



# ‘Grip op licht’ bij potanthurium en bromelia

Meer energie besparing bij Het Nieuwe Telen Potplanten met meer natuurlijk, diffuus licht en verbeterde monitoring

Filip van Noort, Wanne Kromwijk, Jan Snel, Mary Warmenhoven, Esther Meinen, Tao Li, Frank Kempkes en Leo Marcelis



## Referaat

Diffuus licht is gunstig voor plantgroei. Bovendien kan bij potplanten meer licht in de kas worden toegelaten als het diffuus is. In combinatie met Het Nieuwe Telen biedt dit mogelijkheden om zowel productie te verbeteren als energie te besparen. Er zijn proeven gedaan met twee Anthuriumrassen en twee Bromeliasoorten. Het licht werd diffuus gemaakt door een diffuus schermdoek, door diffuus glas of door te telen in de Daglichtkas. Ook bij veel instraling werd de luchtvochtigheid op peil gehouden door verneveling. In het zomerhalfjaar trad bij alle gewassen een spectaculaire groeiverbetering op door meer diffuus licht toe te laten; nooit trad er bladschade op. Zo waren de anthuriums in 16 weken vermarktbaar, terwijl dat in de praktijk 22 weken duurde, waarbij de planten ook nog eens 25% zwaarder waren dan in praktijk. Door toepassen van lichtintegratie en verlaging van het temperatuursetpoint werd 25% energie bespaard. Om risico op schade door teveel licht te kunnen voorkomen zijn methoden voor plantmonitoring verbeterd. Zo zijn enkele verbeteringen aan de Plantivity meter gemaakt waardoor de meter minder vaak (eens per week) van blad verwisseld hoeft te worden en de potentiële fotosynthese bepaald kan worden voor een betere inschatting van efficiëntie van fotosynthese.

## Abstract

*Grip on light in potted anthurium and bromeliads*

Diffuse light is beneficial for plant growth. Furthermore, in greenhouses with pot plants more light can be allowed if the light is diffuse. When combined with the Next Generation Cultivation ('Het Nieuwe Telen') new possibilities arise to improve production and to save energy. Experiments were conducted with two Anthurium cultivars and two Bromeliads. The light was made diffuse by a diffuse screen, diffuse glass or by growing the plants in the Daylight greenhouse. Air humidity was always maintained at high levels. In the summer half year the growth of all crops increased substantially by allowing more diffuse light; leaf damage never occurred. The anthurium plants were marketable within 16 weeks, whereas normally this takes 22 weeks; the plants were also 25% larger. Applying light integration and decreasing the set-point for heating saved 25% energy. To avoid the risk of leaf damage due to too much light, methods for plant monitoring were improved. The Plantivity sensor was improved such that the sensor can measure for one week on the same leaf instead of changing the leaf every 2-3 days. Furthermore, the sensor can now be used to measure potential photosynthesis which allows a better estimate of the efficiency of photosynthesis.

© 2013 Wageningen, Stichting Dienst Landbouwkundig Onderzoek (DLO) onderzoeksinstituut Wageningen UR Glastuinb



Ministerie van Economische Zaken



## Wageningen UR Glastuinbouw

Adres : Droevendaalsesteeg 1, 6708 PB Wageningen  
: Postbus 16, 6700 AA Wageningen  
Tel. : 0317 - 48 60 01  
Fax : 0317 - 41 80 94  
E-mail : [glastuinbouw@wur.nl](mailto:glastuinbouw@wur.nl)  
Internet : [www.glastuinbouw.wur.nl](http://www.glastuinbouw.wur.nl)

# Inhoudsopgave

	Samenvatting	5
1	Inleiding	7
2	Doelstellingen	9
3	Teeltproef met Anthurium en Bromelia	11
3.1	Proefopzet	11
3.1.1	Behandelingen	11
3.1.2	Praktische uitwerking proefopzet	12
3.1.2.1	1e teelt	12
3.1.2.2	Tweede teelt	13
3.1.3	Metingen	15
3.1.4	Plant Monitoring	16
3.2	Resultaten eerste teelt	16
3.2.1	Licht	16
3.2.2	Klimaat	20
3.2.3	Plantmetingen	22
3.2.3.1	Anthurium 'Royal Champion'	22
3.2.3.2	Anthurium 'Pink Champion'	24
3.2.3.3	Metingen Guzmania 'Rana'	25
3.2.3.4	Metingen Vriesea 'Miranda'	27
3.2.4	Plantmonitoring	28
3.2.5	Kwaliteit	30
3.2.6	Discussie eerste teelt	32
3.2.7	Conclusies eerste teelt	33
3.3	Resultaten tweede teelt	34
3.3.1	Licht	34
3.3.2	Klimaat	36
3.3.3	Plantmetingen	38
3.3.3.1	Anthurium 'Royal Champion'	38
3.3.3.2	Anthurium 'Pink Champion'	40
3.3.3.3	Metingen Guzmania 'Rana'	42
3.3.3.4	Metingen Vriesea 'Miranda'	43
3.3.4	Plantmonitoring	46
3.3.5	Kwaliteit	48
3.3.6	Discussie tweede teelt	49
3.3.7	Conclusie tweede teelt	50
3.4	Lichtbenuttingsefficiëntie van twee anthuriumrassen	50
3.5	Energiegebruik	52
3.5.1	Warmte	53
3.5.2	Elektriciteit	55
3.5.3	Totaal energiegebruik	57
4	Ontwikkeling plantmonitoring	59
4.1	Samenvatting	59
4.2	Inleiding	59
4.3	Verbeteringen toepasbaarheid Plantivity	59

	4.3.1	Invloed meter op blad	59
	4.3.2	Bepaling potentiële bladfotosynthese	60
	4.4	Nieuwe methode voor schatting lichtbelasting	61
	4.5	Conclusies plantmonitoring	63
5		Relatie lichtschade en bladschade	65
	5.1	Samenvatting	65
	5.2	Inleiding	65
	5.3	Belichtingsproeven voor opwekken lichtschade en bladschade	66
		5.3.2.1 Belichtingsexperiment najaar 2012	66
		5.3.2.2 Belichtingsexperiment voorjaar 2013	67
	5.4	Conclusies en aanbevelingen	69
6		Conclusies	71
7		Literatuur	73
Bijlage I		Begrippen en afkortingen	75
Bijlage II		Validatie en implementatie van nieuwe methode voor schatting van lichtbelasting	77
	1.1	Validatie van de methode	77
	1.2	Implementatie van de methode in nieuwe online plantsensor	81
Bijlage III		Waarnemingen bladschade	87

# Samenvatting

Het toelaten van meer natuurlijk licht heeft veel potentie voor energiebesparing. In dit project ligt de focus op meer natuurlijk diffuus licht toelaten bij de teelt van potplanten bij het toepassen van Het Nieuwe Telen. Het doel is om een forse energiebesparing te halen door meer natuurlijk licht toe te laten, minder te belichten, en minder te stoken met minimaal een gelijkblijvende productie. Dit project wordt uitgevoerd in het kader van de programma's Biosolar Cells en Kas als Energiebron, gefinancierd door ministerie van Economische Zaken en het Productschap Tuinbouw. Tevens dragen Ludvig Svensson en Guardian bij aan het onderzoek. Dit project bestaat uit 2 fasen. In de eerste fase is onderzoek gedaan met anthurium en Bromelia. Dit rapport beschrijft de resultaten van het onderzoek aan deze gewassen. In de tweede fase van het project wordt het onderzoek voortgezet met Phalaenopsis

In de potplantenteelt wordt veel licht weggeschermd omdat er anders snel lichtschaade optreedt. Als licht diffuus gemaakt wordt, wordt het licht veel gelijkmatiger verdeeld over het gewas en neemt de kans op lichtschaade af. Hierdoor kan er meer licht worden toegelaten. In dit onderzoek wordt dan ook de potentie van drie methoden onderzocht om meer licht toe te laten door een diffuus schermdoek, diffuus kasdek en door de Daglichtkas waar het directe licht wordt weggevangen en gebruikt voor elektriciteit of warmte. Hoeveel meer licht toegelaten kan worden zonder schade is echter nog niet duidelijk. Om te voorkomen dat meer licht tot lichtschaade leidt, wordt er ook plantmonitoring ontwikkeld, waarmee lichtschaade direct gemeten kan worden. De huidige monitoring mist de mogelijkheid om bepaalde vormen van lichtschaade te herkennen. Deze beperking wordt hiermee opgeheven. Met goede plantmonitoring kunnen tuinders vroegtijdig ingrijpen, voordat economische schade ontstaat aan de plant. Dit monitoringsprotocol is niet alleen te gebruiken voor de onderzochte gewassen, maar is zeer breed toepasbaar.

In de eerste fase van dit project zijn de gewassen bromelia en anthurium onderzocht in twee opeenvolgende teelten. Daarvoor zijn naast de een referentie kasafdeling, 4 kasafdelingen ingericht met twee niveaus ( $7.5$  en  $10 \text{ mol.m}^2.\text{dag}^{-1}$ ) van toe te laten licht met twee varianten: een diffuus scherm en een diffuus kasdek. De twee maximale lichtniveaus zijn gekozen om hier de grenzen op te zoeken van wat de plant aankan. Tevens wordt geteeld in de Daglichtkas, met nog hogere intensiteiten van 100% diffuus licht (tot  $16 \text{ mol.m}^2.\text{dag}^{-1}$ ).

## Resultaten

De eerste teelt (vanaf april) met bromelia (*Vriesea* en *Guzmania rana*) en 2 cultivars anthurium liet spectaculaire teeltverbeteringen zien. De anthuriums waren in 16 weken vermarktbaar terwijl dit in de praktijk 22 weken was. Bovendien waren de planten in de behandelingen met  $10 \text{ mol.m}^2.\text{dag}^{-1}$  licht circa 25% zwaarder. Dus 25% kortere teeltduur waarbinnen de planten ook nog eens 25% groter waren. Ondanks de hoge lichtniveaus die toegelaten werden, is geen enkele bladschaade opgetreden. Belangrijk hierbij was dat we de luchtvochtigheid door verneveling niet laten terugzakken bij veel instraling. Bij de Bromelia's trad ook een grote verhoging van de groeisnelheid van de platen op. Hierdoor had de boeibehandeling voor bloei-inductie 4 weken eerder uitgevoerd kunnen worden, waardoor dan een teeltversnelling van 4 weken was opgetreden. Wel waren er vooral bij de *Vriesea*'s veel ongewenste zijscheuten gevormd, wat waarschijnlijk het gevolg is van de hogere groeisnelheid van de planten. Door aanpassing van temperatuur en plantdichtheid verwachten we dat we deze zijscheutgroei kunnen voorkomen en de groei aanwenden voor plantopbouw. Voor de praktijk betekent dit dat zonder aanpassing van diffuus maken van licht al een hogere lichtsom mogelijk is, mits de RV aangepast kan worden en bekend is dat alle cultivars dit aankunnen. Door het diffuus maken van licht is het met deze cultivars gebleken dat het nastreven van  $10 \text{ PAR mol.m}^2.\text{dag}^{-1}$  geen problemen oplevert. Advies is wel om aanpassingen in kleinere stappen te doen en eventueel proberen het ergens uit te testen.

De tweede teelt is in september gestart. Hier zijn de behandelingen van diffuus licht gecombineerd met toepassen van lichtintegratie en verlaging van temperatuursetpoint. Er was in deze teelt geen groot effect op de cumulatieve groei, met uitzondering van de tragere groei in de Daglichtkas, omdat daar geen assimilatiebelichting werd toegepast. In de behandelingen diffuus glas met lichtintegratie en verlaagd temperatuursetpoint werd een flinke energiebesparing bereikt. Het primaire brandstofgebruik van de twee teelten samen nam met ruim 25% af, terwijl het elektriciteitsgebruik met een kleine 19% af nam ten opzichte van de referentie kasafdeling.

Een nieuwe methode voor het online meten lichtbelasting met behulp van lichtabsorptie (PRI) werkt onder laboratoriumcondities. Er is een goede correlatie gevonden tussen lichtbelasting en PRI ( $R^2 > 0.94$ ). De nieuwe methode is geïmplementeerd in een zestal SpectroPAM meters. Uit eerste metingen in de kas blijkt dat de correlatie tussen PRI en lichtbelasting in de praktijk wat minder is en dat de methode nog verbeterd moet worden.

Dit project heeft een heel concrete verbetering van de Plantivity meter opgeleverd. De huidige Plantivity meters moeten elke 2-3 dagen op een ander blad gezet worden, omdat de fluorescentie van het blad verandert als sensor langer op blad zit (meter-effect). Door een aanpassing van de software die de interne LED bron van de meter aanstuurt, wordt het blad niet meer door de meter verstoord en kan hetzelfde blad zeker gedurende een hele week gemeten worden zonder de sensor te verplaatsen. Dit verhoogt de praktische toepasbaarheid van Plantivity meters enorm. Ook hebben we het principe laten zien dat met een kleine aanpassing in de softwarematige aansturing van de huidige Plantivity meters de potentiële bladfotosynthese aan het begin van dag gemeten kan worden. Hiermee is enerzijds een inschatting te maken van het nut van belichting op die dag en anderzijds kan hiermee gesignaleerd worden wanneer het kasklimaat niet meer optimaal is voor de bladfotosynthese.



# 1 Inleiding

## Energiebesparing door meer natuurlijk licht toe te laten en minder te belichten

Recent is het teeltconcept Het Nieuwe Telen voor Potplanten ontwikkeld (Van Noort *et al.* 2011). Hieruit blijkt dat een aanzienlijke energiebesparing kan worden gerealiseerd door de principes van Het Nieuwe Telen toe te passen in de potplantenteelt. Een belangrijke component hierin is het 'meer met de natuur mee telen'. Het idee hierachter is om gratis licht en warmte van de zon beter te benutten. Dit betekent:

- meer licht toelaten
- temperatuur overdag hoger laten oplopen bij oplopende instraling en bij weinig instraling (zoals 's nachts) verder weg laten zakken

De resultaten van dit onderzoek worden zeer snel in de praktijk geïmplementeerd. Op basis van Het Nieuwe Telen Potplanten (Van Noort, 2011) en Teeltversnelling Phalaenopsis (Dueck *et al.* 2010) laten veel potplantbedrijven nu al meer licht toe dan voorheen, echter het risico op schade door teveel licht loopt hierbij ook op. Dit wordt door de praktijk gezien als een risico op schade aan het gewas en kan daardoor:

- bredere implementatie van teeltconcept Het Nieuwe Telen Potplanten in de weg staan
- mogelijk zelfs nog energiebesparing onbenut laten, doordat de grenzen niet kunnen/durven worden opgezocht.

Het succes van de toepassing van het teeltconcept Het Nieuwe Telen Potplanten om energie te besparen in de potplantenteelt hangt dus in sterke mate af van het beperken van het risico op schade aan het gewas. Dit risico kan door een combinatie van oplossingen verkleind worden, waardoor op verantwoorde wijze energie bespaard kan worden:

- Ten eerste wordt daarom in het teeltconcept Het Nieuwe Telen voor Potplanten aanbevolen deze lichtschade te ondervangen door diffuus licht te integreren in het concept, middels diffuus kasdek of diffuus schermdoek. Door diffuus licht te gebruiken wordt het lichtklimaat gelijkmatiger en komen minder pieken en dalen voor. Bovendien biedt diffuus licht een extra mogelijkheid om meer licht toe te laten in het late voorjaar, zomer en najaar, waarmee een teeltversnelling kan worden gerealiseerd. Dat biedt mogelijkheden om het aantal belichtingsuren, vooral in de winter, te beperken en zo een verdere energiebesparing te realiseren.
- Ten tweede wordt daarom aanbevolen om minder uren te belichten, als gevolg van meer natuurlijk licht toelaten, wat een forse energiebesparing oplevert tot wel 50% (zie Oplossingsrichtingen)
- Ten derde is het van belang om de juiste hoeveelheid natuurlijk licht toe te laten, zonder dat deze schade kan veroorzaken. Daarvoor is een goede monitoring van het gewas van belang, welke geboden kan worden met chlorofyl fluorescentie.

Diffuus licht gecombineerd met verbeterde monitoring via chlorofyl fluorescentie kan op deze manier de lichtschade ondervangen, meer natuurlijk licht toelaten, minder belichten en zo energiebesparing mogelijk maken.

## Lichtschade

Lichtschade wordt vooral veroorzaakt als lichtenergie wel wordt opgevangen, maar niet kan worden ingezet voor vastlegging van CO<sub>2</sub> in de fotosynthese. De overtollige lichtenergie moet dan op een andere manier vrijkomen, wat kan leiden tot een verhoogde productie van zuurstofradicalen, resulterend in bladverkleuring of -aantasting.

Het risico op schade kan worden ingeschat op basis van chlorofylfluorescentiemetingen. Er is inmiddels een aantal meters beschikbaar (Plantivity, Mini-PAM, EARS-PPM, etc.). Nadeel van deze systemen is dat ze gebaseerd zijn op een puntmeting. Hierdoor kan de kans op schade voor het specifieke meetpunt weliswaar goed worden ingeschat, maar door lokale verschillen in lichtniveau is opschalen naar kasniveau lastig.

Het gebruik en de interpretatie van de chlorofylfluorescentiemetingen is ook voor verfijning vatbaar. Voor een tuinder moet een fluorescentiemeting kunnen aangeven of de momentane en toekomstige klimaatcondities i) wel of niet risicovol zijn voor het ontstaan van lichtschade en ii) een goede fotosynthese mogelijk maken. Dit advies is erg afhankelijk van de waarde van de maximale fluorescentie, omdat deze doorslaggevend is voor de bepaling van de z.g. niet-fotochemische doving (NPQ). Inmiddels is bekend dat er grote fluctuaties (~50%) in de maximale fluorescentie kunnen plaatsvinden

door licht, zowel het huidige als het historische lichtniveau, en temperatuur. Hierdoor wordt de kans op schade mogelijk aanzienlijk overschat, wat er nu toe leidt dat er te weinig natuurlijk licht benut wordt. Door verfijning van de huidige monitoring kan op verantwoorde wijze ingeschat worden wanneer schade kan optreden en op die manier veilig de juiste *hoeveelheid* natuurlijk licht worden toegelaten zonder schade aan het gewas.



