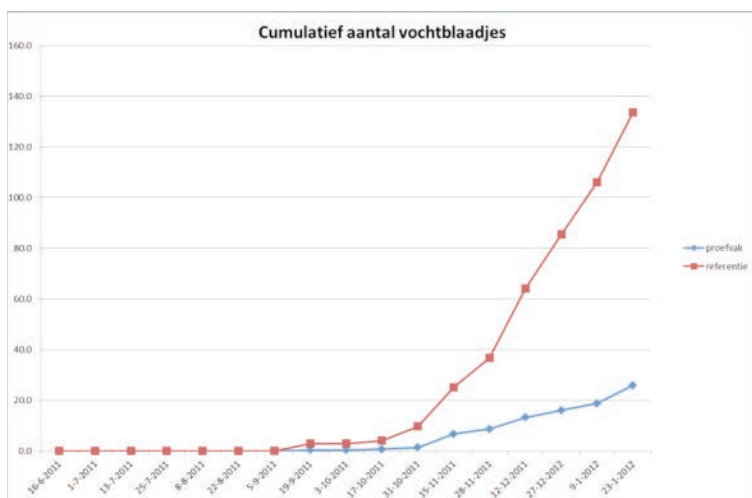
Interpretatie klimaatrealisatie 7de periode: Onder in het gewas (ter hoogte van het middelste gaas) is een duidelijk hoger VD gerealiseerd door buitenluchttoevoer in de afgelopen periode. Boven het gewas is het verschil zichtbaar, maar minder duidelijk aanwezig, omdat ook in de referentie het VD boven in het gewas hoger is. Dit is een bevestiging van eerdere resultaten. Het na-ijleffect van het systeem lijkt kort. Er lijkt wel sprake van debietverlies, waarschijnlijk door knellen van de slurven.

Gewaswaarnemingen

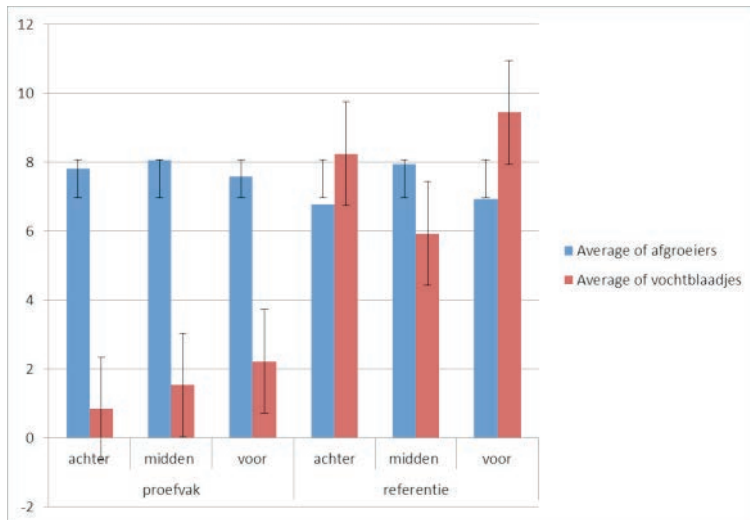
Interpretatie gewaswaarnemingen: Grafiek 3 laat zien dat er nog steeds een minimaal verschil in aantal afgroeiers is, waarbij in de referentie iets meer afgroeiers lijken voor te komen. Er is een zeer duidelijk verschil in aantal vochtblaadjes, zoals te zien in grafiek 4. Het verschil is bijna een factor 7. Grafiek 5 laat de verdeling van vochtblaadjes en afgroeiers in proefvak en referentie zien. Opvallend is de gradiënt in het aantal vochtblaadjes van achter naar voor, gelijk met het verloop van het VD.



Grafiek 3



Grafiek 4.



Grafiek 5.

Samenvatting en conclusies na de 7de periode

Onder in het gewas (ter hoogte van het middelste gaas) is een duidelijk hoger VD gerealiseerd door buitenluchttoevoer in de afgelopen periode. Boven het gewas is het verschil zichtbaar, maar minder duidelijk aanwezig, omdat ook in de referentie het VD boven in het gewas hoger is. Dit is een bevestiging van eerdere resultaten. Het na-ijleffect van het systeem lijkt kort. Er lijkt wel sprake van debietverlies, Waarschijnlijk door knellen van de slurven.

Er is een minimaal verschil in aantal afgroeiers, waarbij in de referentie iets meer afgroeiers lijken voor te komen. Er is een zeer duidelijk verschil in aantal vochtblaadjes. Het verschil is bijna een factor 7. Opvallend is de gradiënt in het aantal vochtblaadjes van achter naar voor, gelijk loopt met het verloop van het VD gradiënt in de kas.

Waarnemingen in de 8ste periode

In deze 8^{ste} en laatste periode van de proef met HNT in alstroemeria is het verloop van het VD op verschillende delen van de dag nader bestudeerd. Er is een onderscheid gemaakt in de volgende perioden.

8.00 tot 18.00 uur: Dag met lampen aan

18.00 tot 1.00 uur: nacht met lampen uit

tot 8.00 uur: Nacht met lampen aan

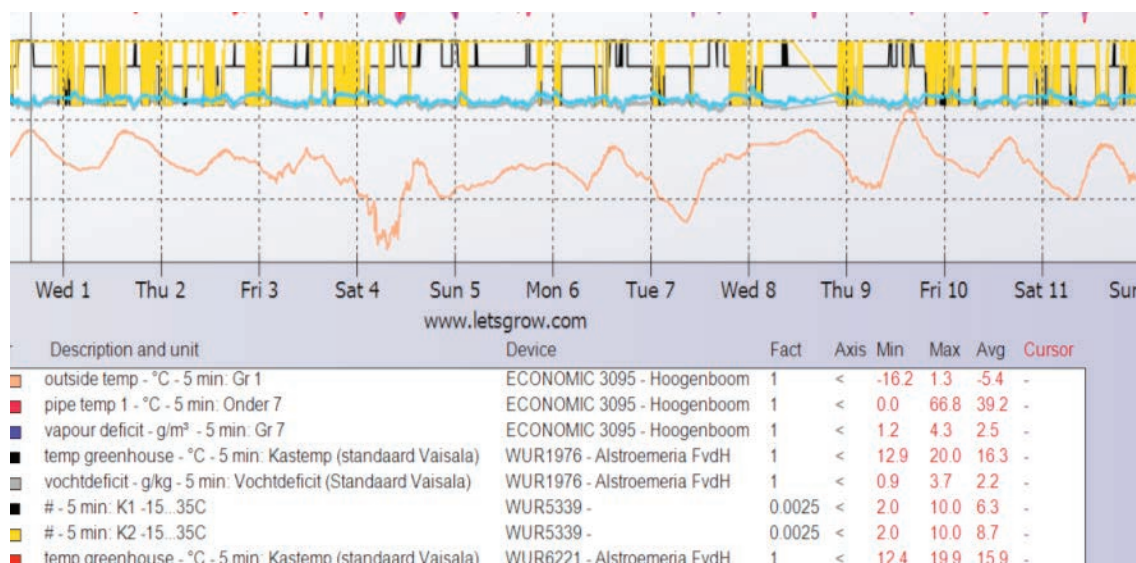
De analyse is uitgevoerd voor 2 perioden, te weten van 30-01-2012 tot 11-02-2012 en van 27-12-2011 tot 8-01-2012.

Voor ieder dagdeel is ook het aantal keren dat het VD onder de 1,5, 1,8 en 2,0 g/kg lucht is gedaald geteld.

Ter indicatie is het energieverbruik voor het draaien van de ventilator en het opwarmen van de koude buitenlucht bepaald.

Periode 30-1 tot 11-2

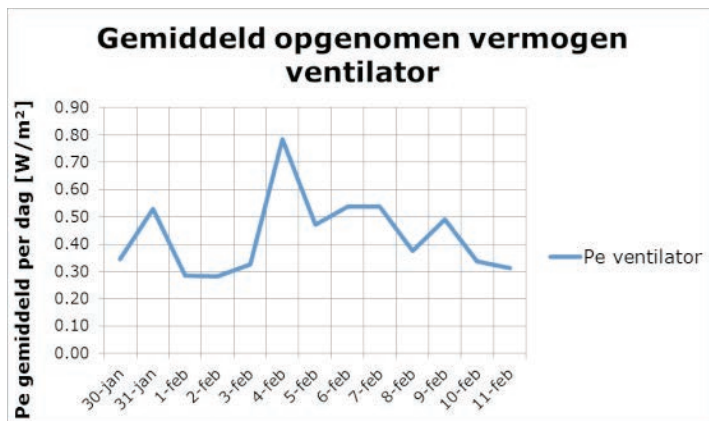
Deze periode is gekenmerkt door een vorstperiode met temperaturen tot -16.



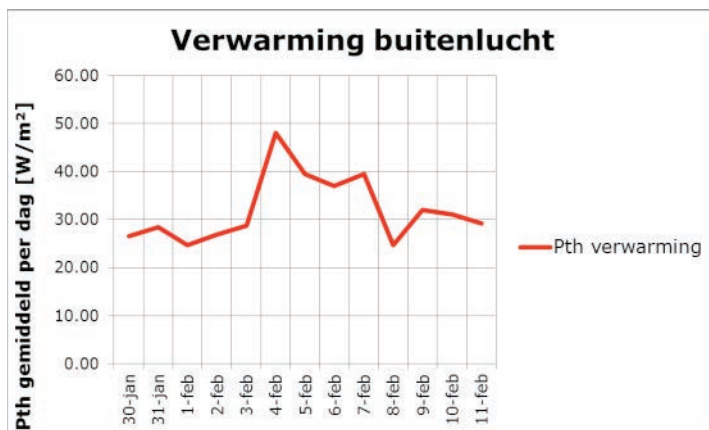
Grafiek 1 Verloop van buitentemperatuur, inzet van de LBK, kastemperatuur en VD in de periode tussen 30-1 en 11-2.

Tabel 1. Gemiddelde data voor verschillende dag/nachtdelen over de periode van 30-01 tot 11-02-2012.

	RV		Gem. vpd	Min. vpd	aantal VPD<1.5	aantal VPD<1.8	aantal VPD<2.0
Dag lampen aan (8.00 tot 18.00 uur)							
Kas boven achter	80.9	18.4	3.1	1.17	15	37	63
kas boven midden	79.8	17.3	3.0	1.10	36	217	439
Kas boven voor	79.1	18.2	3.4	0.99	45	136	318
LBK boven achter	73.1	17.3	4.1	1.63	0	4	20
LBK boven midden	74.8	17.6	3.9	1.43	4	66	136
LBK boven voor	78.8	17.4	3.3	0.77	59	280	483
Nacht lampen aan (1.00 uur tot 8.00 uur)							
Kas boven achter	84.6	17.7	2.3	1.37	2	13	48
kas boven midden	83.0	17.2	2.5	1.63	0	66	258
Kas boven voor	82.1	16.9	2.6	1.81	0	0	75
LBK boven achter	77.1	17.1	3.3	2.32	0	0	0
LBK boven midden	79.1	17.0	3.0	1.89	0	0	4
LBK boven voor	83.2	16.4	2.4	1.41	26	250	524
Nacht lampen uit (18.00 uur tot 1.00 uur)							
Kas boven achter	85.2	15.9	2.0	1.42	3	38	80
kas boven midden	83.1	15.8	2.3	1.30	16	249	544
Kas boven voor	83.5	16.0	2.2	1.24	27	197	422
LBK boven achter	76.5	15.8	3.2	1.88	0	0	5
LBK boven midden	79.5	15.1	2.7	1.60	0	10	39
LBK boven voor	80.9	15.5	2.5	1.44	4	47	129