## 2 Doelstellingen

### Energie

- Een standaard teelt schaduw-minnende potplanten verbruikt 32 m<sup>3</sup> ae.m-2/jaar. In dit project wordt naar een energiebesparing van minimaal 50% gestreefd ten opzichte van de standaard teelt door het teeltconcept Het Nieuwe Telen Potplanten (Van Noort 2011) in combinatie met diffuus licht en verminderde belichting.

### Nevendoelstellingen

- Realiseren van energiedoelstelling, zonder daarbij op afleverkwaliteit in te leveren en zonder uitval door lichtschade.

### Technische doelstellingen

- Evalueren van toepassing diffuus glas, diffuus schermdoek en minder belichting in teeltconcept Het Nieuwe Telen potplanten
- Ontwikkeling van betere monitoring van plantprocessen die leiden tot lichtschade met behulp van bestaande fluorescentieapparatuur.
- Evalueren van de effecten van diffuus glas en doek op:
  1. de kwaliteit van de productie
  2. de productie-kwantiteit
  3. de bruikbaarheid van puntmetingen voor preventieve monitoring van lichtschade



## 3 Teeltproof met Anthurium en Bromelia

Er zijn achtereenvolgens twee teelten met zowel Anthurium als Bromelia uitgevoerd. Gelijktijdig aan de teeltproeven is een verbeterde monitoring van de plant ontwikkeld

### 3.1 Proefopzet

Het onderzoek werd uitgevoerd in zes afdelingen. Eén referentie afdeling met normaal glas en normaal doek, twee afdelingen met diffuus doek en normaal glas, verder twee afdelingen met diffuus glas en normaal doek en de 'daglichtkas'. Onder het diffuse doek en het diffuse glas werden twee lichtsommen nagestreefd ( $7.5$  en  $10 \text{ mol.m}^{-2}.\text{dag}^{-1}$ ). De lichtsom+ ( $7.5 \text{ mol.m}^{-2}.\text{dag}^{-1}$ ) en lichtsom++ ( $10 \text{ mol.m}^{-2}.\text{dag}^{-1}$ ) zijn gekozen op basis van de resultaten uit het onderzoek Het Nieuwe Telen Potplanten (Van Noort, 2011). Die lichtsommen lagen hoger dan nu gebruikelijk in de praktijk (ongeveer  $5 \text{ mol.m}^{-2}.\text{dag}^{-1}$  is gebruikelijk). Het was de bedoeling om de grenzen op te zoeken van de teeltmogelijkheden zonder kwaliteit te verliezen met behulp van diffuus glas en diffuus doek.

De daglichtkas biedt nieuwe mogelijkheden tot energie besparing. De daglichtkas is een kas met fresnellenzen in het dek. De lenzen bundelden het direct gedeelte van het zonlicht en dat werd omgezet in warmte en elektriciteit. Er komt vrijwel alleen nog diffuus licht binnen. In de proef kwamen lichtniveaus voor tot maximaal circa  $16 \text{ mol.m}^{-2}.\text{dag}^{-1}$  en dat waren waarden die normaal bij de eerder genoemde gewassen niet toegelaten (kunnen) worden. De goede regulatie van het lichtniveau en de fractie diffuus licht waren zeer geschikt binnen het concept van Het Nieuwe Telen. Het gebruik van diffuus kasdek en diffuus scherm in een traditionele kas voor dit onderzoek konden snel relevante resultaten opleveren die hun weg konden vinden naar de praktijk. Door ook de laatste techniek toe te passen op het gebied van kasconstructie en energiebesparing, met het gebruik van de daglichtkas, kon bovendien getoond worden hoe er nog verder energie bespaard kan worden in de toekomst.

Het onderzoek is uitgevoerd met twee cultivars Anthurium 'Royal Champion' en 'Pink Champion' en bij Bromelia is gekozen voor Guzmania 'Rana' en Vriesea 'Miranda'. Bij deze gewassen is veel draagvlak voor dit onderzoek. Het onderzoek werd jaarrond uitgevoerd in twee teelten om de energiebesparing in relatie met het toelaten van meer licht in beeld te brengen. Gevolgen voor de planning zijn erg belangrijk en werden nauwlettend in de gaten worden gehouden.

#### 3.1.1 Behandelingen

In de behandelingen werden de volgende doektypes en glastypes gebruikt:

Glas type:

Door leverancier en medefinancier Guardian is diffuus glas gemaakt met een hemisferische transmissie van 84.5% en een haze (verstrooiingsfactor) van 71%. Eén zijde van het glas is ruw. Deze zijde is aan binnenkant van de kas gelegd. Dit glas heeft aan de buitenzijde een anti-reflectie coating om de transmissie te verhogen nadat het glas diffuus is gemaakt. Het normale glas, ook van Guardian, heeft een transmissie van 83.3%. Deze hemisferische transmissie-waarden zijn gekozen op basis van het kleinst mogelijke transmissieverschil tussen de behandelingen, zodat er een goede vergelijking kan worden gemaakt op de factoren die werden gevarieerd (diffusiviteit, lichtsom).

Doek type:

Het diffuse doek is geleverd door medefinancier Ludvig Svensson. Het doek is een XLS 55 Harmony Revolux met een haze van 58% en een lichtdoorlatendheid van ongeveer 46%. Het referentie doek een XLS 16 F Revolux met een haze van 10% en een lichtdoorlatendheid van 37%.

Tabel 2.1- Samenvatting van de behandelingen

	1 (referentie)	3	5	2	4	6
kasafdeling	9.02	9.03	9.04	9.06	9.07	Daglichtkas
Doek	Normaal	Diffuus	Diffuus	Normaal	Normaal	Diffuus (gebruik alleen bij storing van de collector)
Kasdek	Normaal	Normaal	Normaal	Diffuus	Diffuus	Met lenzen
Max Lichtsom (mol.m <sup>2</sup> .dag <sup>-1</sup> )	7.5	7.5	10	7.5	10	Tot 16

Het klimaat wordt gestuurd op basis van het ontwikkelde teeltprotocol voor Het Nieuwe Telen (Tabel 2.3)

Tabel 2.3: Teeltprotocol Het Nieuwe Telen

Stooktemperatuur	18 °C
Luchten	28 °C, niet op windzijde
Luchtbevochtiging	Er wordt gestuurd op een vochtdeficiet van 5, waarbij er maximaal om de 15 seconden verneveld wordt en er wordt 8 seconde per puls verneveld.
Watergift	Eb/vloed Anthurium; Bromelia boven door in de koker, koker mag niet droog worden
Assimilatiebelichting	100 µmol.m <sup>2</sup> .s <sup>-1</sup> (7500 lux), max. 14 uur referentie
Voeding	Standaard 2 voedingen per afdeling - voeding Anthurium, voeding Bromelia.
schermdoeken	Afhankelijk van de behandeling (zie resultaten)
CO <sub>2</sub>	Streefwaarde 800 ppm
Plantdichtheid	Anthurium gestart met 30 pl.m <sup>2</sup> en geëindigd op 20 pl.m <sup>2</sup> Guzmania gestart op 76 pl.m <sup>2</sup> en geëindigd op 30 pl.m <sup>2</sup> Vriesea gestart en geëindigd op 30 pl.m <sup>2</sup>
Potgrootte	Alle behandelingen 12 cm potten
potgrond	De gebruikte potgrond bij Anthurium is de standaard van Anthura en voor de Bromelia is de potgrond van LPK gebruikt.

Het houdbaarheidsonderzoek is uitgevoerd in de uitbloeiruimte en de condities van de uitbloeiruimte waren als volgt: Temperatuur van 20 °C, 60% RV, 12 uur dag, 12 uur nacht en een lichtintensiteit van 14 µmol.m<sup>2</sup>.s<sup>-1</sup>.

## 3.1.2 Praktische uitwerking proefopzet

### 3.1.2.1 1e teelt

Het onderzoek is gestart in week 15 van 2012. De teelt is intensief begeleid door een BegeleidingsCOmmissie met om de twee weken proefbezoeken, met twee telers van Anthurium en twee Bromeliatelers. Aanpassingen zijn vrijwel altijd in overleg met deze intensieve BCO gedaan. Eén keer in de drie maanden kwam een grotere BCO bij elkaar met daarin kwekers, onderzoekers, leveranciers en financiers.

De geleverde Anthurium planten waren iets ongelijk. De planten zijn zodanig gesorteerd dat de verschillen tussen de behandelingen miniem waren bij de start. Binnen een kas zijn de planten steeds over 6 blokken verdeeld. In één van de blokken stonden altijd kleinere planten. De lichtkier met de corridor is dicht gemaakt om mogelijke invloeden van direct

licht te verminderen. In alle afdelingen is zonder krijt geteeld, omdat krijt het licht ook diffuser maakt en dat kan een te grote invloed op de behandelingen hebben.

De schermen gaan in de 7.5 mol behandelingen dicht op 250 W.m<sup>2</sup> buiten en in de 10 mol behandelingen dicht op 450 W.m<sup>2</sup>. Op het moment dat de lichtsommen gehaald zijn, is het zwarte scherm dichtgetrokken. De onderlinge verschillen bij de verschillende behandelingen tussen het moment van dichtgaan van de schermen is zo klein mogelijk gehouden door te proberen aan het begin van de dag de schermen op verschillende buitenwaardes dicht te laten gaan (vanaf week 25). De zwarte schermen sloten eerst voor 50%, maar dan liep het lichtniveau nog te ver door, uiteindelijk werden de zwarte schermen tot 75% dicht gedaan (week 22), wanneer de lichtsom was gehaald. Dit heeft verder geen invloed gehad op de temperatuur. In week 25 is het dichtlopen van de doeken aangepast. In de referentie (dicht op 275, later 325), diffuus glas 7.5 (275) en diffuus glas 10 (475) gaan de doeken sindsdien iets later dicht dan bij diffuus doek 7.5 en diffuus doek 10 om de lichtsommen nog dichter naar elkaar toe te krijgen en de zwarte schermen tegelijk dicht te laten lopen (in de middag). In week 27 is een aanpassing gedaan om het bovendoek van de daglichtkas, dicht te laten lopen bij een instraling buiten boven de 700 watt tussen 13.00 - 16.00 uur om te proberen de kleur beter te behouden bij bloem en blad van anthurium.

De BCO wilde liever eerder luchten dan bij 28 °C en wel bij 26 °C., zodat er nog wat speelruimte blijft en een stabiel klimaat ontstaat. Het advies is om ook op temperatuur (bij 28 °C) het scherm te kieren. Deze instelling is aangepast in week 16. In week 21 is de nachttemperatuur verhoogd naar 20 °C, omdat de groei compact en 'propperig' bleef. Luchtvochtigheid RV van ca. 80% per etmaal is aangehouden (vochtdeficit van 5). De luchtbevochtiging staat dag en nacht aan.

In week 16 is de plantafstand van Anthurium (beide Champions) van 30 naar 20 planten per m<sup>2</sup> gegaan (er is gestart met grote pluggen), de Bromelia werd op 30 gehouden. Vanaf week 18 is Aquagrow gebruikt om kokervorming (plakken) bij de Bromelia tegen te gaan. Summer love en Red King zijn in week 21 wijder gezet.

Bij beide gewassen is gestart met een EC van 1.5. Bij zowel Anthurium als Bromelia is de gift na de eerste week verhoogd naar 2.0. Bromelia met naspoelen met schoon water (EC koker ongeveer 1.8). In week 20 zijn EC's bij Anthurium in 9.02 (ref, 7.5 mol), 9.06 (glas, 7.5 mol) EC verlaagd naar 1.5 en 9.03 (doek, 7.5 mol), 9.04 (doek, 10 mol) en 9.07 (glas, 10 mol) EC verlaagd naar 1.7 op basis van de substraatanalyse. In week 27 is de EC van afdeling 9.04 anthurium verhoogd naar 2.0. Vanaf week 23 hebben de Vriesea's schoon water gehad totdat zij in week 26 2x bloei behandeld zijn met ethyleen. Na de ethyleen behandeling is er meteen weer water met voeding gegeven. De Guzmania 'Rana' heeft vanaf week 25 schoon water gehad en de bloeibehandeling heeft 2x plaats gevonden begin week 28. Bij de buitenproeftafel (bij de deur) is de EC niet verlaagd voor het behandelen en dat gaf uiteindelijk een hoog aantal 'nietters' bij Guzmania 'Rana', d.w.z. planten die niet goed zijn gaan bloeien door te hoge voeding.

Week 20 - dichte doeken in 9.02 en 9.06 vervangen door open doeken.

Overige waarnemingen

Week 19: blad Vriesea wordt rozig van kleur in daglichtkas

Week 21: bloemverkleuring roze naar wit (anthurium) bij de hoge lichtniveaus

Week 21: luis en zwarte trips (daglichtkas) geconstateerd en bestreden.

Week 24: Bestrijding echinotrips

### **3.1.2.2 Tweede teelt**

Het onderzoek is gestart in week 37 van 2012. Ook deze teelt is intensief begeleid door een BegeleidingsCommissie met om de twee weken proefbezoeken, met twee telers van Anthurium en twee Bromeliatelers. Aanpassingen zijn vrijwel altijd in overleg met deze intensieve BCO gedaan. Eén keer in de drie maanden kwam een grotere BCO bij elkaar met daarin kwekers, onderzoekers, leveranciers en financiers. Er is voor Guzmania 'Rana' een grovere potgrond gebruikt om iets natter te kunnen telen op (onze) dichte bodems.

In de tweede teelt was het de bedoeling om zoveel mogelijk energie te besparen en tegelijkertijd een kwalitatief goede planten te telen. De energiebesparing werd gedaan door ten opzichte van de referentie de stooktemperatuur te verlagen naar 17.5 °C en lichtintegratie in te stellen op basis van een gemiddelde van 7 dagen op minimale lichtsom van 5 mol.m<sup>2</sup>.dag<sup>-1</sup>. Lichtintegratie wil zeggen dat er niet wordt geprobeerd elke dag dezelfde lichtsom te halen (zoals in de referentie - minimaal 5 mol.m<sup>2</sup>.dag<sup>-1</sup> in de winter), maar dat te veel of te weinig licht later wordt gecompenseerd in een voortschrijdend gemiddelde van 7 dagen. Op deze manier is het mogelijk minder assimilatiebelichting te gaan gebruiken en dus energie te besparen.

Om spraakverwarring te voorkomen worden de behandelingen nog steeds diffuse behandelingen genoemd, hoewel het in deze tweede teelt meer energiebehandelingen zijn.

In het voorjaar is ook nog gewerkt met iets meer stoken bij meer zonlicht (lichtverhoging van 0.5-1 graad en door het luchten uitstellen (28°), daardoor gaat de etmaaltemperatuur omhoog bij meer licht, waardoor de planten sneller moeten groeien. Natuurlijk is het ook zo lang mogelijk geprobeerd de streeflightsommen te halen.

De referentie is gestookt en belicht op basis van Tabel 2.4 opgesteld door voorlichter Albert van Os. Die behandelingen zijn ingegaan vanaf week 40. In alle behandeling was een kier ingesteld bij oplopen temperatuur vergeleken met stooktemperatuur. In alle behandelingen zijn lampen aan gegaan vanaf week 40. Energieschermen aangelegd en die werken vanaf week 48.

Tabel 2.4: schema assimilatiebelichting in referentiebehandeling

	Starttijdstip belichting	Lamp uit als straling > drempelwaarde (W/m <sup>2</sup> )	Tn °C	Td °C
half ok	5.30	150	19,7	20.0
1 nov	4.30	150	19,5	19.7
half nov	4.00	175	19,3	19.5
1 dec	4.00	200	19.0	19,0
Half dec	4.00	Niet	19.3	19.3
1 jan	4.00	Niet	19.3	19.3
Half jan	4.00	200	19.3	19.5
1 feb	5.00	150	19.5	19.5
Half feb	6.00	150	20.0	20.0
1 mrt	6.00	150	20.0	20.0

#### Lichtintegratie

Lichtintegratie, in dit geval van zeven dagen, wil zeggen dat het assimilatielicht aangaat op basis van een combinatie van gewilde lichtsom per dag, weersvoorspelling en een voortschrijdend gemiddelde van 7 dagen. Simpel rekenvoorbeeld: Er wordt 5 mol nagestreefd, vandaag is er 3 mol licht geweest, morgen wordt er 7 mol, dan wordt er die dag dus niet belicht. Onderstaand voorbeeld is een voorbeeld uit het onderzoek in oktober 2012.

## Voorbeeld diffuus glas (7.5 mol)

datum	Verwachte straling	Gemeten straling	Gemeten PAR som	Lichtsom (7 dag voortschrijdend)	Gegeven Ass. licht	gewenst aantal uren belichting
17-10	294	387	5.81	4.94	2	2
18-10	416	133	2.43	4.41	2	2
19-10	497	260	7.34	4.76	3	3
20-10	541	207	3.89	4.85	3	3
21-10	385	162	3.22	4.59	3	3
22-10	459	702	7.51	5.06	0	0
23-10	850	553	6.46	5.24	0	0
24-10	347	318	4.16	5.00	0	0
25-10	334					0
26-10	796					0
27-10	697					0



### Teeltlogboek

De zonweringschermen gaan in week 38 voor de 7.5 mol-behandeling dicht bij 350-250 (tussen 11-14 uur) -350 watt/m<sup>2</sup> buiten en voor de 10 mol-behandeling bij 600-450 (tussen 11-14 uur) -600 watt/m<sup>2</sup> buiten. Vanaf week 40 voor 7.5 mol-behandeling 375 watt/m<sup>2</sup> buiten en voor 10 mol-behandeling 600 watt/m<sup>2</sup> buiten en vanaf week 42 bij 7.5 mol-behandeling vanaf 600 watt/m<sup>2</sup> en voor 10 mol-behandeling niet meer dicht.

In week 6 is het LS 10 doek in de afdelingen met streefwaarde 7.5 mol.m<sup>2</sup>.dag<sup>-1</sup>, namelijk afdelingen 9.02, 9.03 en 9.06 op 300 w/m<sup>2</sup> buiteninstraling dicht gegaan en de LS 10 voor 9.04 en 9.07 met 10 mol.m<sup>2</sup>.dag<sup>-1</sup> is dicht gegaan op 400 W/m<sup>2</sup> buiteninstraling. Het zonweringsdoek is dichtgegaan op 425 W/m<sup>2</sup> (9.02, 9.03 en 9.06) en 500 w/m<sup>2</sup> (9.04 en 9.07). De stooktemperatuur in alle kassen is 0.5 graden verhoogd en een lichtverhoging van 0.5 graad op 400 joules en 1 graad op 800 joules instraling van buiten.