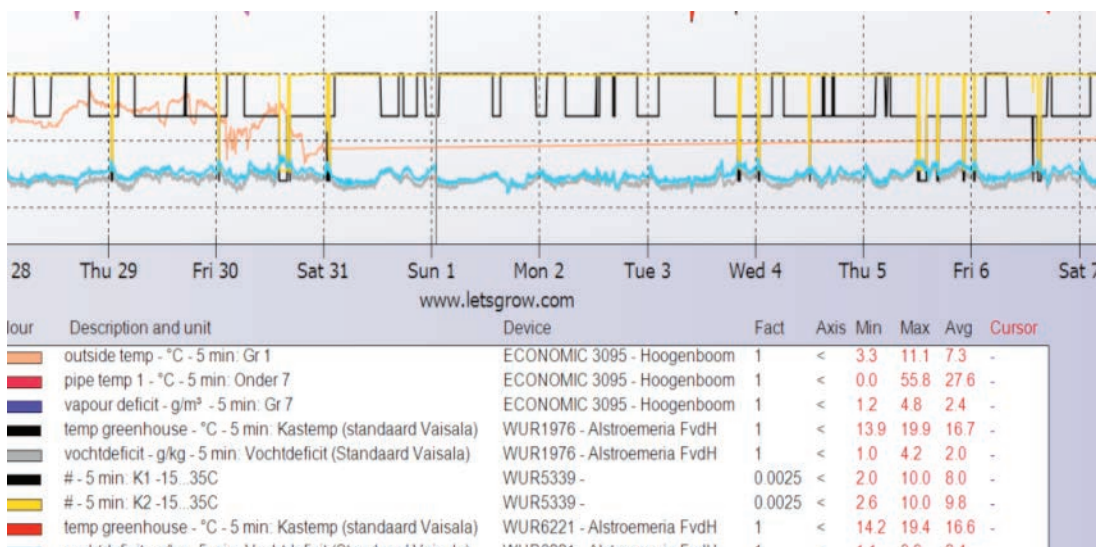
Figuur 2. Verloop van het gemiddeld opgenomen vermogen over een dag van de ventilator in W/m^2 .



Figuur 3. Verloop van het gemiddeld per dag opgenomen vermogen voor opwarmen van de buitenlucht in W/m^2 .

Periode 27-12 tot 8-1

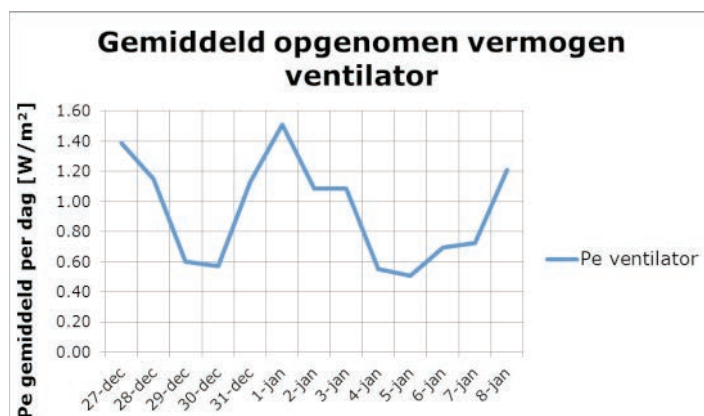
Deze periode is gekenmerkt door gematigde temperaturen. Helaas is informatie van de klimaatcomputer van Hoogenboom niet voor de volledige periode aanwezig als gevolg van een storing tussen de klimaatcomputer en LetsGrow.



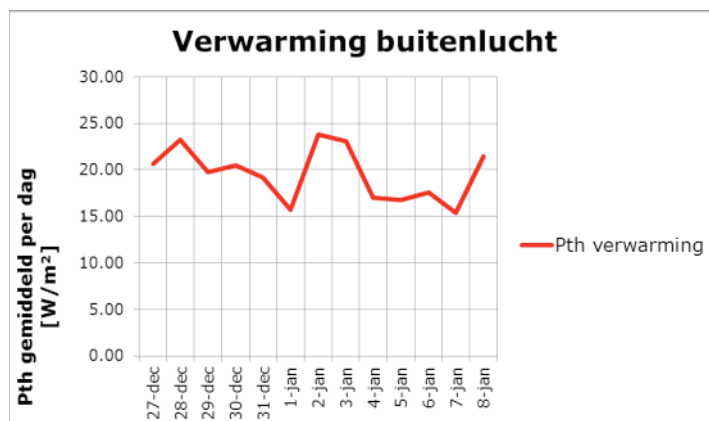
Figuur 3. Verloop van buitentemperatuur, inzet van de LBK, kasttemperatuur en VD in de periode tussen 27-12 en 08-01.

Tabel 2. Gemiddelde data voor verschillende dag/nachtdelen over de periode van 27-12-2011 tot 08-01-2012.

	RV	temperatuur	Gem. Vpd	Min. vpd	aantal VPD<1.5	aantal VPD<1.8	aantal VPD<2.0
Dag lampen aan (8.00 tot 18.00 uur)							
Kas boven	83.0	17.8	2.7	0.3	468	1166	1931
Kas onder	87.2	17.2	2.0	0.0	1120	2328	3032
LBK boven	80.3	17.9	3.0	0.7	233	504	737
LBK onder	81.3	17.4	2.8	0.9	161	491	740
Nacht lampen aan (1.00 uur tot 8.00 uur)							
Kas boven	86.0	17.3	2.3	1.1	358	1640	3461
Kas onder	89.1	17.0	1.6	0.0	1730	3161	3530
LBK boven	82.4	17.2	2.6	1.6	131	256	578
LBK onder	81.7	17.0	2.7	1.8	2	5	100
Nacht lampen uit (18.00 uur tot 1.00 uur)							
Kas boven	85.2	16.8	2.5	1.0	381	1845	3046
Kas onder	87.7	16.8	1.8	0.0	891	2119	2987
LBK boven	83.1	16.4	2.4	1.1	205	658	1472
LBK onder	79.2	17.2	3.0	1.5	3	69	171



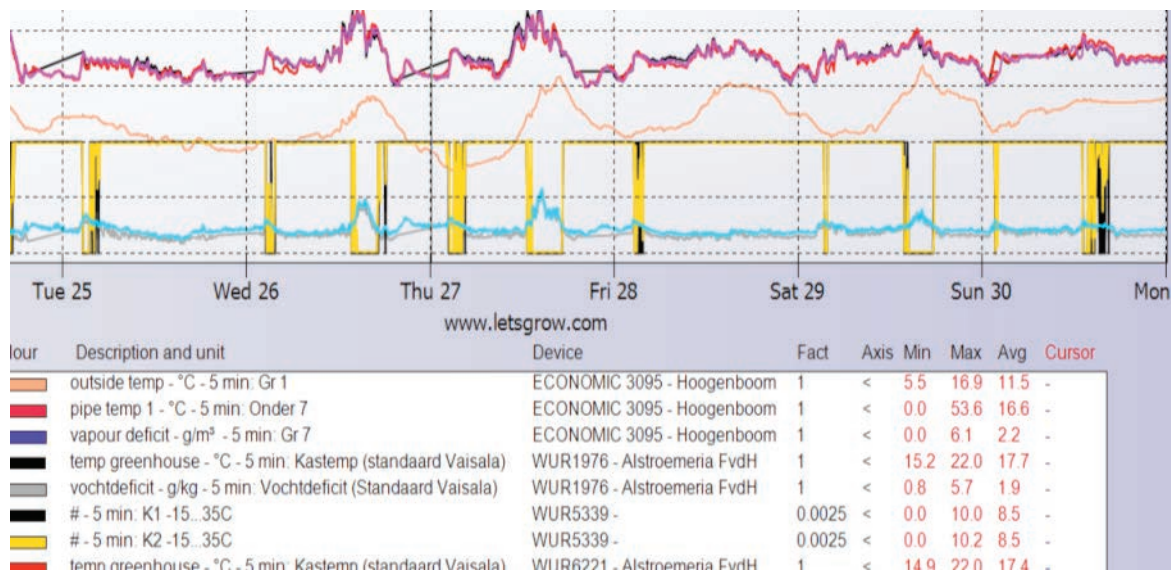
Figuur 4. Gemiddeld opgenomen energie van de ventilator in W/m^2 .



Figuur 5. Verbruikte energie voor opwarmen van de buitenlucht in W/m^2 .

Periode 24-10 tot 30-10

Deze periode kon met buitenluchtoevoer een verschil in VD gemaakt worden. Ook was er in deze periode al een verschil in aantal vochtblaadjes aanwezig tussen proefvak en referentie. De kastemp. ligt dan ook al duidelijk boven de buitentemperatuur.

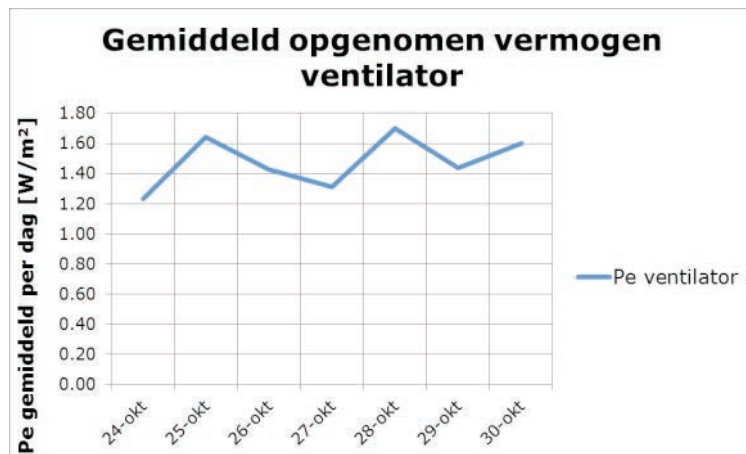


Figuur 6. Verloop van buitentemperatuur, inzet van de LBK, kasttemperatuur en VD in de periode tussen 24-10 en 30-10.

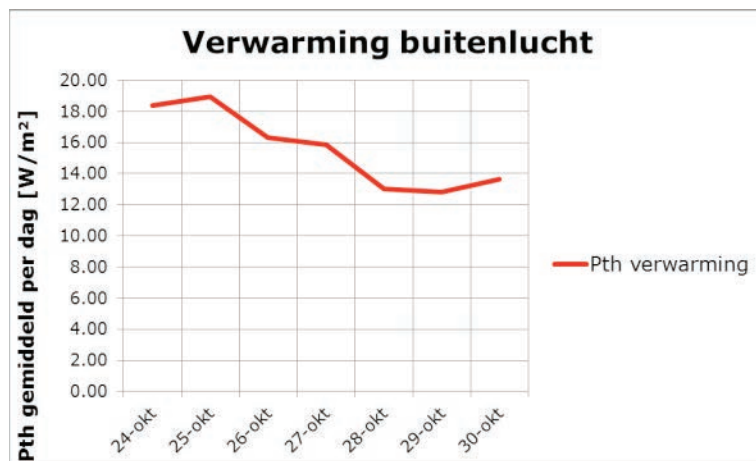
Tabel 3. Gemiddeld VD op 3 dagen in de periode tussen 24-10 en 30-10 per sensor (1 = voor, 2 = midden, 3 = achter).

	24-10-2011	29-10-2011	30-10-2011
Kasboven*	3.1	2.2	2.0
Kasboven 1	4.4	2.2	1.9
Kasboven 2	2.7	2.2	2.0
Kasonder	1.9	1.7	1.5
Kasonder 1	1.9	1.7	1.6
Kasonder 2	2.0	1.7	1.5
kasonder 3	1.8	1.6	1.5
LBK boven	3.6	2.7	2.4
LBK boven 1	3.0	2.2	1.9
LBK boven 2	3.5	2.8	2.5
LBK boven 3	4.2	3.0	2.8
LBK onder*	3.2	2.4	2.3
LBK onder 1	2.9	2.2	2.1
LBK onder 3	3.5	2.6	2.4

* Sensor onder 2 gaf geen of foutieve waarde.