In week 7 zijn de anthuriums in afdeling 9.02 op 22 planten per m<sup>2</sup> gezet. De overige afdelingen zijn wijder gezet in week 8. In 9.02 is de luchttemperatuur op 25 °C gezet en de overige afdelingen op 28 °C om meer snelheid te maken.

In week 10 zijn de schermstanden aangepast de behandelingen met 7.5 mol gaan dicht bij 300 (LS 10) en 500 (zonwering) en doeken 10 mol 400 (LS 10) en 600 (zonwering). In week 10 zijn er planten gewisseld tussen 9.02 en 9.03 en de daglichtkas.

In week 16 (half april) zijn de laatste waarnemingen gedaan en is dit gedeelte van het onderzoek afgerond.

### 3.1.3 Metingen

- De licht- en klimaatomstandigheden worden gemonitord op 5 minuten basis en op basis daarvan worden energieberekeningen gedaan om de verschillen per afdeling in beeld te brengen.
- Om de vijf weken worden de groeiverschillen in beeld gebracht door per behandeling en gewas 12 planten destructief te meten. Per gewas worden relevante parameters vastgelegd: lengte, aantal scheuten, aantal bladeren, aantal bloemen (indien van toepassing), bladoppervlak blad, versgewicht (blad, bloem), drooggewicht (blad, bloem).
- De uitkomsten zijn getoetst door middel van variantieanalyse met een betrouwbaarheid van 95%.



### 3.1.4 Plant Monitoring

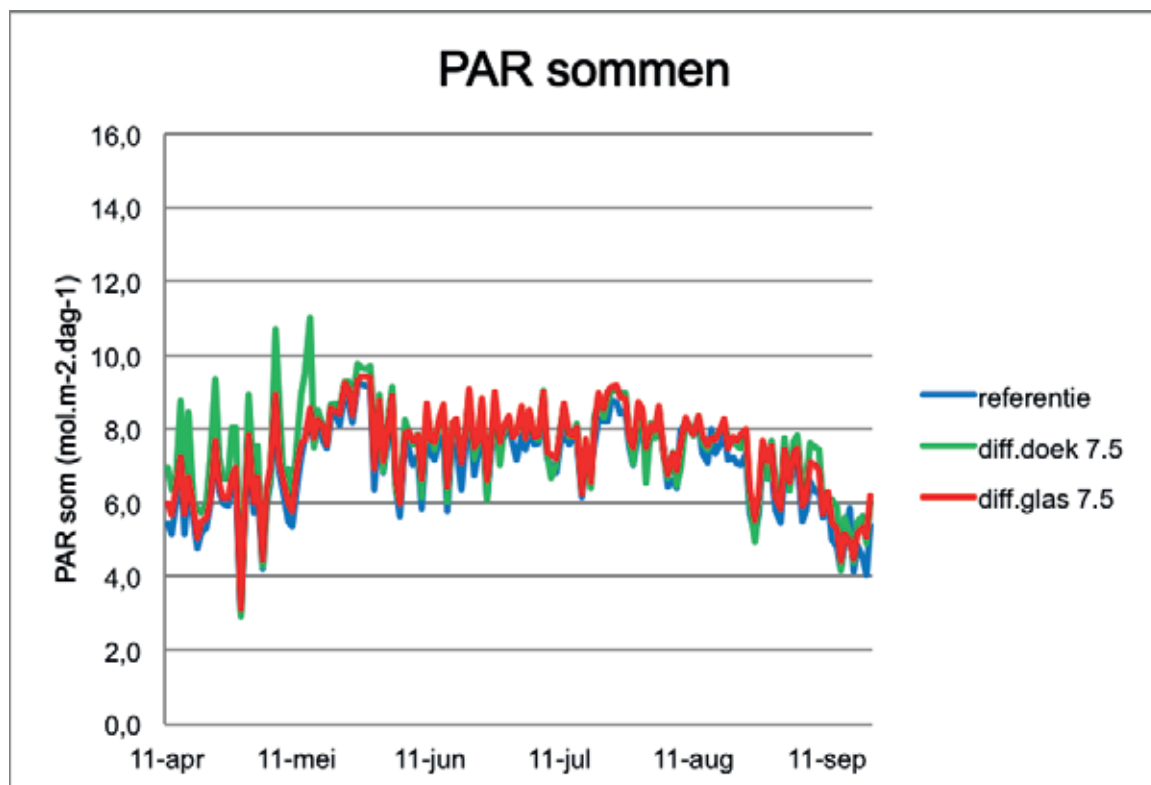
Vanaf week 18 is begonnen met het monitoren van de planten met 3 Plantivity meters. Vanaf week 26 is daarnaast nog een met een witte LED uitgeruste Plantivity ingezet. De meeste metingen zijn verricht aan Anthurium in de compartimenten 9.04 en 9.07 waarbij met de hoogste lichtsommen gewerkt is ( $10 \text{ mol.m}^2.\text{dag}^{-1}$  PAR).

## 3.2 Resultaten eerste teelt

### 3.2.1 Licht

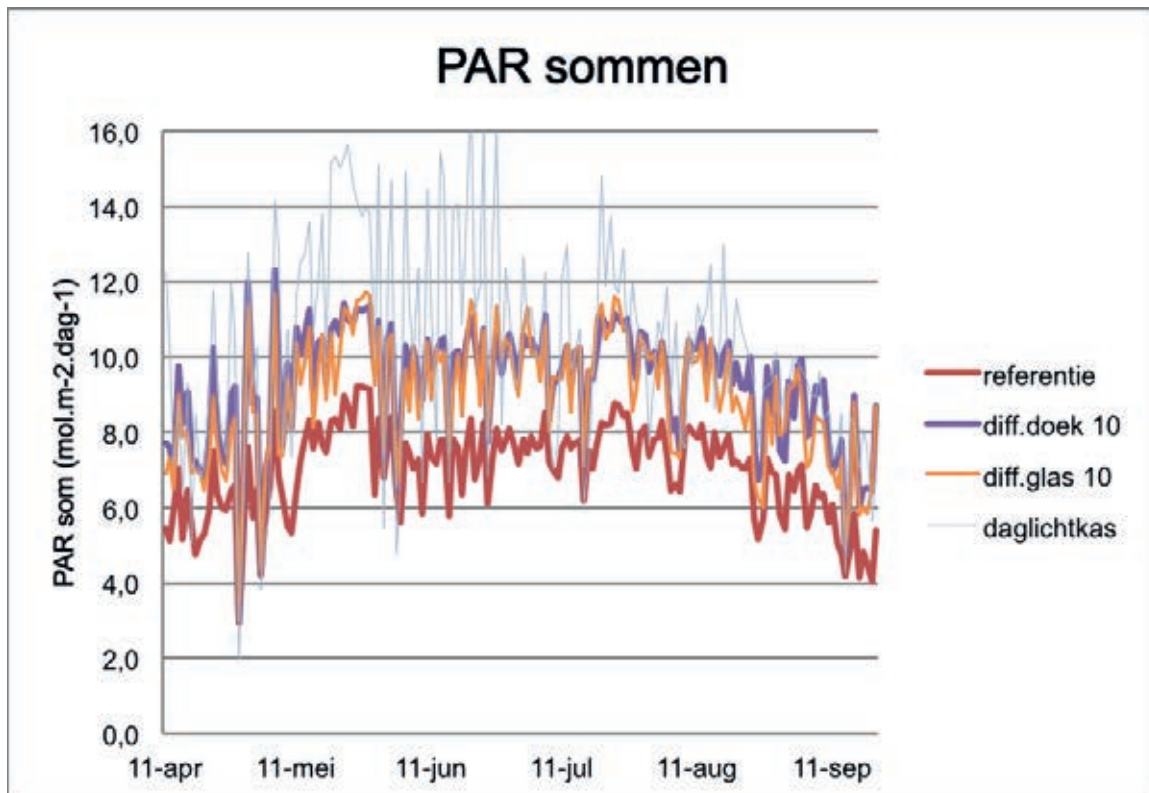
De streefwaarde voor de lichtsom per de dag was  $7.5$  en  $10 \text{ mol.m}^2.\text{dag}^{-1}$  (PAR) afhankelijk van de behandeling (zie 2.1.1). Dit is gedaan door het gebruiken van minimaal twee schermen per afdeling een zonweringsscherm en het zwarte scherm. Deze laatste werd gedeeltelijk dicht gedaan, wanneer de dagsom gehaald was.

Het belangrijkste resultaat is dat er geen directe schade en/of bladvergeling is ontstaan. Daardoor ontstaat wel de vraag of er genoeg licht is toegelaten. De par sommen zijn duidelijk hoger geweest dan in de praktijk gangbaar (Figuur 3.1. en 3.2). De momentane waarden zijn ook duidelijk hoger geweest, maar het blijft lastig om kortstondige pieken in het licht te voorkomen op dagen met wisselend bewolkt weer (Figuur 3.5.). Toch hebben deze incidentele pieken geen problemen opgeleverd.



Figuur 3.1. lichtsommen van de  $7.5 \text{ mol.m}^2.\text{dag}^{-1}$  behandelingen

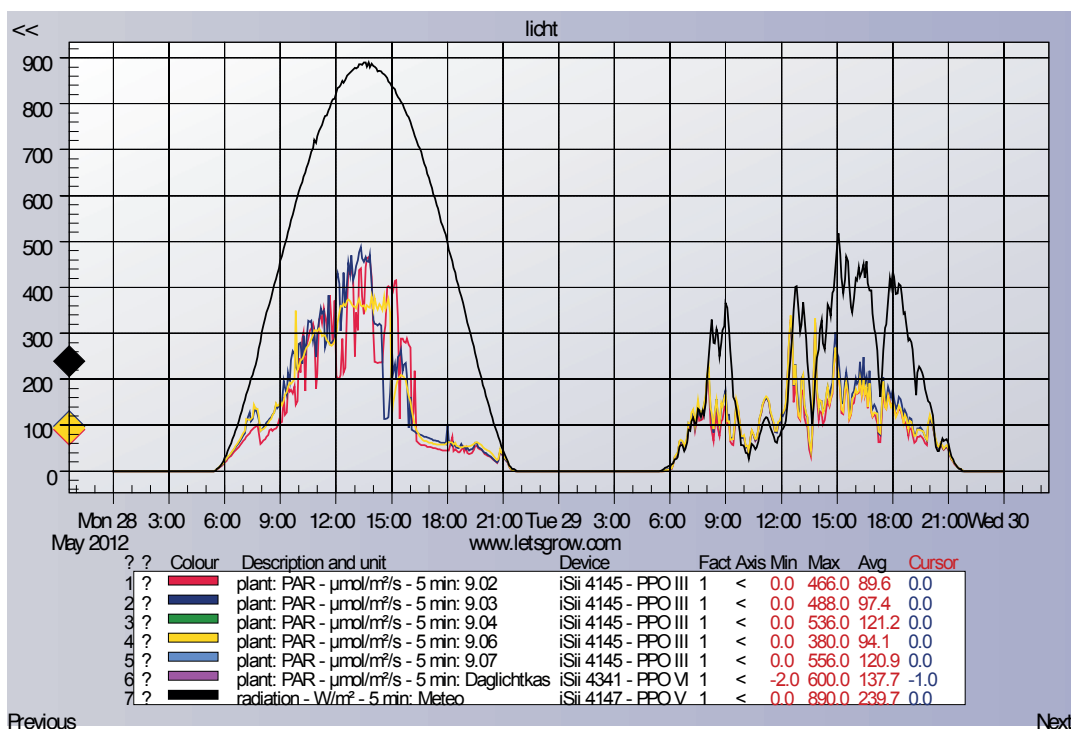
In bovenstaande cijfers is het opvallend dat vooral de behandeling diffuus doek in het 1<sup>e</sup> maand boven de andere twee behandelingen uitsteeg. Dat had te maken met het feit dat het zwarte doek in het begin op 50% sluiting stond, waardoor de lichtniveaus toch nog hoger konden oplopen, omdat er toch nog veel licht binnenkwam. De doeken zijn verder dichtgetrokken (75%) en toen liepen de lichtsommen niet zoveel meer op.



Figuur 3.2. lichtsommen van diffuus doek en glas 10 mol.m<sup>2</sup>.dag<sup>1</sup> (PAR) en de daglichtkas t.o.v. de referentie

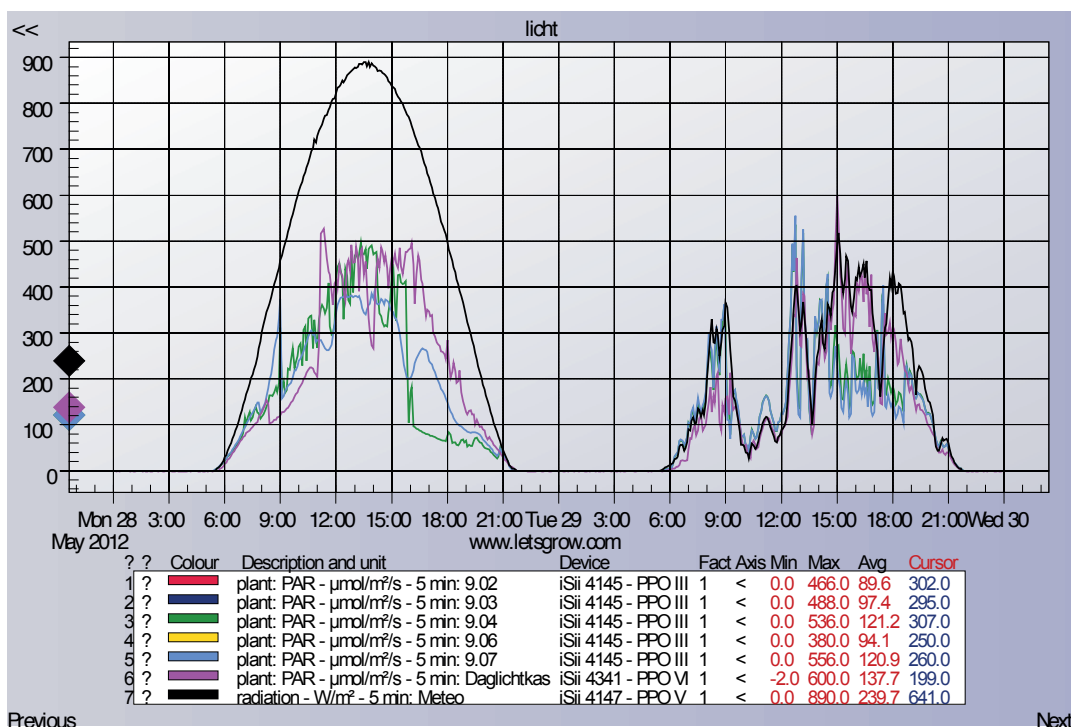
In Figuur 3.2. zijn de lichtsommen te zien van het meer licht toe laten ten opzichte van de referentie.

In deze Figuur is ook te zien dat ook vooral in het begin van het onderzoek de lichtsommen wel over de 10 mol.m<sup>-2</sup>.dag<sup>-1</sup> heengingen. Later in de teelt was dit iets beter onder controle. Meestal was het lichtniveau onder het doek iets hoger dan onder het diffuse glas (doeken gingen op dezelfde buitenwaarde van het licht dicht). De daglichtkas kreeg structureel meer licht binnen, maar vanaf eind juni was dat ook minder geworden doordat het scherm werd gebruikt tussen 13.00 - 16.00 uur. Hoewel de lichtsommen geregeld over de streefwaarden heen zijn gegaan, heeft dit niet tot visuele schade geleid. In figuur 3.3. en 3.4 is te zien hoe hoog de toegestane lichtniveaus waren opgelopen



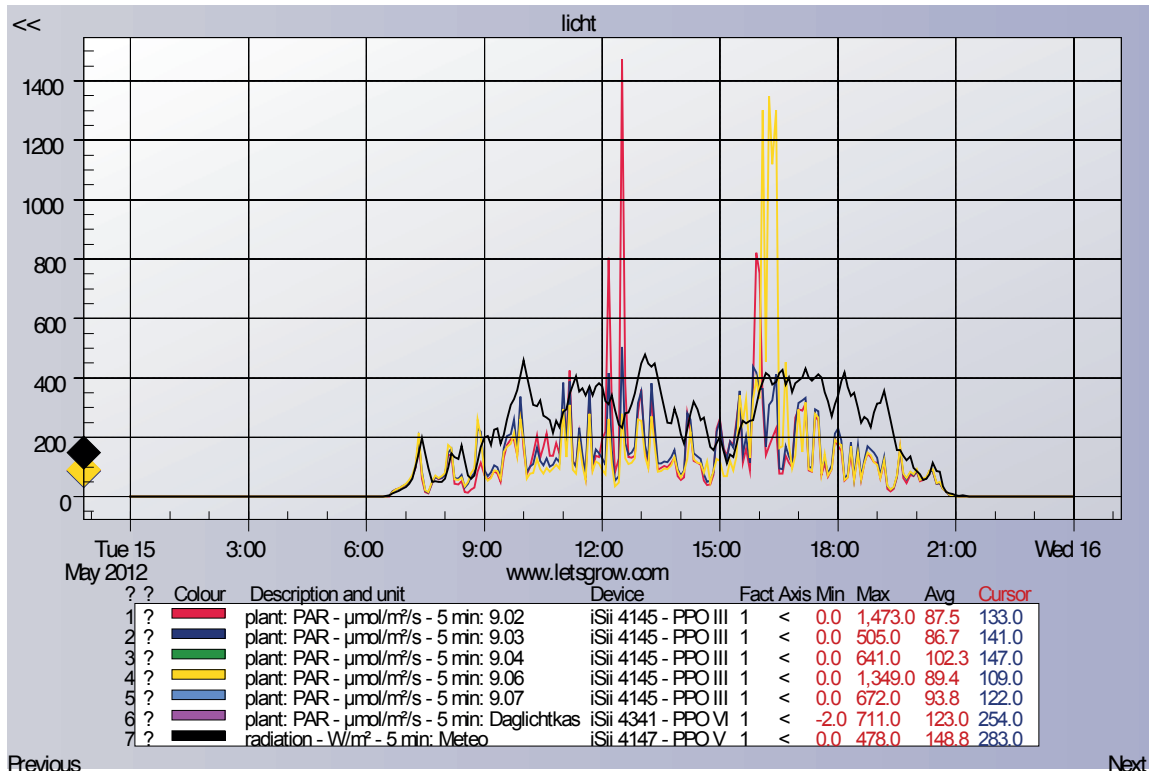
Figuur 3.3. momentane lichtintensiteiten ( $\mu\text{mol}.\text{m}^2.\text{s}^{-1}$ ) van diffuus doek en glas  $7.5 \text{ mol}.\text{m}^2.\text{dag}^{-1}$  op 28 en 29 mei

Lichtniveaus stijgen tot ongeveer  $500 \mu\text{mol}.\text{m}^2.\text{s}^{-1}$  bij een zonnige dag (28 mei) met de doeken dicht. Het is in de Figuur te zien dat de zwarte doeken ongeveer om 16.00 uur dichtgingen. Eveneens is te zien dat de lichtintensiteit bij het diffuus glas (gele lijn - afdeling 9.06) meer stabiel is dan het licht van de referentie (rood - afdeling 9.02) en diffuus doek (blauw - afdeling 9.03), waarbij in het algemeen het diffuus doek ook meer licht doorlaat dan het normale doek (referentie en diffuus glas). Aan het rechter gedeelte van het plaatje is te zien dat de verschillen tussen de afdelingen op een diffuse dag klein zijn.