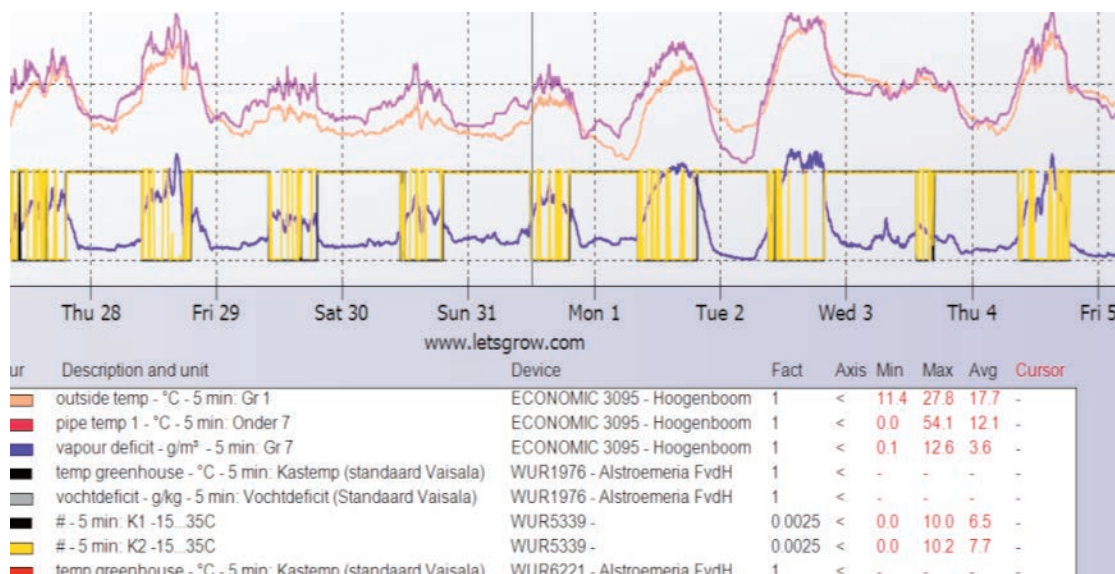
Figuur 7. Gemiddeld opgenomen energie van de ventilator in W/m^2 .



Figuur 8. Verbruikte energie voor opwarmen van de buitenlucht in W/m^2 .

Periode 27-07 tot 05-08-2012

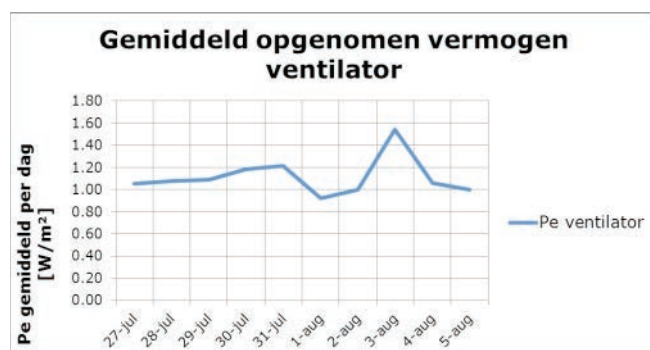
Deze periode is een poging ondernomen om met buitenlucht afgroeieters tegen te gaan door veel buitenlucht te blazen. Als gevolg van de hoge buitentemperatuur kon geen tot een minimaal verschil in VD gemaakt worden.



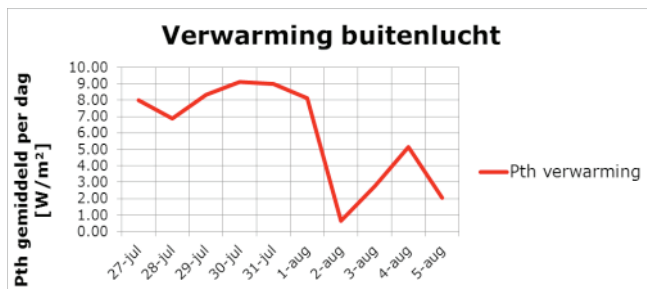
Figuur 9. Verloop van buitentemperatuur, inzet van de LBK, kastemperatuur en VD in de periode tussen 27-07 en 05-08-2011.

Tabel 4. Gemiddelde waarden uit gewassensoren voor de nacht van 6 op 7 sept.

	kas boven	Kas onder	LBK boven	LBK onder
C 4.00 - 6.00				
RV	83.9	87.5	85.6	84.5
temperatuur	16.4	16.1	16.6	16.5
C 6.00 - 9.00				
RV	83.8	88.4	85.4	86.2
temperatuur	16.9	16.3	17.1	16.4



Figuur 10. Gemiddeld opgenomen energie van de ventilator in W/m².



Figuur 11. Verbruikte energie voor opwarmen van de buitenlucht in W/m^2 .

Interpretatie analyse klimaat en energie data 8ste periode

Verloop VD per dagdeel

Het verloop van het VD per dagdeel laat zien dat er op alle momenten verschil is tussen voor en achter in het proefvak. Het valt op dat gedurende de dag het VD nog betrekkelijk vaak laag wordt. Dit is vooral duidelijk te zien door het aantal keer dan het VD onder de $1,8 \text{ gr/m}^3$ komt. Ook hier is duidelijk dat vooral voor in het proefvak en in de referentie het VD het laagste is (Tabel 1).

In Tabel 2 is te zien dat vooral onderin het gewas het VD in het proefvak effectief laag gehouden wordt. Dit is ter hoogte van het tweede gaas. Ook hier is het verschil tussen proefvak en referentie het kleinst gedurende de dag, vooral als naar aantal momenten dat het VD laag is gekeken wordt. Dit is goed te verklaren door het feit dat de buitenluchttoevoer dan minder vaak draait. Ook gietbeurten kunnen hieraan bijdragen.

De overige tabellen met VD zijn in eerdere verslagen besproken.

Energieverbruik van de LBK

Zoals te verwachten is, is het energieverbruik van de ventilator het laagst op koude dagen en hoog op dagen dat de kastemperatuur en de buitentemperatuur dicht tegen elkaar aan liggen. Hierbij moet wel opgemerkt worden dat in de tussentijd ook de strategie is veranderd. Er wordt meer op 70% geblazen en minder op 100%. De energiebehoefte van de LBK voor warmte is, zoals te verwachten juist op koude dagen hoog.

De strategie die is toegepast in deze proef is geen recept dat navolging verdiend, ook al kunnen vochtblaadjes beheerst worden. Als in een kas buitenluchttoevoer is aangelegd dient uiteraard allereerst ook het scherm volledig gesloten te worden en/of een hogere isolatiewaarde te krijgen, waardoor de buistemperatuur lager gehouden kan worden.

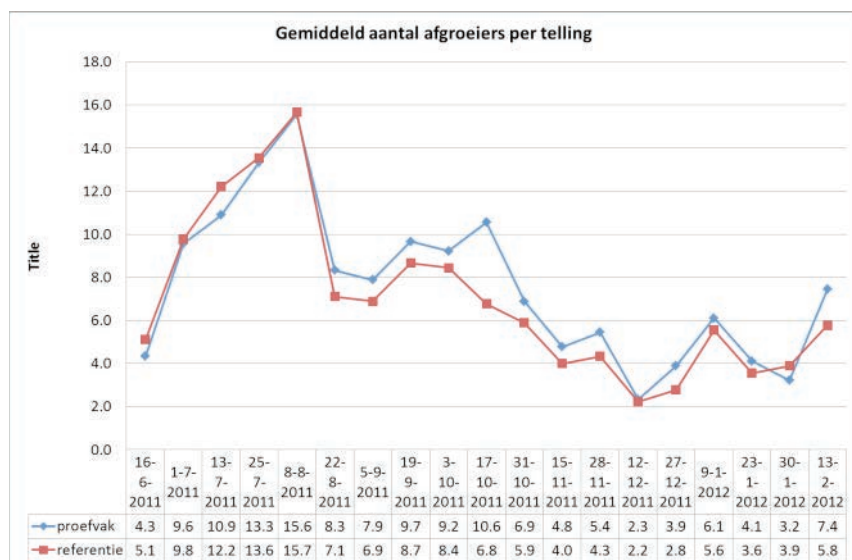
Rekenvoorbeeld:

In grafiek 1 is de gemiddelde buistemperatuur $39,2$ graden. Dan verbruikt dit bij een kastemperatuur van $15,9$ graden 53 W/m^2 . Om energie te besparen, zal de buis maximaal $53-25= 28 \text{ W/m}^2$ warmte af moeten geven. Dat is bij een buistemperatuur van 30 graden of lager. Dat komt overeen met $28/53 \cdot 100\% \text{ besparing} = 53\%$. Het is zeer de vraag of dit zinvol is. Het totale energieverbruik van de kas moet echter hoger liggen want moet een kas met een enkel scherm een k-waarde hebben van ongeveer $3,6 \text{ W/m}^2 \cdot K$ hebben, wanneer het warmteverlies door vochtafvoer daarvan zou worden afgetrokken. Bij $15,9$ graden binnen en $-5,4$ graden buiten betekent dit een totaal verbruik van $(15,9 - -5,4) \cdot 3,6 = 76 \text{ W/m}^2$. Het tweede verwarmingsnet moet dus ook nog behoorlijk veel warmte geleverd hebben, maar die buistemperaturen staan niet in de grafiek. De effecten van meer schermen zouden als volgt zijn: Een kleine kier in het scherm trekken kost $0,3 \text{ W/m}^2 \cdot K$ dus $6,4 \text{ W/m}^2$ extra. Een volledig dicht en gealuminiseerd scherm verlaagt de k-waarde met $1 \text{ W/m}^2 \cdot K$. Dat levert een verlaging van $21,3 \text{ W/m}^2$ op. Alles bij elkaar moet je onder deze omstandigheden dus zeer voorzichtig zijn met het naar binnen blazen van grote hoeveelheden buitenlucht.

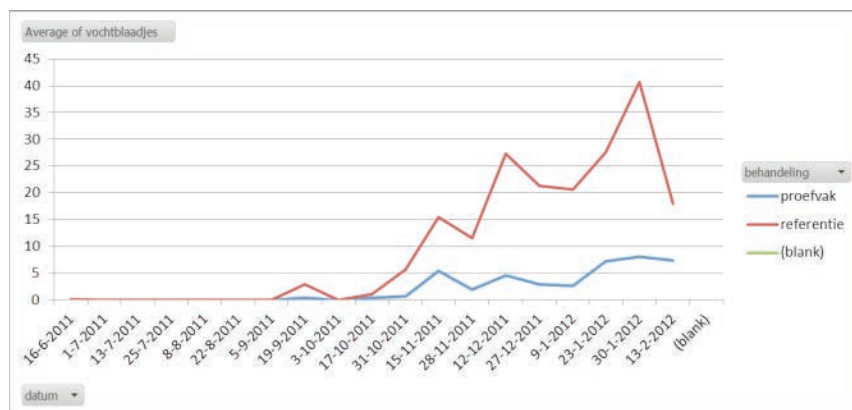
Nemen we Figuur 3. als uitgangspunt dan is de gemiddelde watertemperatuur $27,6$ graden, de buitenlucht $7,3$ graden en de kaslucht $16,3$. Het warmteverbruik van de buitenlucht toevoer is 20 W/m^2 . Bij een k-waarde van $3,6$ is het totale warmteverbruik zonder vochtafvoer $32,4 \text{ W/m}^2$. De onderbuizen verbruiken in deze periode 24 W/m^2 . Besparing is dus moeilijk te bereiken. Het grote luchtdebiet is daaraan schuld, want de gemiddelde buitenlucht temperatuur is hoog.

Interpretatie gewaswaarnemingen na 8^{ste} periode: Het kleine verschil tussen proefvak en referentie lijkt in het najaar te zijn ontstaan en op dit moment al een tijdje niet meer echt aanwezig.