Figuur 3.4. momentane lichtintensiteiten ( $\mu\text{mol}.\text{m}^2.\text{s}^{-1}$ ) van diffuus doek (afdeling 9.04 - groene lijn) en diffuus glas (afdeling 9.07 - blauwe lijn) met  $10 \text{ mol}.\text{m}^2.\text{dag}^{-1}$  en daglichtkas (paarse lijn) op 28 en 29 mei

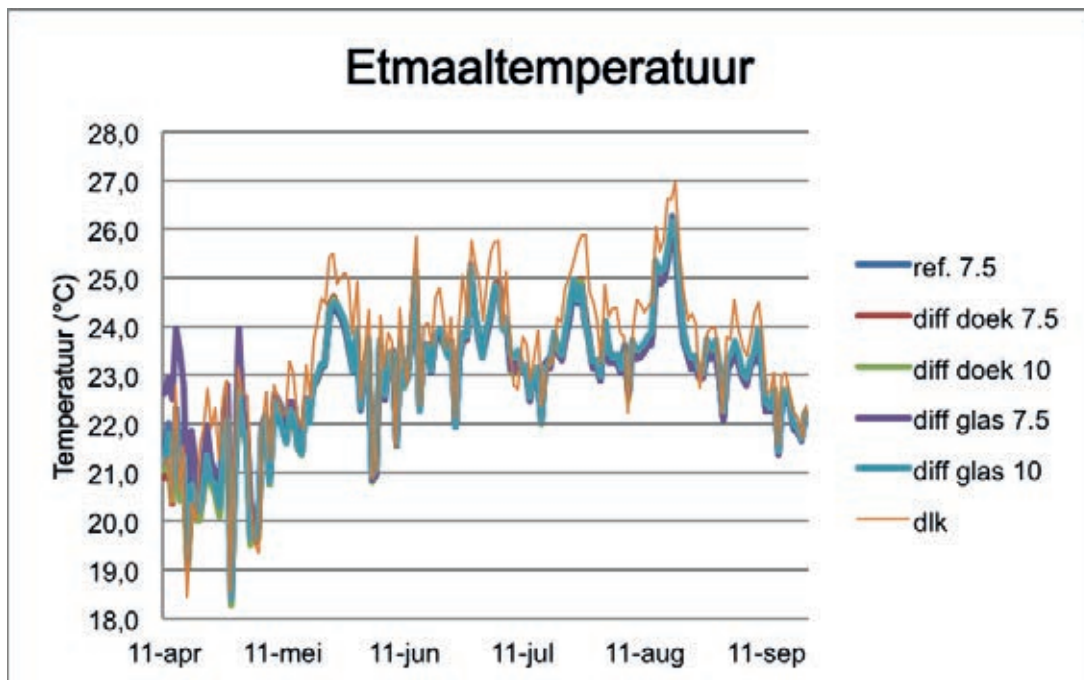
In Figuur 3.4. is te zien dat het momentane licht over de  $500 \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$  heen kan gaan op een zonnige dag bij de 10 mol behandelingen en dat het lichtniveau hoger blijft, dan bij de 7.5 mol behandelingen. Het verschil in lichtsom werd vooral gemaakt aan het einde van de dag door het scherm langer te gebruiken en het zwarte scherm nog niet te gebruiken.



Figuur 3.5. lichtpieken op 15 mei 2012

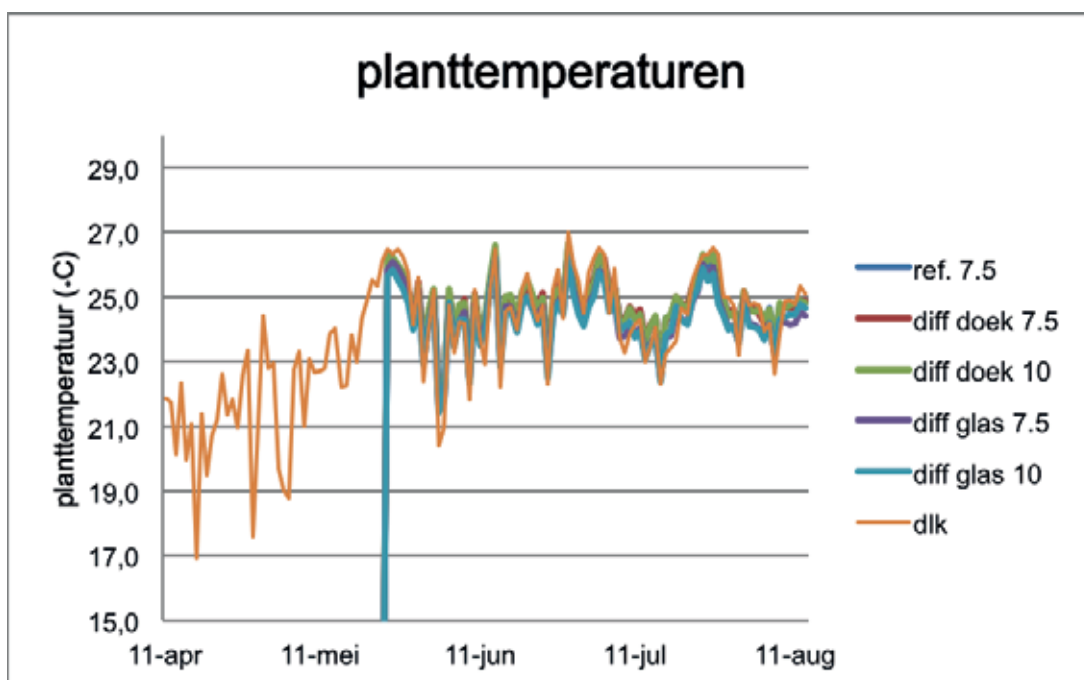
In Figuur 3.5. zijn Lichtpieken te zien in de referentie (rood - afdeling 9.02) en onder diffuus glas (geel - afdeling 9.06). Deze lichtpieken kunnen in alle afdelingen ontstaan doordat er tijd nodig is om het de schermen dicht te laten lopen. Deze pieken treden op bij wisselende bewolking. Dit plaatje is om aan te geven welke lichtwisselingen voor kunnen komen en deze lichtpieken kunnen invloed hebben op het fotosynthese apparaat en daarmee op het ontstaan van bladschade.

### 3.2.2 Klimaat



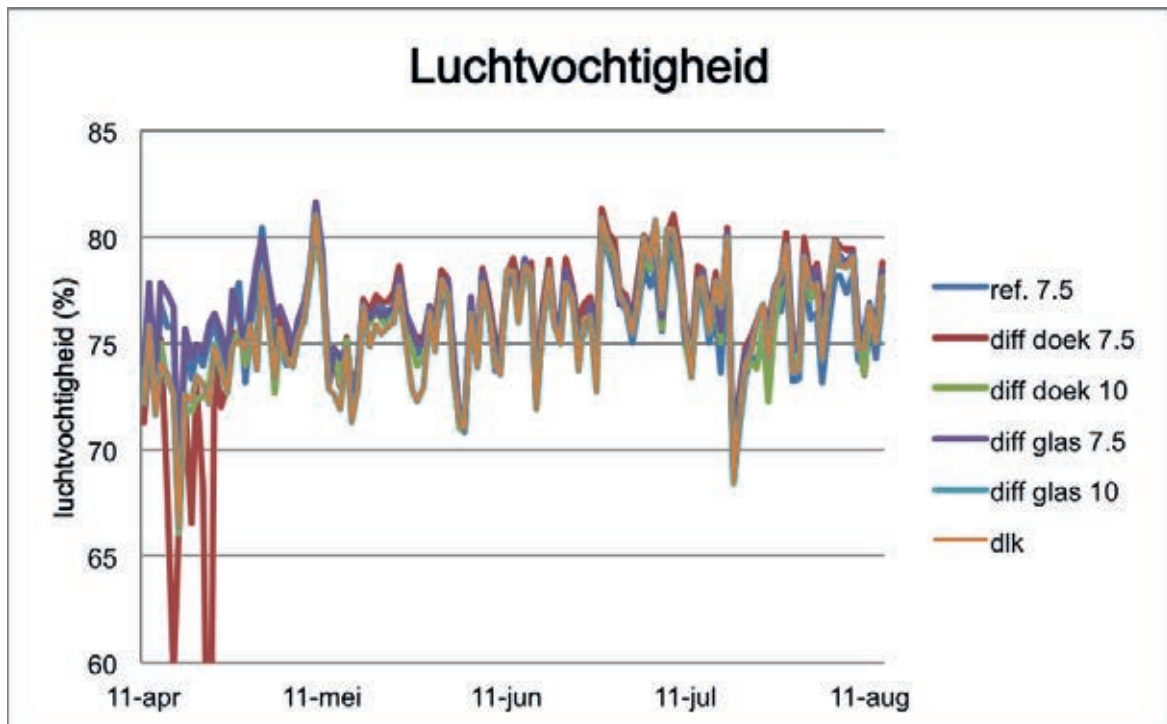
Figuur 3.6. gemiddelde etmaaltemperatuur per behandeling

Uit Figuur 3.6. is af te lezen dat de temperatuur van de afdeling diffuus glas 7.5 hoger opliep dan de overige afdelingen, vooral in de 1<sup>e</sup> twee weken, dit kwam als gevolg van een afwijkende instelling. Eveneens is af te lezen dat, hoewel de instellingen voor de daglichtkas hetzelfde zijn, deze kas qua temperatuur duidelijk anders reageert, met als resultaat meestal een hogere temperatuur te zijn. In deze kas wordt het bovenscherm alleen gebruikt in geval van storing en hoewel een gedeelte van het directe licht (en dus warmte) wordt weggehaald en omgezet, ligt de etmaaltemperatuur toch iets hoger dan in de geschermd afdelingen.



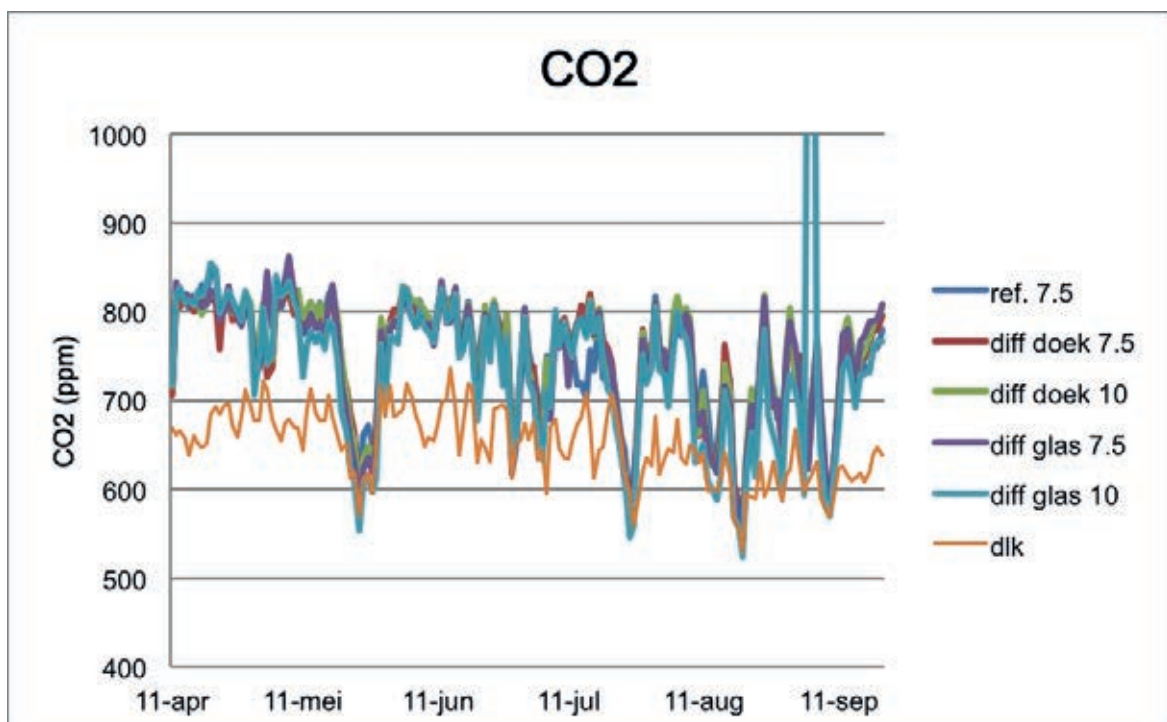
Figuur 3.7. gemiddelde planttemperatuur per behandeling

Op basis van de metingen met infraroodcamera's werden er tussen de behandelingen geen grote verschillen gemeten.



Figuur 3.8. Etmaal gemiddelden van relatieve luchtvochtigheid bij de verschillende behandelingen

De relatieve luchtvochtigheid was alleen in het begin van de teelt wat verschillend tussen de behandelingen als gevolg van schommelingen in de temperatuur en lichtniveau. De luchtvochtigheid was vanaf mei zeer constant en op een mooi hoog niveau. In relatie met de monitormetingen van de efficiëntie kan achteraf geconcludeerd worden dat het vochniveau hoog genoeg is geweest om geen problemen met verdamping en afvoer van warmte gehad te hebben. Er is geen directe schade geconstateerd.



Figuur 3.9. gemiddeld dagverloop van CO<sub>2</sub> per behandeling



In Figuur 3.9. staat het gemeten  $\text{CO}_2$ -gehalte. De referentie en de diffuse afdelingen uitgezonderd de daglichtkas laten ongeveer hetzelfde verloop zien. De daglichtkas een compleet andere kas met eigen dynamiek en aparte  $\text{CO}_2$ -voorziening. In deze kas heeft het sturen op 800 ppm in combinatie met een begrenzing een lager actueel gehalte opgeleverd. Het is echter de verwachting, daar de niveaus al behoorlijk hoog liggen, dat het verschil in gehalte op relatief trage groeiers als Anthurium en Bromelia geen grote verschillen in groei heeft opgeleverd.

### 3.2.3 Plantmetingen

Bij Anthurium is de teelt in week 15 gestart met planten in een 6 cm plug. Voor een dergelijke teelt wordt onder omstandigheden van  $5 \text{ mol.m}^{-2}.\text{dag}^{-1}$  uitgegaan van 22 weken teelt. De planten in het onderzoek waren volgens de begeleidingscommissie onderzoek klaar voor verkoop in week 31, dat is na 16 weken teelt en dat is een grote teeltversnelling. In week 30 (23 juli) was net een volledige destructieve meting uitgevoerd en deze metingen zijn gebruikt als eindmeting. De metingen zijn gebaseerd op een gemiddelde meting aan twaalf planten uit zes proefvelden (2 planten per proefveld) om plaats effecten uit te sluiten.

#### 3.2.3.1 Anthurium 'Royal Champion'

Tabel 3.1: lengte Royal Champion (cm)

	Lengte						
	referentie	dif.scherm 7.5 mol	dif.scherm 10 mol	dif.glas 7.5 mol	dif.glas 10 mol	daglichtkas	lsd 95% #
14-mei	21.5 a	19.0 b	19.8 ab	19.5 ab	18.7 b	18.5 b	1.9
18-jun	22.3 ab	24.1 a	22.5 ab	22.8 ab	22.7 ab	19.2 b	1.8
23-jul	26.5 b	29.9 a	29.7 a	26.3 b	24.6 bc	24.1 c	1.8

# een lsd 95% van 1.9 betekent dat wanneer het verschil tussen twee behandelingen groter is dan die 1.9 er met 95% betrouwbaarheid gezegd kan worden dat het verschil tussen de vergeleken behandelingen komt door de behandeling.

Vlak na de start van het onderzoek (14 mei) waren diffuus doek 7.5, diffuus glas 10 mol en daglichtkas betrouwbaar korter dan de referentie. De referentie was betrouwbaar het langste en diffuus scherm 10 mol en diffuus glas 7.5 mol zaten tussen de eerst genoemde behandelingen en de referentie in. Op 18 juni is dat aan het veranderen en op 23 juli is dat volledig veranderd en is diffuus scherm 7.5 en 10 mol betrouwbaar langer dan de referentie. Diffuus glas 7.5 is vergelijkbaar met de referentie en daglichtkas is betrouwbaar korter, terwijl diffuus glas 10 mol tussen de referentie en de daglichtkas inzit.

Tabel 3.2: bladoppervlakte Royal Champion ( $\text{cm}^2$ )

	Bladoppervlak						
	referentie	dif.scherm 7.5 mol	dif.scherm 10 mol	dif.glas 7.5 mol	dif.glas 10 mol	daglichtkas	lsd 95%
14-mei	682	589	594	637	622	586	n.s.#
18-jun	930 b	976 a	998 a	1014 a	1036 a	891 b	73.8
23-jul	1399 b	1448 b	1421 b	1447 b	1602 a	1404 b	85.9

#n.s.=niet statistisch verschillend



De bladoppervlakte was op 14 mei niet betrouwbaar verschillend. Op 18 juni hadden alle behandelingen behalve de daglichtkas betrouwbaar meer bladoppervlak dan de referentie. Op de einddatum van 23 juli had alleen de behandeling diffuus glas 10 mol nog betrouwbaar meer bladoppervlak dan de referentie, de overige behandelingen verschilden niet betrouwbaar van elkaar.

Tabel 3.3: versgewicht Royal Champion (g)

	Versgewicht						
	referentie	dif.scherm 7.5 mol	dif.scherm 10 mol	dif.glas 7.5 mol	dif.glas 10 mol	daglichtkas	lsd 95%
14-mei	32.1	30.8	31.4	33.5	33.0	31.3	n.s.
18-jun	45.7 b	52.1 a	53.3 a	50.0 a	51.7 a	49.9 a	4.2
23-jul	71.9 c	79.5 ab	77.9 bc	74.9 bc	86.1 a	77.8 bc	7.2

Het versgewicht was op 14 mei niet betrouwbaar verschillend. Op 18 juni hadden alle behandelingen betrouwbaar meer versgewicht dan de referentie. Op 23 juli was dit weer iets veranderd, op deze datum zijn diffuus glas 10 en diffuus scherm 7.5 betrouwbaar zwaarder dan de referentie. Diffuus glas 7.5 mol is vergelijkbaar met de referentie en diffuus scherm 10 mol en de daglichtkas zijn niet betrouwbaar verschillend met de referentie.

Tabel 3.4: drooggewicht Royal Champion (g)

	drooggewicht						
	referentie	dif.scherm 7.5 mol	dif.scherm 10 mol	dif.glas 7.5 mol	dif.glas 10 mol	daglichtkas	lsd 95%
14-mei	6.0	6.0	6.4	6.2	6.6	6.4	n.s.
18-jun	8.5 c	9.7 b	10.4 ab	9.5 b	10.2 b	11.0 a	0.8
23-jul	12.2 c	14.1 ab	14.1 ab	13.6 b	15.3 a	14.5 ab	1.3

Het drooggewicht was niet betrouwbaar verschillend bij de start. Op 18 juni waren alle behandelingen positief betrouwbaar verschillend ten opzichte van de referentie, waarbij de daglichtkas weer betrouwbaar hoger was dan de overige behandelingen, uitgezonderd diffuus scherm 10 mol. Ook op 23 juli zijn alle diffuse behandelingen betrouwbaar hoger in het drooggewicht dan de referentie. Nu is diffuus glas 10 mol betrouwbaar beter dan diffuus glas 7.5 mol en de overige behandelingen zitten daar tussen in.

Alle diffuse behandelingen hadden betrouwbaar meer bloemen op 18 juni en 23 juli dan de referentie. Tussen de diffuse behandelingen waren geen betrouwbare verschillen aanwezig. Het verschil tussen de hoogste en de laagste is op het einde van de teelt 2 bloemen op een niveau van 6.7 tot 8.7 (data niet getoond). Het aantal scheuten was betrouwbaar verschillend op 18 juni en 23 juli (data niet getoond). 18 juni hadden daglichtkas en diffuus scherm 10 mol betrouwbaar meer scheuten dan de referentie. De overige diffuse behandelingen waren niet betrouwbaar verschillend met de referentie. Op 23 juli had de daglichtkas en diffuus scherm 10 mol nog steeds betrouwbaar meer scheuten, maar de diffuus glas afdelingen hadden betrouwbaar minder scheuten dan de referentie en diffuus scherm 7.5 was gelijkwaardig met de referentie. Het aantal bladeren was alleen betrouwbaar verschillend op 18 juni, waarbij alle behandelingen, behalve diffuus glas 7.5 betrouwbaar meer blad hadden dan de referentie.

### 3.2.3.2 Anthurium 'Pink Champion'

Tabel 3.5: lengte Pink Champion (cm)

	Lengte						
	referentie	dif.scher 7.5 mol	dif.scher 10 mol	dif.glas 7.5 mol	dif.glas 10 mol	daglichtkas	lsd 95%
14-mei	24.6 a	22.4 b	22.7 b	23.5 ab	25.3 a	23.5 ab	1.9
18-jun	25.8 bc	29.4 a	26.7 bc	25.3 c	27.3 b	22.7 d	1.8
23-jul	30.7 c	34.9 a	33.4 ab	29.4 c	32.6 b	29.7 c	1.8

Geen van de behandelingen verschilde van de referentie op 14 mei. Diffuus glas 10 mol was wel betrouwbaar hoger langer dan diffuus scherm 7.5 en 10. Op 18 juni was dit compleet anders; diffuus scherm 7.5 was betrouwbaar langer dan de referentie en de daglichtkas was betrouwbaar korter dan de referentie. De andere behandelingen verschilden niet betrouwbaar ten opzichte van de referentie.

Tabel 3.6: bladoppervlakte Pink Champion (cm<sup>2</sup>)

	bladoppervlakte						
	referentie	dif.scher 7.5 mol	dif.scher 10 mol	dif.glas 7.5 mol	dif.glas 10 mol	daglichtkas	lsd 95%
14-mei	579	626	538	503	658	561	n.s.
18-jun	931 c	1009 b	992 bc	911 c	1109 a	935 c	74
23-jul	1311 d	1645 a	1471 c	1312 d	1564 b	1458 c	86

Geen van de behandelingen verschilde van de referentie op 14 mei. Op 18 juni hadden de behandelingen diffuus glas 10 mol en diffuus scherm 7.5 mol betrouwbaar meer bladoppervlak dan de referentie. De behandelingen diffuus glas 10 mol en de daglichtkas waren niet betrouwbaar verschillend ten opzichte van de referentie en de behandeling diffuus scherm 10 mol zat tussen diffuus scherm 7.5 mol en de referentie. Aan het einde van het onderzoek hadden de behandelingen diffuus scherm 7.5 mol, diffuus scherm 10 mol, diffuus glas 10 mol en de daglichtkas betrouwbaar meer bladoppervlak dan de referentie. Diffuus glas 7.5 mol was vergelijkbaar met de referentie. Er zijn nog wel betrouwbare verschillen aanwezig binnen de diffuse behandelingen. Diffuus scherm 7.5 beter dan diffuus glas 10 en die is weer beter dan daglichtkas en diffuus scherm 10.

Tabel 3.7: versgewicht Pink Champion (g)

	Versgewicht						
	referentie	dif.scher 7.5 mol	dif.scher 10 mol	dif.glas 7.5 mol	dif.glas 10 mol	daglichtkas	lsd 95%
14-mei	36.6 b	39.3 ab	36.0 b	32.0 c	41.2 a	36.4 b	3.4
18-jun	54.3 c	64.8 ab	66.4 a	53.6 c	68 a	61.6 b	4.2
23-jul	84.1 c	112.6 a	103.0 b	86.2 c	108.2 ab	97.9 bc	7.2

Het versgewicht aan het begin van het onderzoek was niet betrouwbaar verschillend (14 mei). Op 18 juni waren de

behandelingen diffuus scherm 7.5 mol, diffuus scherm 10 mol, diffuus glas 10 mol en de daglichtkas betrouwbaar hoger in versgewicht dan de referentie. Diffuus glas 7.5 mol was vergelijkbaar met de referentie. Aan het eind van het onderzoek waren de behandelingen diffuus scherm 7.5 mol, diffuus scherm 10 mol en diffuus glas 10 mol nog steeds betrouwbaar zwaarder dan de referentie. De daglichtkas en diffuus glas 7.5 verschilde niet betrouwbaar van de referentie.

Tabel 3.8: drooggewicht Pink Champion (g)

	drooggewicht							
	referentie	dif.scher 7.5 mol	dif.scher 10 mol	dif.glas 7.5 mol	dif.glas 10 mol	daglicht kas	lsd 95%	
14-mei	6.0	6.9	6.5	5.5	7.1	6.8		
18-jun	9.2 c	10.7 b	11.6 a	9.3 c	12.1 a	11.8 a	0.8	
23-jul	12.9 c	17.9 a	17.6 a	14.0 b	17.7 a	16.8 a	1.3	

Bij het begin van het onderzoek was het drooggewicht niet verschillend tussen de behandelingen. Op 18 juni hadden de behandelingen diffuus doek 10 mol, diffuus glas 10 mol en de daglichtkas een hoger drooggewicht dan de referentie. De overige behandelingen waren niet verschillend van de referentie. Aan het eind van het onderzoek hadden alle behandelingen een betrouwbaar hoger drooggewicht dan de referentie.

Alle diffuse behandelingen hadden betrouwbaar meer bloemen op 23 juli dan de referentie. Tussen de diffuse behandelingen waren geen betrouwbare verschillen aanwezig. Het verschil tussen de hoogste en de laagste is op het einde van de teelt 2.8 bloemen op een niveau van 6.6 tot 9.4 (data niet getoond). Diffuus scherm 7.5 en 10 mol en de daglichtkas hadden betrouwbaar meer scheuten dan de referentie op 18 juni en 23 juli. Diffuus glas 7.5 en 10 was niet verschillend van de referentie (data niet getoond). Het aantal bladeren verschilde alleen betrouwbaar op 18 juni, waarbij alle diffuse behandelingen beter waren dan de referentie.

### 3.2.3.3 Metingen Guzmania 'Rana'

Bij bromelia zijn planten van dezelfde partij als de planten in het onderzoek, gekweekt op twee praktijkbedrijven. Aan het einde van de eerste teelt zijn er vier planten uit deze partijen gemeten om een vergelijk te hebben met de planten opkweekt in het onderzoek te Bleiswijk. De resultaten staan in de tabellen hieronder.

Tabel 3.9: Lengte Guzmania 'Rana' (cm)

	Lengte								
	Refe rentie	dif. scher 7.5 mol	dif. scher 10 mol	dif.glas 7.5 mol	dif.glas 10 mol	Daglicht kas	Praktijk bedrijf 1	Praktijk bedrijf 2	lsd 95%
14-mei	19.0	19.4	18.2	18.8	19.2	19.0			n.s.
18-jun	22.0 b	22.9 ab	23.7 a	23.0 ab	23.4 ab	20.8 b			1.6
23-jul	26.4 b	27.4 b	27.2 b	29.3 a	27.1 b	23.6 c			1.8
21-sep	42.4 cd	44.8 c	51.8 a	46.4 bc	48.2 b	45.0 c	45.4	40.8	2.9

Op 14 mei verschilde de plantgrootte niet betrouwbaar. Op 18 juni was behandeling diffuus scherm 10 mol betrouwbaar groter dan de referentie. De overige behandelingen verschilde niet betrouwbaar met de referentie. Op 23 juli was de behandeling diffuus glas 7.5 mol betrouwbaar langer dan de referentie en de daglichtkas betrouwbaar korter. De overige behandelingen verschilden niet betrouwbaar. Op 21 september waren de behandelingen diffuus scherm 7.5 mol en diffuus glas 10 mol betrouwbaar langer dan de referentie. De overige behandelingen verschilden niet betrouwbaar met de referentie.

Tabel 3.10: bladoppervlakte *Guzmania 'Rana'* (cm<sup>2</sup>)

	bladoppervlak								
	referentie	dif. scherm 7.5 mol	dif. scherm 10 mol	dif.glas 7.5 mol	dif.glas 10 mol	Daglicht kas	praktijk bedrijf 1	praktijk bedrijf 2	lsd 95%
14-mei	557 b	581 ab	557 b	599 ab	547 b	689 a			129
18-jun	962 b	1042 b	1198 ab	1103 ab	1235 a	1102 ab			160
23-jul	1901 b	2008 ab	2048 ab	2058 ab	2110 a	2160 a			160
27-aug	2476	2653	2563	2604	2409	2462			n.s.
21-sep	2111 b	2083 b	2121 b	2207 b	2254 b	2480 a	1495	1170	211

De verschillen in bladoppervlakte zijn niet groot geweest gedurende het onderzoek. De gemeten verschillen zijn maar net betrouwbaar en op 27 augustus zijn de verschillen niet eens betrouwbaar meer. Aan het eind van het onderzoek is het bladoppervlak van planten uit de daglichtkas betrouwbaar beter dan alle andere behandelingen, die onderling niet betrouwbaar verschilden. Het bladoppervlak van beide praktijkbedrijven is fors lager dan van de onderzoeksbehandelingen.

Tabel 3.11: versgewicht *Guzmania 'Rana'* (g)

	versgewicht								
	referentie	dif. scherm 7.5 mol	dif. scherm 10 mol	dif.glas 7.5 mol	dif.glas 10 mol	Daglicht kas	praktijk bedrijf 1	praktijk bedrijf 2	lsd 95%
14-mei	25.0	28.0	26.9	27.7	27.3	30.5			n.s.
18-jun	43.8	51.5	57.0	53.8	58.9	52.7			n.s.
23-jul	84.4 a	96.5 b	99.2 b	102.6 b	101.3 b	96.9 b			8.6
27-aug	136.9	145.8	147.2	143.7	132.9	134.3			n.s.
21-sep	168.0 e	185.7 d	194.9 b	190.1 c	203.6 a	203.3 a	134.6	123.5	4.8

De versgewichten zijn niet betrouwbaar op 14 mei, op 18 juni en 27 augustus. Op 23 juli zijn al de diffuse behandelingen betrouwbaar beter dan de referentie. Aan het eind van het onderzoek zijn alle diffuse behandelingen opnieuw beter dan de referentie, alleen zijn er ook betrouwbare onderlinge verschillen. Het versgewicht van de planten van de praktijkbedrijven lag fors lager.

Tabel 3.12: drooggewicht *Guzmania 'Rana'* (g)

	drooggewicht								
	referentie	dif. scherm 7.5 mol	dif. scherm 10 mol	dif.glas 7.5 mol	dif.glas 10 mol	Daglicht kas	praktijk bedrijf 1	praktijk bedrijf 2	lsd 95%
14-mei	3.8	4.1	4.0	4.1	4.1	3.9			n.s.
18-jun	6.6	7.6	8.6	8.2	8.9	8.4			n.s.
23-jul	14.0 c	15.0 bc	15.4 b	16.7 ab	16.8 a	16.2 ab			1.4
27-aug	22.7	24.8	25.2	24.1	23.2	23.0			n.s.
21-sep	23.6 c	27.9 bc	32.0 a	29.5 b	32.1 a	32.8 a	19.4	16.6	1.9

Het drooggewicht verschilde niet op 14 mei, 18 juni en 27 augustus. Op 23 juli verschilden alle behandelingen betrouwbaar van de referentie. Binnen de behandelingen zijn ook nog betrouwbare verschillen. Op het einde van het onderzoek waren de meeste diffuse behandeling betrouwbaar beter dan de referentie, alleen diffuus scherm 7.5 mol verschilde niet betrouwbaar van de referentie. Ook bij het drooggewicht lagen de waarden van de praktijkbedrijven behoorlijk lager dan bij de behandelingen (inclusief referentie). Het aantal niet gewenste zijscheuten is niet betrouwbaar verschillend, het aantal bladeren is ook niet betrouwbaar verschillend (data niet getoond).

### 3.2.3.4 Metingen *Vriesea 'Miranda'*

Tabel 3.13. Bladoppervlak *Vriesea 'Miranda'* (cm<sup>2</sup>)

	referentie	dif. scherm 7.5 mol	dif. scherm 10 mol	dif.glas 7.5 mol	dif.glas 10 mol	daglichtkas	praktijkbedrijf 2	lsd 95%
14-mei	1299 b	1456 a	1351 ab	1471 a	1446 a	1233 b		129
18-jun	1754	1804	1868	1853	1860	1817		n.s.
23-jul	2269	2069	2197	2306	2299	2183		n.s.
27-aug	2302	2101	2160	2052	2152	2143		n.s.
21-sep	2499	2444	2442	2437	2445	2415	1681	n.s.

Tabel 3.14. Versgewicht *Vriesea 'Miranda'*

	Referentie	dif. scherm 7.5 mol	dif. scherm 10 mol	dif.glas 7.5 mol	dif.glas 10 mol	daglichtkas		lsd 95%
14-mei	59	65	63	69	65	55		n.s.
18-jun	85	90	91	92	88	87		n.s.
23-jul	121	112	117	122	123			n.s.
27-aug	124	112	117	114	113	113		n.s.
21-sep	192	222	231	205	227	198	160	n.s.

Tabel 3.15. Drooggewicht Vriesea 'Miranda'

	Referentie	dif. scherm 7.5 mol	dif. scherm 10 mol	dif.glas 7.5 mol	dif.glas 10 mol	daglichtkas	praktijkbedrijf 2	lsd 95%
14-mei	7.5	8.5	7.9	8.7	8.2	7.6		n.s.
18-jun	11.2	12.1	13.2	12.3	12.4	11.9		n.s.
23-jul	16.9	18.0	20.1	17.0	19.4	16.6		1.7
27-aug	20.1	20.0	22.1	19.6	22.4	19.6		n.s.
21-sep	23.3	26.6	28.2	25.2	27.0	24.9	22.7	2.6

Vriesea 'Miranda' reageerde veel minder op verschil in licht (al dan niet diffuus), want gedurende de teelt zijn er geen betrouwbare verschillen gevonden in lengte (data niet getoond), bladoppervlak (cm<sup>2</sup>), versgewicht (g). Het drooggewicht van 'Miranda' is wel betrouwbaar verschillend, namelijk de referentie is betrouwbaar lager dan diffuus glas 7.5 mol. Diffuus doek 10 mol is betrouwbaar beter dan diffuus glas 7.5 mol en diffuus doek 7.5 mol, diffuus glas 10 mol en daglichtkas zaten daar tussen en zijn niet betrouwbaar verschillen naar boven en naar onder. Het bladoppervlak is niet betrouwbaar verschillend, maar het is wel opvallend dat onbehandeld de grootste hoeveelheid bladoppervlak had.