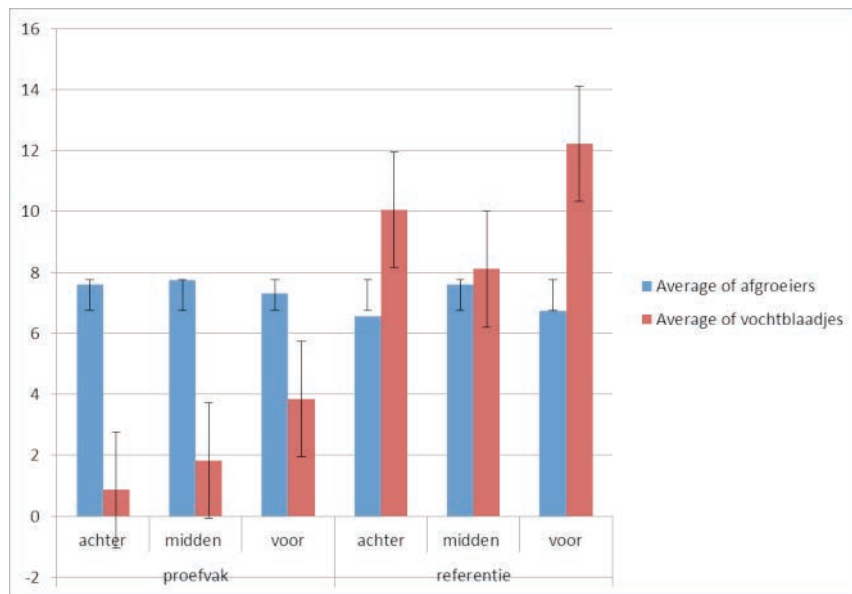
Het verschil in vochtblaadjes is juist de laatste telling kleiner geworden tussen proefvak en referentie. In de referentie is een sterke daling geweest en in het proefvak een lichte stijging in de laatste maand. Het verschil blijft echter nog onverminderd duidelijk aanwezig. Ook het verloop van voor naar achter, analoog aan het verloop van het VD is nog altijd duidelijk aanwezig. Dit geldt echter niet voor de referentie, waarin het VD midden in de kas eigenlijk vaak iets lager is geweest dan voor en achter in de kas.



Figuur 12. verloop van gemiddeld aantal afgroeiërs per veldje door de tijd in gemiddelden per week.



Figuur 13. Verloop van gemiddeld aantal vochtblaadjes per veldje per week.



Figuur 14. Verdeling vochtblaadjes en afgroeiers door de kas in de proefvelden.

Bijlage III Theorie K en Ca in relatie tot vochtblaadjes en afgroeiërs in Alstroemeria

Opname door de plant

Een deel van de voedingszouten wordt passief opgenomen. Passieve opname vindt plaats in de jonge wortelpuntjes. De cellen in de wortelpuntjes zien nog niet gedifferentieerd, wat wil zeggen dat ze nog niet gespecialiseerd zijn voor een bepaalde functie in de wortel. Er is dus nog geen endodermis die de opname van water en voedingszouten kan reguleren. Het water kan min of meer vrij de plant instromen. Motor achter de opname is de verdamping. Verdamping in de bovengrondse delen zorgt voor zuigspanning waardoor water met voedingszouten ongefilterd de plant in getrokken wordt. De mate van verdamping en het aantal jonge wortelpuntjes van het bodemvocht bepalen de hoeveelheid passieve opname van water en voedingselementen. Daarnaast is bij een lage EC de passieve opname groter dan bij een hoge EC. Voor Ca is deze passieve opname de enige manier waarop het in de plant kan komen. Andere voedingszouten, waaronder K, worden ook opgenomen door de volgroeide wortel.

Voedingsopname in de volgroeide wortel verloopt gereguleerd door actief transport door de endodermis. De endodermis, de laag beschermende cellen die de wortel omhult, is selectief bij de opname en uitstoot van ionen. Deze opname verloopt via de celmembranen. De K^+ ionen worden als het ware door de endodermis naar binnen getrokken. Om de plant neutraal geladen te houden wordt voor opname van een K^+ ion een H^+ ion uitgestoten (electronenpomp). Het proces van actieve opname kost energie en wordt gestuurd door de vraag naar voedingszouten, maar beïnvloed door het aanbod. Als er meer K^+ in het wortelmilieu is, zal dit bij gelijke vraag toch leiden tot meer K^+ in de cellen.

Antagonisme tussen K en Ca.

Voor antagonisme tussen Ca en K zijn door wetenschappelijk onderzoek 3 oorzaken aan te duiden die qua volgorde van belangrijkheid niet zijn te kwantificeren:

Verminderde opname

Indien er in het wortelmilieu veel K is wordt minder Ca opgenomen. Bij een gelijke hoeveelheid Ca, zal bij meer K in het wortelmilieu minder Ca opgenomen worden, ondanks dat de instroom via passieve opname in absolute zin gelijk zou moeten zijn.

Verminderd transport via de - geladen celwanden in de vaatbundel.

De celwand aan de binnenkant van de vaatbundels zijn - geladen. Hierdoor worden ionen aan de celwand gebonden en omhoog getransporteerd. De hoeveelheid gebonden ionen van een element is afhankelijk van zowel de concentratie als de lading van het specifieke element. De binding van Ca^{++} is door de twee waardigheid sterker dan K^+ . Echter, indien er veel K^+ aanwezig is zal er toch ook meer K^+ via de celwanden van de vaatbundel getransporteerd worden, ten koste van Ca^{++} . Dit geldt ook voor andere positief geladen elementen, zoals Mg.

Verminderde chemische activiteit

Verminderde chemische activiteit van Ca bij aanwezigheid van veel K^+ ionen.

De chemische activiteit wordt bepaald door de concentratie van alle ionen die in oplossing zijn. Bij een hoge EC zijn veel ionen in oplossing en zal de opname van Ca dus minder zijn.