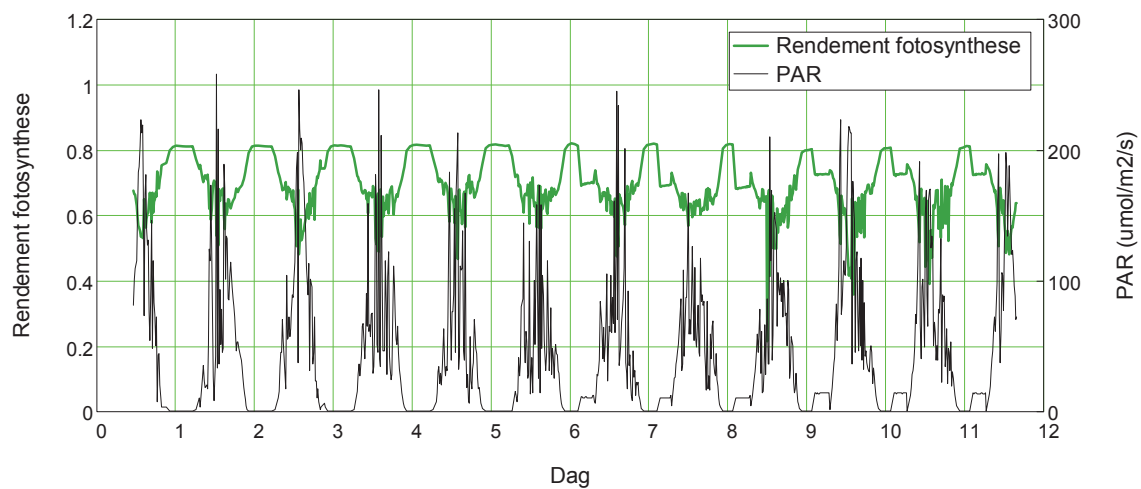
Tabel 3.16. Versgewicht scheuten Vriesea 'Miranda'

	Referentie	dif. scherm 7.5 mol	dif. scherm 10 mol	dif.glas 7.5 mol	dif.glas 10 mol	daglichtkas	praktijkbedrijf 2	lsd 95%
14-mei	0	0	0	0	0	0		
18-jun	7.81	10.81	17.55	9.87	12.10	9.13		n.s.
23-jul	18.23	34.73	45.4	18.1	31.73	23.26		n.s.
27-aug	38.7	52.5	62.3	45.1	65.2	50.6		n.s.
21-sep	29.69	64.22	81.50	41.23	66.07	50.07		n.s.

Opvallend was eveneens dat het aantal scheuten bij Vriesea uiteindelijk niet betrouwbaar verschilde per plant, maar de hoeveelheid stek-versgewicht per behandeling wel met het laagste betrouwbare gewicht bij de onbehandeld, dus de andere behandelingen hebben helaas meer versgewicht in de zijscheuten 'gestoken'. Wellicht heeft dat een negatief effect gehad op de bloei, want het hoogste aantal zijscheuten aan de bloem (kammen genaamd) zijn gevormd bij de referentie.

## 3.2.4 Plantmonitoring

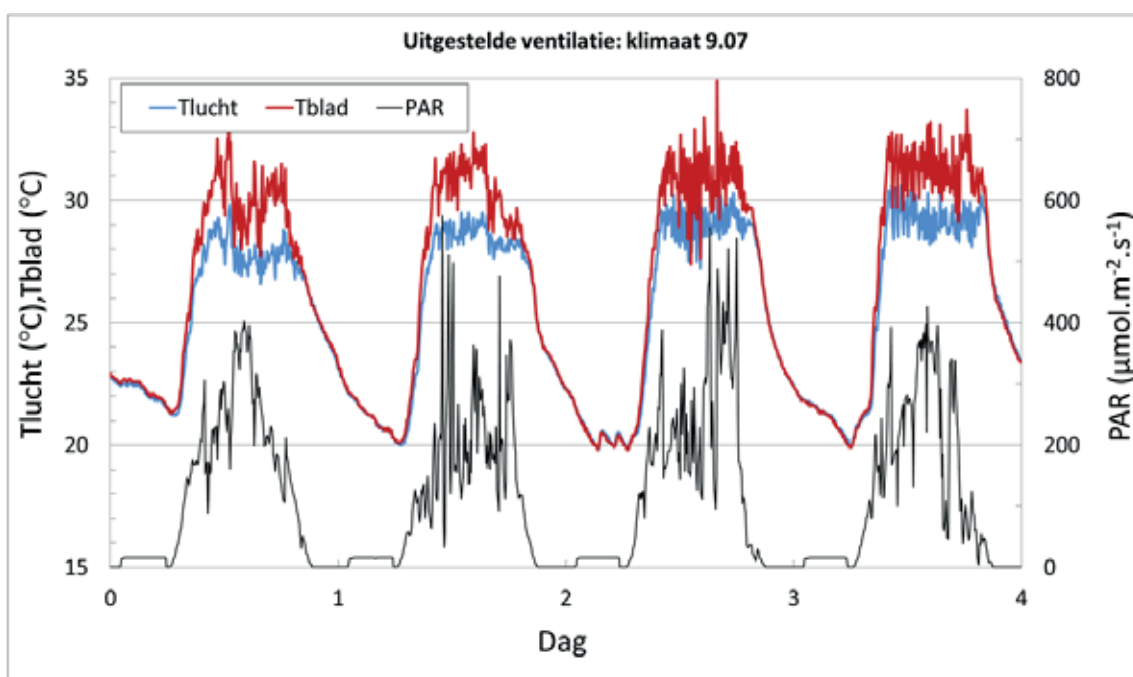
Plantmonitoring is gedurende nagenoeg de hele teelt uitgevoerd met 2x2 Plantivity meters. Eén set van twee meters heeft in de 10 mol.m<sup>2</sup>.dag<sup>-1</sup> behandeling gestaan om te zien of daar mogelijk lichtschade zou kunnen optreden. De andere set van twee meters heeft in verschillende afdelingen gestaan. Op 18 juni (meetlicht, meetfrequentie) en 12 juli (bepaling potentiële fotosynthese) zijn verbeterde meetprotocollen in de Plantivity geïmplementeerd vanaf die tijd gebruikt.



Figuur 3.10. Tijdsverloop van rendement fotosynthese en PAR in de periode van 1 t/m 12 augustus in compartiment 9.07 (10 mol diffuus glas). Gemeten aan volgroeid blad van Anthurium 'Pink Champion' met Plantivity gebruikmakend van verbeterd meetprotocol.

Figuur 3.10. laat zien dat een meetreeks zien van de Plantivity met het nieuwe meetprotocol. Het rendement van de fotosynthese gedurende de nacht komt netjes terug tot ca. 0.82. Overdag daalt het rendement als de lichtintensiteit toeneemt. Uit het hoge rendement van de fotosynthese 's nachts mag afgeleid worden dat er geen sprake is van permanente lichtschade aan het blad. De tijdelijke verstoring van de nacht van dag 6 t/m dag 11 (zie PAR lijn) werd veroorzaakt door een ander belichtingsprotocol van een andere proef in de aangrenzende afdeling. Door de PAR meting met de Plantivity werd deze storing 's nachts opgemerkt en met zijschermen opgelost.

Standaard werd gelucht bij een luchttemperatuur van 28 °C. Op verzoek van de grote BCO is gedurende enkele dagen een proef uitgevoerd om te zien of later luchten, waardoor een hogere bladtemperatuur ontstaat, tot problemen zou leiden. De luchttemperatuur, de gewastemperatuur en de lichtintensiteit op gewashoogte zijn tijdens de proef gemeten en staan weergegeven in Figuur 3.11. De lucht- en de gewastemperatuur nemen iets toe tijdens de opeenvolgende dagen. Op dagen 1-3 stijgt de gewastemperatuur gedurende langere tijd tot boven de 30 °C.

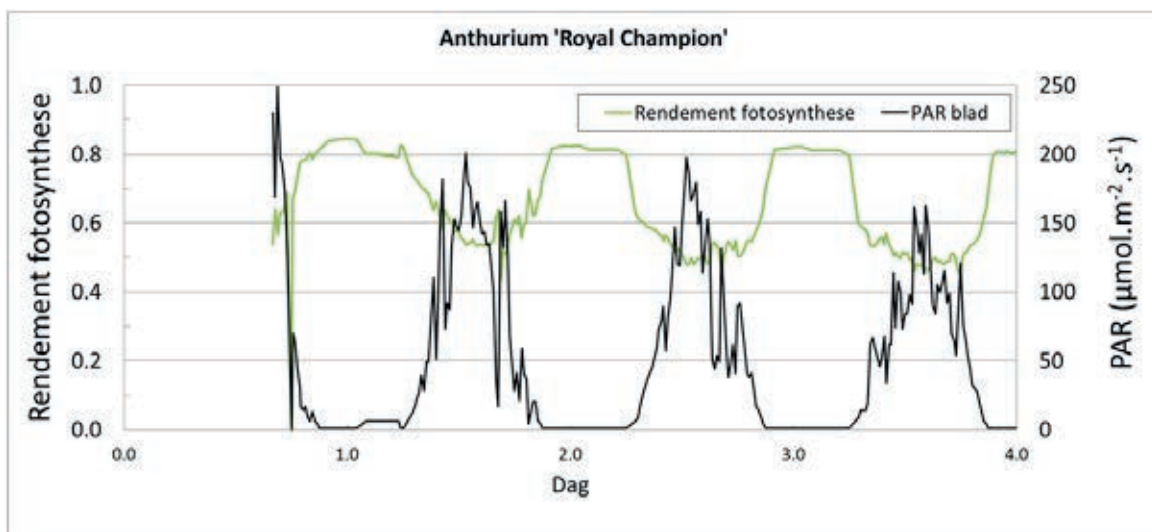


Figuur 3.11. Klimaat in kasafdeling 9.07 (10 mol diffuus glas) tijdens de proef met uitgestelde ventilatie.



In kasafdeling 9.07 (10 mol diffuus glas) is gemonitord met 3 Plantivity's: 1x Anthurium 'Royal Champion', 1x Anthurium 'Pink Champion' en 1x Bromelia guzmania 'Rana'. Figuur 3.12. laat de registratie van Anthurium 'Royal Champion' zien. Het rendement van de fotosynthese wordt steeds lager in de opeenvolgende dagen. Op dag 3, de dag met de laagste lichtintensiteiten, is ook het rendement van de fotosynthese laag. Normalerweise is het rendement van de fotosynthese juist hoger bij lagere lichtintensiteit. Ook 's nachts neemt het rendement van de fotosynthese af. Dat wijst op fotoinhibitie, een beschadiging van het fotosyntheseapparaat. De combinatie van hoge bladtemperatuur en hoge luchttemperatuur lijkt dus het fotosyntheseapparaat te beschadigen.

Bij Anthurium 'Pink Champion' trad dit effect pas op dag 5 op. Hier moet echter wel vermeld worden dat de lokale lichtsommen bij het blad van de 'Royal Champion' 15% hoger lagen dan bij het blad van de 'Pink Champion'. Ook uit de meting bij Bromelia guzmania 'Rana' kwamen in de eerste twee dagen geen symptomen van schade naar voren, terwijl de lokale lichtintensiteiten daar 34% hoger lagen dan bij de 'Royal Champion'.

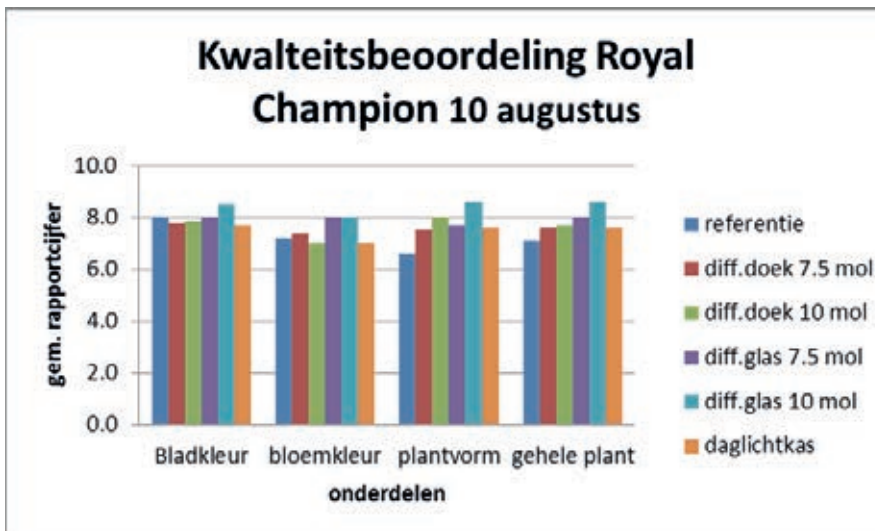


Figuur 3.12. Rendement fotosynthese van een volgroeid blad van 'Anthurium Royal Champion' en lichtintensiteit ter plekke van het blad gemeten met een Plantivity gedurende de proef met uitgesteld luchten.

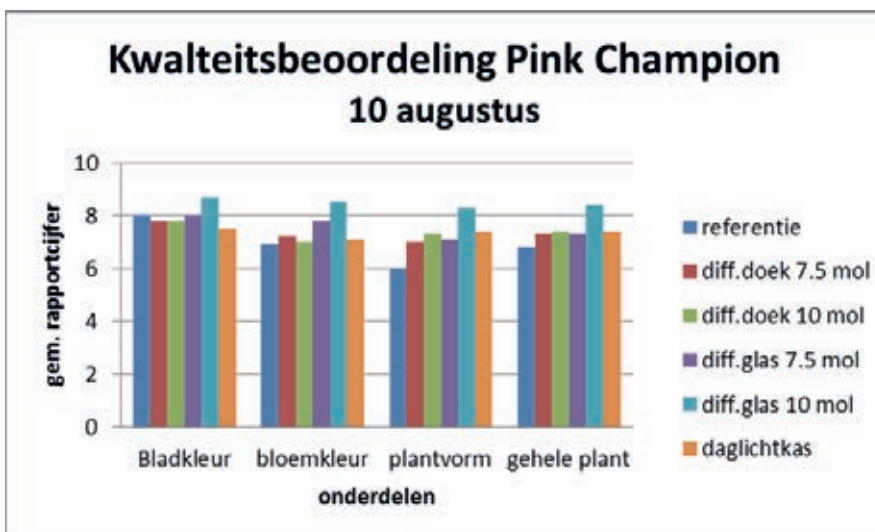
De waarnemingen zijn gedaan met slechts 1 meter per gewas, en dat maakt het lastig om harde conclusies te trekken over wel gewas gevoeliger is voor hoge bladtemperatuur.

### 3.2.5 Kwaliteit

Op 10 augustus 2012 is een beoordeling uitgevoerd op zowel de anthurium als de bromelia (nog geen bloei) door 4 telers en de onderzoeker. De resultaten daarvan staan in de volgende figuren - wellicht overwegen om de figuren weg te halen en alleen tekst te houden?

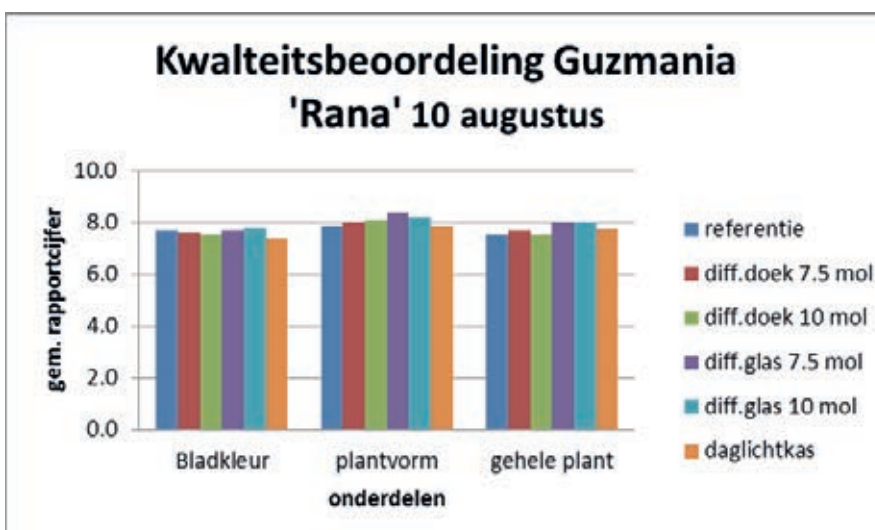


Figuur 3.13: Kwaliteitsbeoordeling Royal Champion?

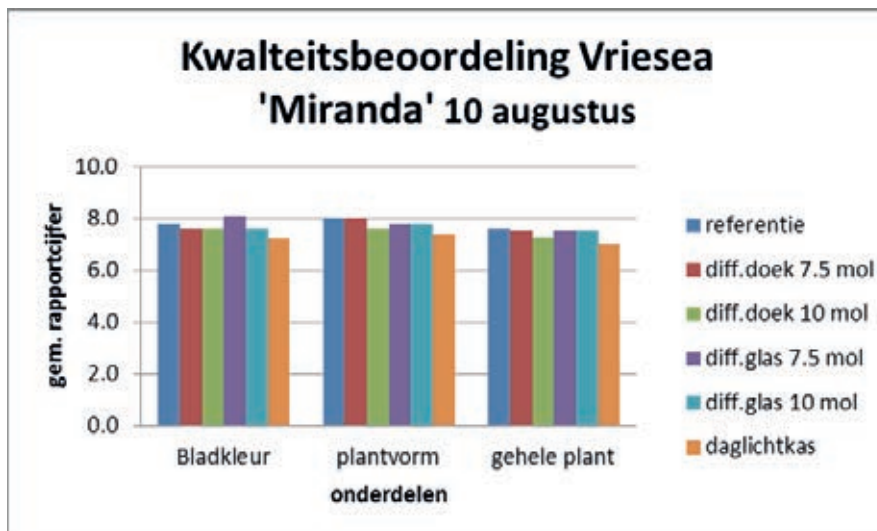


Figuur 3.14: beoordeling Pink Champion

In het oog springend is de goede beoordeling van diffuus glas 10 mol op alle onderdelen bij zowel Royal Champion als Pink Champion.



Figuur 3.15. beoordeling Guzmania



Figuur 3,16: beoordeling Vriesea

Bij beide Bromelia's zijn er geen opmerkelijke verschillen te melden

Normaal gesproken wordt bij Bromelia rond de bloei alleen schoon (d.w.z. zonder nutriënten) water gegeven (ongeveer twee weken voor bloeibehandeling tot twee weken na bloeibehandeling). Op één randtafel per afdeling zijn Bromelia's bloei behandeld die geen schoon water periode hebben gehad. Resultaten waren bij Guzmania 'Rana' een hoog aantal 'nietters', d.w.z. planten die vrijwel geen generatieve activiteit lieten zien tot bloemen die slecht rood verkleurden; terwijl de planten die wel schoon water hadden gehad, vrijwel geen 'nietters' hebben laten zien

Er zijn geen houdbaarheidsverschillen aangetoond tussen de verschillende behandelingen. Drie planten per behandeling zijn gedurende vier weken gevolgd op eventuele nadelige effecten van de behandelingen, maar er zijn geen verschillen gezien in de eerste teelt. Hierbij stonden planten in een uitbloei ruimte bij: temperatuur 20 graden, RV 60% en lichtintensiteit  $14 \mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$  (12 uur licht).

### 3.2.6 Discussie eerste teelt

Alle behandelingen bij Anthurium waren snel klaar, 16 weken voor een teelt, waar in de praktijk 22 weken voor staat (starten met een grote plug van 6 cm). Zowel bij Guzmania als Vriesea zijn grote, zware planten ontstaan. Achteraf had er twee tot vier weken eerder bloei behandeld moeten worden (ethyleen doseren). Door het meer toelaten van diffuus licht ontstaat een teeltversnelling door de zwaardere groei, daarom moet geprobeerd worden deze groei om te zetten in teeltversnelling. Volgens de telers van de begeleidingscommissie is het mogelijk 2-4 eerder bloei te behandelen om de planten voldoende groot te hebben op het einde van de teelt.

In geen van de behandelingen is bladverbranding of bladvergeling door teveel licht opgetreden, dus de bladkwaliteit was goed. Omdat er geen bladproblemen zijn ontstaan, ontstaat de vraag of er nog ruimte is voor meer licht zonder in de problemen te komen. In relatie met de plantmonitoring kan worden gekeken naar de mogelijkheid om nog meer licht toe te laten of meer te gaan sturen op PAR-niveaus in de kas gerelateerd aan temperatuur en luchtvochtigheid (VPD).

Alleen het licht verhogen zal uiteindelijk leiden tot minder efficiënte groei of zelfs lichtschade (Noort, et.al. 2011). Verhoging van de lichtsommen moet worden gedaan in samenhang met een goede sturing op vocht en het sturen op een vochtdeficiet van  $5 \text{ g/m}^3$ , dat in dit onderzoek is gehanteerd, heeft goed voldaan. Een ander punt is de voeding; de EC in het substraat zal regelmatig gemeten moeten worden, omdat de snellere groei ook meer voeding vraagt. In dit onderzoek is de voeding eens in de vijf weken gemonsterd. Als laatste de watergift, het verhogen van de lichtsommen heeft ook invloed op de watergift, vooral in de daglichtkas is midden in de zomer getwijfeld tussen 1x per twee dagen en dagelijks water geven; terwijl in de praktijk minder frequent water wordt gegeven.

De kwaliteit van Vriesea was niet goed genoeg, door te weinig vertakking aan de vriesea bloemen. Het is niet geheel duidelijk, waardoor zo weinig vertakking is ontstaan bij de bloemen van de Vriesea. Een teler uit de BCO wijt het aan een te hoge temperatuur tijdens het toedienen van de ethyleen. Vanuit het onderzoek wordt ook gedacht aan invloed van vroege zijscheutgroei, waardoor tijdens het groeien van de bloem ook veel potentiële groei gestopt is in de zijscheutgroei. Vanuit de literatuur is wel bekend dat hoog licht en relatief lagere temperatuur de zijscheutvorming stimuleert.

De kwaliteit van de geteelde planten was goed, zonder negatieve invloeden van de hoge lichtsommen. Door een groepje telers is de behandeling diffuus glas 10 mol als beste beoordeeld op het einde van de teelt.

Het vergde veel instelwerk met de schermen om goed op vaste lichtsommen te sturen met verschillen in glas- en doeksoorten. Daarom is het toch wel een discussiepunt of het resultaat nu ligt aan een hogere lichtsom of het diffusere licht. Het meest voor de hand liggend is om te zeggen dat beide invloed hebben, omdat de kans op schade hoger zou zijn met meer licht toelaten tot een dagsom van  $10 \text{ mol.m}^2.\text{dag}^{-1}$ . Er is geen schade ontstaan, dus  $7.5 \text{ mol}$  met normaal glas en doek zou geen probleem moeten zijn, dus die winst kan elke telers halen, mits een goed vernevelingssysteem aanwezig is.

De daglichtkas is een verhaal apart. Gezien de metingen heeft die kas goed voldaan, maar niet beter dan met diffuse doeken of diffuus glas. Het is de indruk van de onderzoeker dat er nog groeiwinst te halen is met optimalisatie klimaat en watering. Gezien de hoogte van het droge stof gehalte is de etmaaltemperatuur te laag geweest in relatie met de hoge lichtsommen. De nachttemperatuur en/of de luchttemperatuur had hoger afgesteld moeten worden. Er had nog vaker water gegeven moeten worden, zodat de planten altijd voldoende water tot hun beschikking hebben, zonder te nat te worden, er zijn nu momenten geweest dat de planten aan de droge kant zijn geweest.

Voor de praktijk betekent dit dat zonder aanpassing van diffuus maken van licht al een hogere lichtsom mogelijk is, mits de RV aangepast kan worden en bekend is dat alle cultivars dit aankunnen. Door het diffuus maken van licht is het met deze cultivars gebleken dat het nastreven van  $10 \text{ PAR mol.m}^2.\text{dag}^{-1}$  geen problemen oplevert.

## 3.2.7 Conclusies eerste teelt

### Energie

Er is vrijwel geen energie gebruikt en de setpoints in alle afdelingen waren zoveel mogelijk gelijk en daardoor zijn er geen energiever verschillen opgetreden.

### Kwaliteit

In geen van de behandelingen is bladverbranding of bladvergelting door teveel licht opgetreden, dus de bladkwaliteit was goed. Voor de praktijk betekent dit dat zonder aanpassing van diffuus maken van licht al een hogere lichtsom mogelijk is, mits de RV aangepast kan worden en bekend is dat alle cultivars dit aankunnen. Door het diffuus maken van licht is het met deze cultivars gebleken dat het nastreven van  $10 \text{ PAR mol.m}^2.\text{dag}^{-1}$  geen problemen oplevert. Advies is wel om aanpassingen in kleinere stappen te doen en eventueel proberen het ergens uit te testen.

### Anthurium

Alle behandelingen waren snel klaar, 16 weken voor een teelt, waar in de praktijk 22 weken voor staat (starten met een grote plug). De planten waren niet alleen sneller, maar ook 25% zwaarder. Door een groepje telers is de behandeling diffuus glas 10 mol als beste beoordeeld op het einde van de teelt.

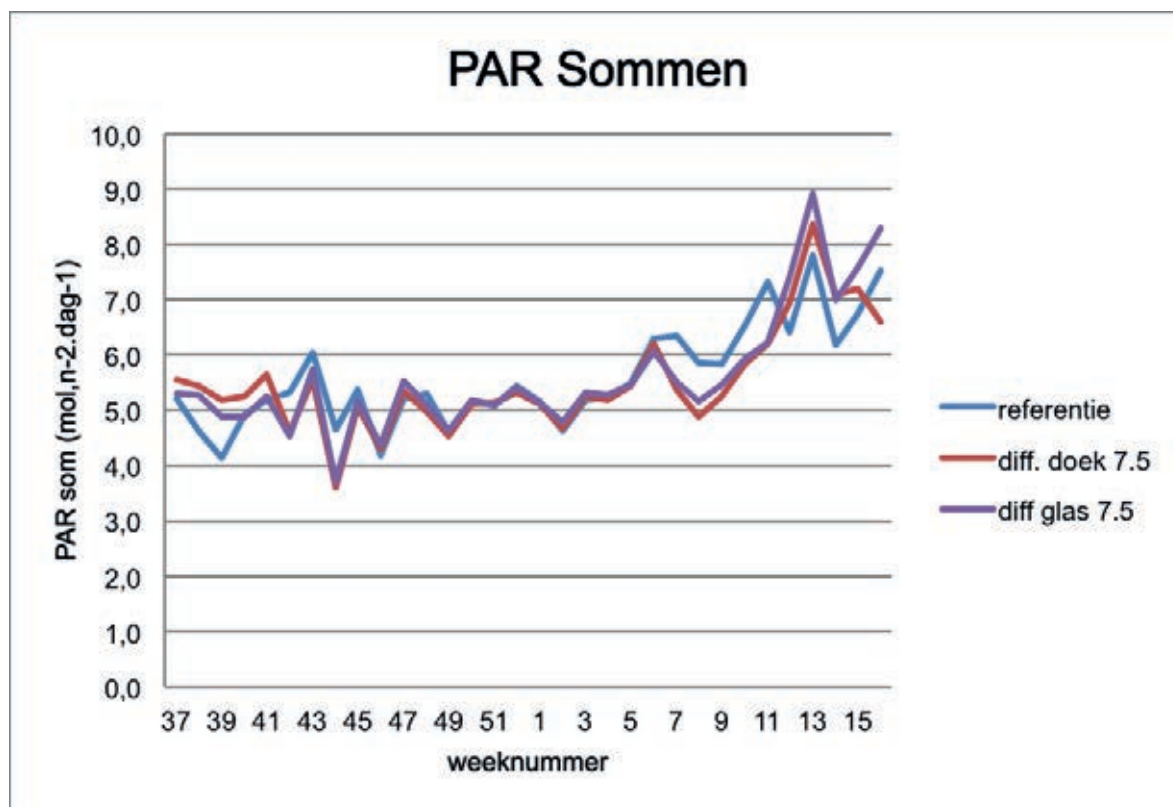
### Bromelia

Zowel bij Guzmania als Vriesea zijn grote, zware planten ontstaan. Achteraf had er twee tot vier weken eerder bloei behandeld moeten worden. De kwaliteit van Vriesea was niet goed genoeg, enerzijds door teveel zijscheutgroei en anderzijds door te weinig bloemvertakking aan de Vriesea bloemen.

### 3.3 Resultaten tweede teelt

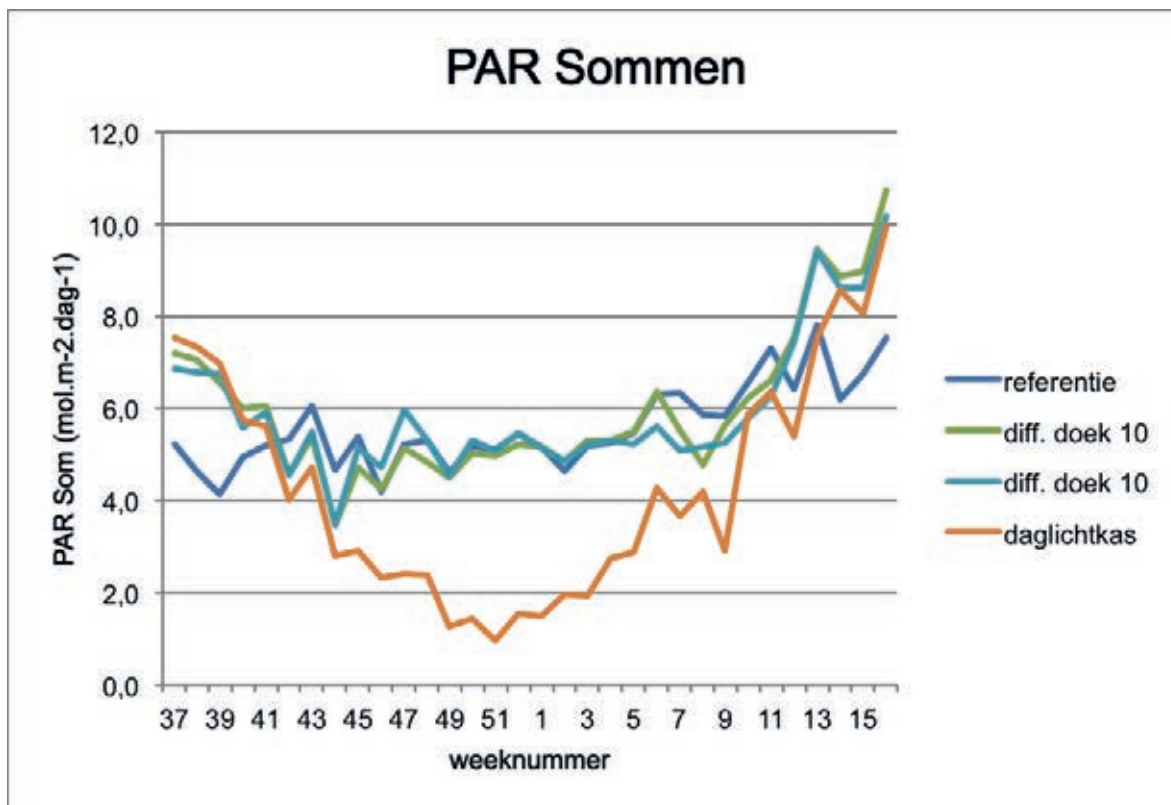
#### 3.3.1 Licht

De streefwaarde voor de lichtsom per de dag was 7.5 en 10 mol.m<sup>2</sup>.dag<sup>-1</sup> (PAR) afhankelijk van de behandeling (zie 2.1.1). Dit is gedaan door het gebruiken van drie schermen per afdeling een energiescherm met lichtzonwering (LS 10), een zonweringsscherm en het zwarte scherm. Deze laatste werd gedeeltelijk dicht gedaan, wanneer de dagsom gehaald was. In de winterperiode is een lichtsom van 7.5 en 10 mol in Nederland niet haalbaar dus in onderstaande figuren staat het behaalde lichtniveau inclusief assimilatiebelichting. De sturing daarvan staat uitgewerkt in 3.1.2.2.



Figuur 3.17: lichtsommen van de 7.5 mol.m<sup>2</sup>.dag<sup>-1</sup> behandelingen

In Figuur 3.17. is te zien dat in de winter is gestuurd op 5 mol.m<sup>2</sup>.dag<sup>-1</sup> en dat dat in het algemeen is bereikt. Van week 7 tot week 11 is het lichtniveau in de referentie iets hoger geweest dan in de andere twee behandelingen. Dat verschil ontstaat door in de referentie per dag gestuurd wordt op licht en in de andere twee afdelingen op weekbasis, waarbij dus teveel licht gecorrigeerd wordt. Op dagbasis heeft er geen correctie plaats gevonden, wanneer er op de dag te veel licht is gegeven. Na week 11 gaan de lichtniveau' s richting de streefwaarde van 7.5 mol.m<sup>2</sup>.dag<sup>-1</sup>.

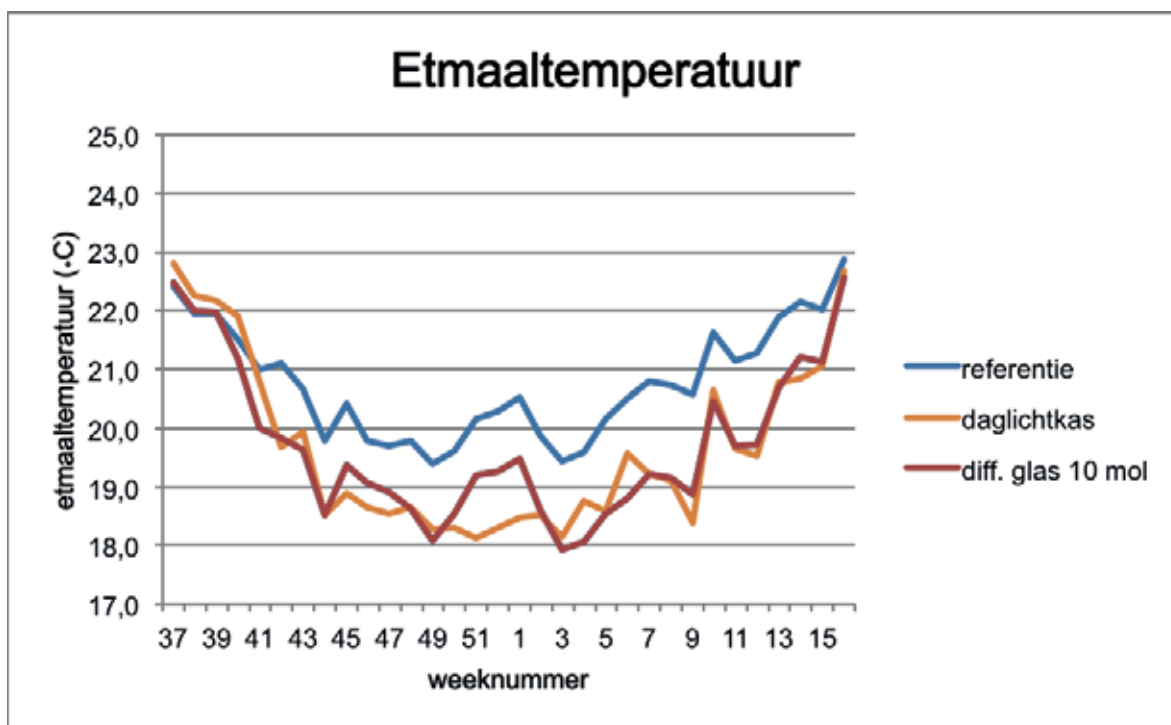


Figuur 3.18: lichtsommen van diffuus doek en glas 10 mol.m<sup>2</sup>.dag<sup>1</sup> (PAR) en de daglichtkas t.o.v. de referentie

In Figuur 3.18. is te zien dat ook deze behandelingen met ongeveer 5 mol.m<sup>2</sup>.dag<sup>1</sup> in de winter geteeld zijn. Hier is ook te zien dat er minder geschermd is dan in de behandelingen met 7.5 mol.m<sup>2</sup>.dag<sup>1</sup>, waardoor de lichtniveaus al vanaf week 7 omhoog gaan in de behandelingen met 10 mol.m<sup>2</sup>.dag<sup>1</sup>. In deze grafiek is ook te zien dat het lichtniveau in de daglichtkas erg laag wordt in de winter, omdat in deze kas geen assimilatielampen hangen.