Plaats en functie in de plant

Ca is onderdeel van cellulose en hemicellulose in de celwand. Deze structuren worden tijdens de ontwikkeling van de jonge cellen in de celwand ingebouwd. Ca is dus voornamelijk van belang bij de groei en ontwikkeling van jonge cellen in de groeipunten. Grofweg moet Ca voordat de cel gaat strekken voldoende in de celwand zijn ingebouwd, daarna is dit niet meer mogelijk. Ca is niet mobiel in de plant. Een cel die is aangelegd met te weinig Ca heeft en houdt de volgende zwakten

- Minder stevig
- Minder elastisch
- Membranen laten water sneller door (minder semipermeabel), dit wil zeggen dan bij stress de vacuole sneller wordt leeggezogen. Of de cel bij hoge worteldruk ook sneller volloopt, is niet te zeggen.

Samenvattend verliest een cel die bij de aanleg te weinig Ca heeft gehad zijn vermogen om in stress situaties de klappen op te vangen. Een stress situatie kan zijn slap gaan en cel sterfte door uitdrogen, maar ook een te hoge celspanning met als gevolg het klappen van de cellen. Vooral snelle overgangen zijn voor cellen met Ca gebrek problematisch.

K is hoofdzakelijk aanwezig in de vacuole. De grootste behoefte aan K bij de ontwikkeling van een cel is er bij het vullen van de vacuole, dus in de strekkingsfase. Dit is de fase nadat Ca het meest noodzakelijk is.

Rol van de verdamping bij de opname.

De waterstroom als gevolg van de verdamping bepaald de hoeveelheid en het moment waarop Ca beschikbaar is in de plant. Daarnaast wordt dit bepaald door de hoeveelheid jonge wortelpuntjes. In tomaat kan als gevolg van zware plantbelasting het aantal wortelpuntjes minder zijn waardoor Ca dan minder wordt opgenomen. Het is niet duidelijk of periode van veel strekking of een zware bloemenlast bij *Alstroemeria* eenzelfde effect heeft op het aantal wortelpuntjes en dus de Ca opname.

Door de verdamping te stimuleren, specifiek bij het groeipunt, kan de toevoer van Ca naar het groeipunt bevorderd worden. Hoe de verdamping bij het groeipunt te stimuleren is blijft onderwerp van onderzoek. Er zal in de eerste plaats energie moeten worden toegevoerd om verdampen te stimuleren (straling, warmte), maar ook er voldoende vochtafvoer via de huidmondjes moeten zijn (lage RV). Bij sterke verdamping in het algemeen kan Ca voornamelijk in de bladeren (meest verdampende delen) belanden en minder in de groeipunten.

Rol van worteldruk bij de opname

Worteldruk ontstaat door een opeenhoping van ionen in de wortelcellen waardoor meer water aangetrokken wordt dan de wortelcellen kunnen bevatten. Het water wordt omhoog geperst. Worteldruk kan leiden tot o.a. guttatie en glazigheid. Vochtblaadjes zouden, gezien het beeld, wel eens een vorm van glazigheid kunnen zijn. Glazigheid ontstaat als de verdamping laag is en een hoge worteldruk het water in holtes tussen de bladcellen perst (bijv. bij lage bladtemperatuur). Vermoedelijk speelt worteldruk ook een rol bij afgroei in *Alstroemeria* (spontaan afbreken van scheuten). Worteldruk kan aan de andere kant op momenten met weinig verdamping voor voldoende Ca bij de groeipunten zorgen. Worteldruk op momenten met weinig verdamping stuurt de waterstroom naar de groeipunten. Een hoge bodemtemperatuur en een lage EC in het wortelmilieu verhogen de worteldruk.

Voorzichtige eerste hypothese over vochtblaadjes

Bladcellen die verzwakt zijn als gevolg van calciumgebrek knappen door een te hoge worteldruk ten opzichte van de verdamping. Merkwaardig is dat op dit moment kennelijk niet of onvoldoende door guttatie geregeld kan worden. Een andere tegenstrijdigheid is dat calciumtoevoer gebaat is bij een hoge worteldruk bij een matige verdamping, terwijl ditzelfde klimaat vochtblaadjes juist ook doet ontstaan.

Preventie kan zich richten op: Voldoende aanwezigheid van Ca in het wortelmilieu, voldoende opname van Ca door matig stimuleren van de verdamping (tot niveau van niet te hoge RV) en worteldruk (lage EC). Daarnaast het matig stimuleren van de verdamping om voldoende afvoer van vocht te houden, zodat de plant om kan gaan met de waterstroom die met de worteldruk omhoog komt.

Nog voorzichtiger eerste hypothese over afgroei

Afgroei ontstaat vaak in een periode van donker weer (of zelfs maar een vochtige nacht) na een periode of dag van mooi weer. Door hoge worteldruk en lage verdamping knappen cellen in de stengel in de strekkende fase. Het lijkt erop dat de stevigheid van de cellen niet bestand is tegen de sterkte van de worteldruk. Het onderliggende mechanisme is nog een groot vraagteken. Een gedachte hierover is dat bij een sterke waterstroom naar de cellen een tekort aan K in de vacuole ontstaat met als gevolg zwakke cellen. Een alstroemeria tak wordt pas hard bij het rijp worden van de bloem, daarvoor is de steel vaak erg slap en bij hoge waterspanning ook bros. Een andere gedachte is dat in de zomer na een periode van veel instraling er veel water is gegeven en de EC in de bodem laag is. Hierdoor is de worteldruk relatief hoog wat wellicht afgroei kan bevorderen.

Ook voor afgroei zijn preventieve maatregelen moeilijk te formuleren. Het verlagen van de worteldruk op donkere dagen zou kunnen door verlagen van de worteltemperatuur of een hogere EC. De worteltemperatuur is bij alstroemeria door grondkoeling eigenlijk al vrij laag. Het stimuleren van de verdamping op momenten met hoge worteldruk zou theoretisch ook kunnen helpen. Bij freesia ontstaan breekstelen onder soortgelijke omstandigheden als afgroei in alstroemeria. Stimuleren van de verdamping kan dit probleem verminderen. Boriumgebrek kan in Tulp het soortgelijke verschijnsel van breekstelen stimuleren.