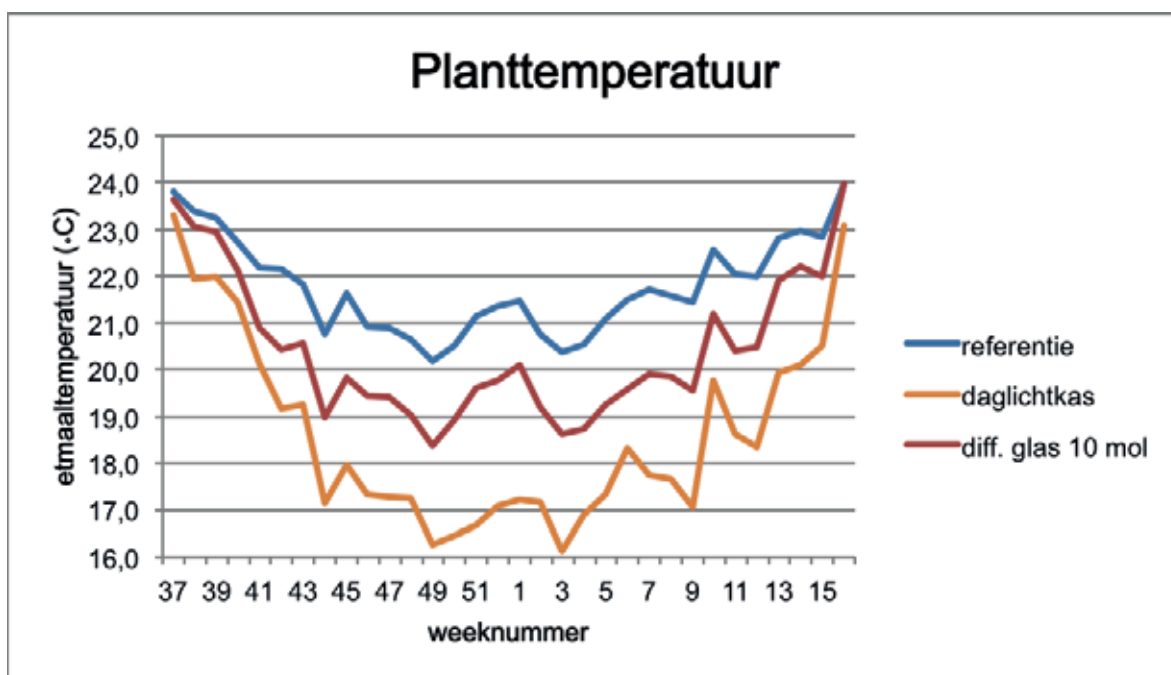


### 3.3.2 Klimaat



Figuur 3.19: gemiddelde etmaaltemperatuur bij drie behandelingen

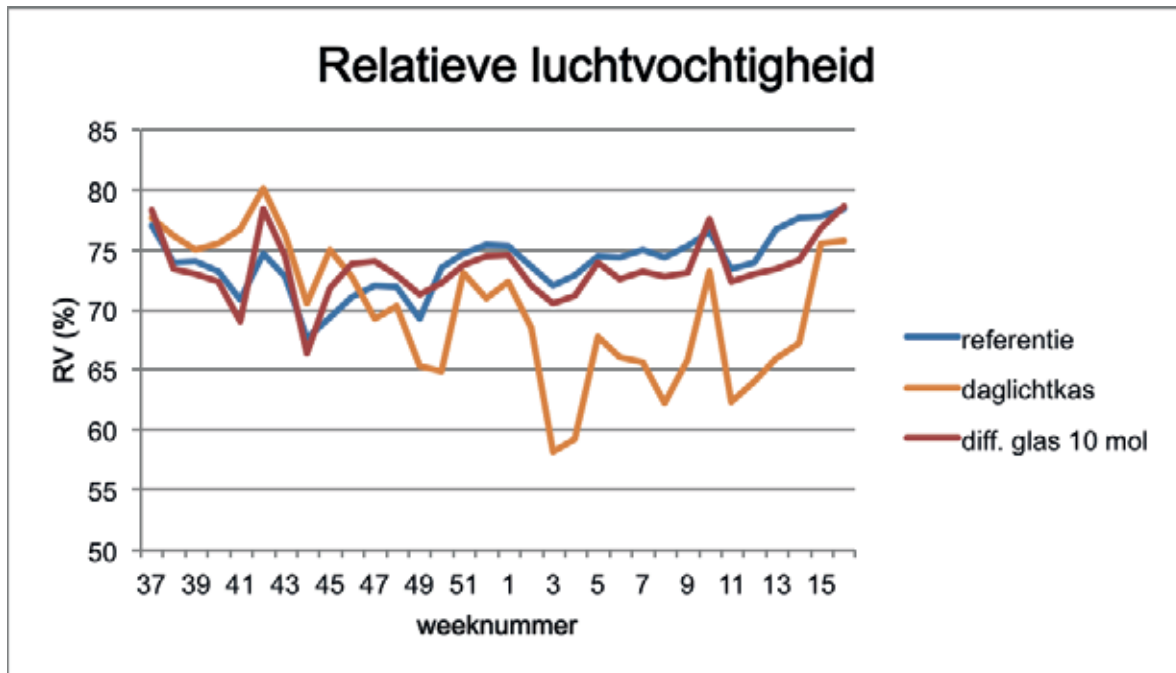
Uit Figuur 3.19. is af te lezen dat de referentiebehandeling hoger is ingesteld dan de overige behandelingen en dat dat toch behoorlijke etmaalverschillen heeft gegeven. De temperaturen van de behandelingen met diffuus glas en diffuus doek zijn gelijk, vandaar dat alleen behandeling diff. Glas 10 mol getoond is in de grafiek. De daglichtkas is iets afwijkend van de andere afdelingen vandaar dat die lijn ook getoond is, maar ook daar werd 18 °C gestookt.



Figuur3.20: gemiddelde planttemperatuur bij drie behandelingen

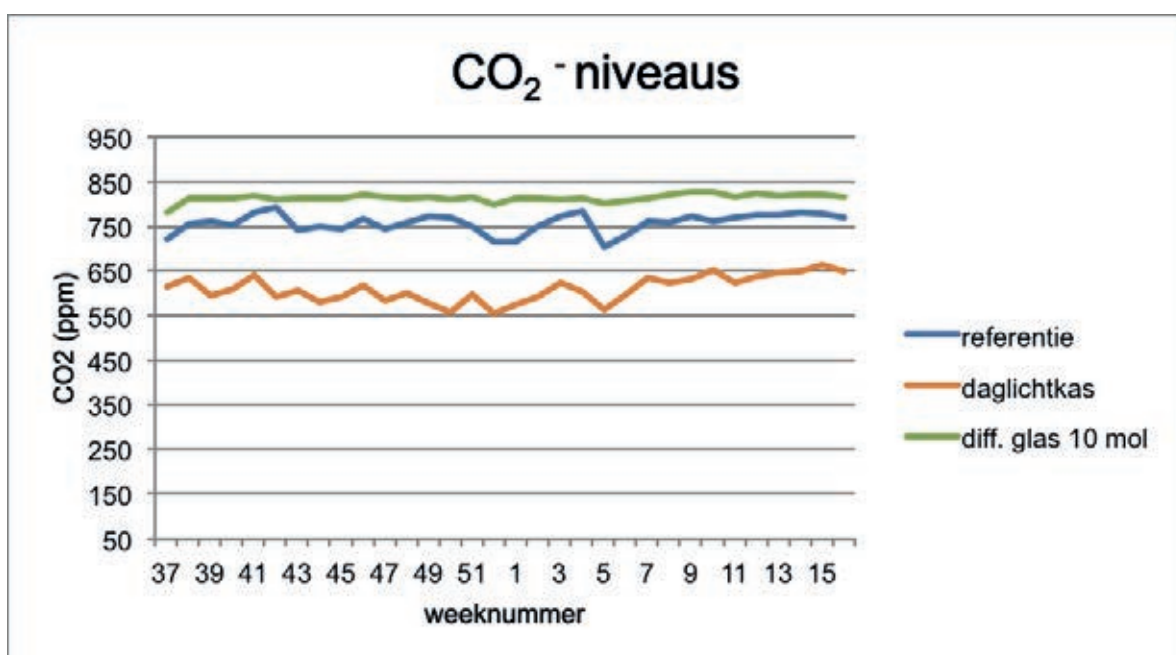


In de Figuur 3.20. is te zien dat logischerwijs ook de planttemperatuur in de referentie hoger is dan de planttemperatuur in de afdeling diffuus glas 10 mol. De planttemperaturen van de drie andere afdeling met diffuus doek of glas week weinig af (daarom niet getoond). De planttemperatuur in de daglichtkas lag behoorlijk lager dan in de andere afdelingen, terwijl de kasluchttemperaturen dicht bij elkaar lagen, dit heeft te maken met het feit dat er geen assimilatiebelichting aanwezig was in de daglichtkas.



Figuur 3.21: gemiddelde RV bij drie behandelingen

In de Figuur 3.21. is te zien de luchtvochtigheid bij de referentie en de behandeling diff. Glas 10 mol (en daarmee ook bij de drie andere diffuse behandelingen) op een goed niveau gehouden kon worden. Ook toen het weer warmer begon te worden daalde de gemiddelde luchtvochtigheid niet onder de 70%. In de daglichtkas is de RV in winter en voorjaar lager geweest, de temperaturen in deze kas zonder assimilatielicht waren dermate laag dat het niet verstandig leek om een hogere RV na te streven (dus actiever te vernevelen).



Figuur 3.22: gemiddelde CO<sub>2</sub> bij drie behandelingen

Het gerealiseerde CO<sub>2</sub> verschilde behandeling. Het gemiddelde niveau lag in de referentie lager dan bij de overige behandelingen, vergelijkbaar met dif. Glas 10 mol en in de daglichtkas was het niveau duidelijk lager dan bij alle andere afdelingen. In de referentie werd eerder gelucht en wanneer het door belichting te warm onder het doek werd, werd er een kier getrokken, dat zijn waarschijnlijk de redenen dat het CO<sub>2</sub>-niveau in de andere afdeling gemiddeld iets hoger lag. De los staande daglichtkas was altijd lager in CO<sub>2</sub>, hoewel er wel gestreefd werd naar 800 ppm, net als in de andere afdelingen.

### 3.3.3 Plantmetingen

#### 3.3.3.1 Anthurium 'Royal Champion'

Tabel 3.17: lengte Royal Champion (cm)

	Lengte						
	referentie	dif.scherm 7.5 mol	dif.scherm 10 mol	dif.glas 7.5 mol	dif.glas 10 mol	daglichtkas	lsd 95%
30 okt	12.3 a	11.6 ab	11.4 ab	12.0 ab	11.7 ab	10.5 b	1.55
4 dec	15.7 a	15.4 ab	14.9 ab	15.7 a	14.5 ab	13.8 b	2.12
7 jan	19.7 a	18.0 ab	17.5 b	19.1 ab	18.4 ab	15.5 c	1.84
12 feb	22.8 a	21.2 ab	21.1 ab	21.2 ab	20.7 b	18.1 c	1.85
18 mrt	25.6 a	21.3 c	21.4 c	23.9 b	22.6 bc	19.4 d	1.71
15 apr	32.0 a	27.5 b	27.0 b	27.9 b	26.5 b	19.2 c	2.59

De lengte van de referentie was op alle meetdata betrouwbaar gelijk of langer dan de overige behandelingen. De diffuse behandelingen zijn in het begin van het onderzoek gelijk van lengte als de referentie, maar vanaf februari (dif. Glas 10 mol) en maart (overige drie diffuse behandelingen) zijn de diffuse behandelingen betrouwbaar korter. De daglichtkas is altijd betrouwbaar korter geweest dan de overige behandelingen.

Tabel 3.18: Bladoppervlakte Royal Champion (cm<sup>2</sup>)

	Bladoppervlakte						
	referentie	dif.scherm 7.5 mol	dif.scherm 10 mol	dif.glas 7.5 mol	dif.glas 10 mol	daglichtkas	lsd 95%
30 okt	143	137	131	151	152	135	n.s.
4 dec	272 a	275 a	277 a	281 a	261 a	221 b	37.6
7 jan	405 a	375 ab	348 b	361 ab	356 ab	286 c	51.1
12 feb	624 a	546 b	539 b	525 b	501 b	343 c	46.4
18 mrt	829 a	727 b	791 ab	745 ab	775 ab	501 c	99.6
15 apr	1134 a	1010 ab	962 b	1006ab	1027ab	629 c	138.4

De bladoppervlakte van de referentie is, op de meting in oktober na, altijd gelijk of groter geweest dan de diffuse behandelingen. Uiteindelijk zijn drie van de vier diffuse behandelingen niet betrouwbaar slechter geweest dan de referentie en één behandeling wel, namelijk de behandeling met diffuus scherm 10 mol. De daglichtkas heeft altijd betrouwbaar minder bladoppervlak gehad.

Tabel 3.19: versgewicht Royal Champion (g)

	Versgewicht						
	referentie	dif.scher 7.5 mol	dif.scher 10 mol	dif.glas 7.5 mol	dif.glas 10 mol	daglichtkas	lsd 95%
30 okt	6.8	6.6	6.4	7.1	7.2	6.6	n.s.
4 dec	13.5 a	13.4 a	14.0 a	13.9 a	12.7 ab	11.1 b	1.94
7 jan	23.3 a	21.5 ab	19.8 b	20.4 ab	20.8 ab	15.4 c	3.28
12 feb	34.0 a	31.4 ab	30.5 ab	30.5 ab	29.1 b	19.0 c	4.39
18 mrt	46.9 a	42.7 a	45.8 a	43.5 a	45.5 a	28.2 b	5.98
15 apr	63.7 a	58.5 a	57.3 a	60.1 a	62.2 a	38.6 b	8.41

De referentie behandeling heeft, op de startmeting na, altijd het hoogste versgewicht gehad. De diffuse behandelingen schommelden iets meer, maar uiteindelijk zijn er geen betrouwbare verschillen gemeten (vanaf maart) met de referentie. De daglichtkas heeft altijd betrouwbaar het laagste versgewicht gehad.

Tabel 3.20: drooggewicht Royal Champion (g)

	drooggewicht						
	referentie	dif.scher 7.5 mol	dif.scher 10 mol	dif.glas 7.5 mol	dif.glas 10 mol	daglichtkas	lsd 95%
30 okt	1.1	1.1	1.0	1.1	1.2	1.1	n.s.
4 dec	2.2 a	2.2 a	2.4 a	2.4 a	2.1 a	1.6 b	0.32
7 jan	3.7 a	3.7 a	3.4 a	3.4 a	3.7 a	2.2 b	0.45
12 feb	6.4 a	5.8 ab	5.4 b	5.5 b	5.1 b	3.1 c	0.73
18 mrt	9.1 a	8.1 b	8.1 b	7.7 b	8.0 b	5.0 c	0.94
15 apr	11.3 a	10.7 a	10.6 a	10.9 a	11.2 a	7.4 b	1.26

De referentie behandeling heeft, op de startmeting na, altijd het hoogste versgewicht gehad. De diffuse behandelingen schommelden iets meer, maar uiteindelijk zijn er geen betrouwbare verschillen gemeten met de referentie, maar dit was pas bij de eindmeting. De daglichtkas heeft altijd betrouwbaar het laagste versgewicht gehad.

### 3.3.3.2 Anthurium 'Pink Champion'

Tabel 3.21: lengte Pink Champion (cm)

	Lengte						
	referentie	dif.scher 7.5 mol	dif.scher 10 mol	dif.glas 7.5 mol	dif.glas 10 mol	daglichtkas	lsd 95%
30 okt	13.4 ab	13.9 ab	11.9 b	12.7 b	14.3 a	11.5 b	1.55
4 dec	18.6 a	18.3 ab	15.8 b	16.3 b	15.9 b	13.75 c	2.12
7 jan	21.2 a	20.1ab	19.7 ab	20.0 ab	18.6 b	17.6 b	1.84
12 feb	24.2 a	22.2 b	21.2 b	23.1 ab	22.4 b	17.6 c	1.85
18 mrt	27.2 a	22.8 c	23.1 c	25.8 ab	25.0 b	18.7 d	1.71
15 apr	31.2 a	26.9 b	26.8 b	28.5 b	28.4 b	19.4 c	2.59

Vanaf december zijn de planten van de referentie altijd betrouwbaar gelijk of langer geweest dan de overige behandelingen. De daglichtkas is altijd betrouwbaar het kortst geweest. De diffuse behandelingen waren gelijk of korter, met op sommige meetdata ook nog onderling betrouwbare verschillen (maart), waarbij de behandelingen onder diffuus glas iets langer waren. Uiteindelijk waren er geen onderlinge betrouwbare verschillen meer tussen de diffuse behandelingen.

Tabel 3.22: Bladoppervlakte Pink Champion (cm<sup>2</sup>)

	Bladoppervlakte						
	referentie	dif.scher 7.5 mol	dif.scher 10 mol	dif.glas 7.5 mol	dif.glas 10 mol	daglichtkas	lsd 95%
30 okt	119	114	119	125	130	113	n.s.
4 dec	262 a	276 a	237 a	245 a	264 a	187 b	37.6
7 jan	381 a	349 a	348 a	386 a	345 a	245 b	51.1
12 feb	589 a	519 b	544 b	550 b	556 b	355 c	46.4
18 mrt	944 a	796 b	804 b	864 ab	876 ab	493 c	99.6
15 apr	1296 a	1114 b	1141 b	1153 b	1099 b	667 c	138.4

Vanaf december had de daglichtkas altijd een betrouwbaar lagere bladoppervlakte. De referentie was altijd hoog, waarbij vanaf februari betrouwbare verschillen ontstonden met de diffuse behandelingen. In de meting van maart waren de diffuus glas behandelingen niet betrouwbaar verschillend met de referentie, maar bij de eindmeting hadden alle diffuse behandelingen betrouwbaar minder bladoppervlak.

Tabel 3.23: versgewicht pink Champion (g)

	Vergewicht						
	referentie	dif.scherm 7.5 mol	dif.scherm 10 mol	dif.glas 7.5 mol	dif.glas 10 mol	daglichtkas	lsd 95%
30 okt	6.4	6.4	6.4	6.9	7.2	6.1	n.s.
4 dec	14.3 a	14.3 a	13.4 a	14.1 a	14.3 a	10.7 b	1.94
7 jan	26.5 a	23.6 ab	22.9 b	22.6 b	23.7 ab	15.5 c	3.28
12 feb	38.6 a	35.1 a	36.4 a	36.8 a	36.4 a	22.8 c	4.39
18 mrt	64.7 a	56.1 b	54.7 b	57.8 b	60.2 ab	33.4 c	5.98
15 apr	86.5 a	78.5 a	82.8 a	83.4 a	78.7 a	44.8 b	8.41

Vanaf december heeft de daglichtkas het minste versgewicht geleverd van alle behandelingen. De referentie had altijd het hoogste versgewicht en het varieerde in de tijd op de diffuse behandeling gelijk of betrouwbaar minder versgewicht hadden. Uiteindelijk waren er geen betrouwbare verschillen in versgewicht meer tussen de referentie en de diffuse behandelingen.

Tabel 3.24: drooggewicht pink Champion (g)

	drooggewicht						
	referentie	dif.scherm 7.5 mol	dif.scherm 10 mol	dif.glas 7.5 mol	dif.glas 10 mol	daglichtkas	lsd 95%
30 okt	0.9	0.9	0.9	1.0	1.1	0.9	n.s.
4 dec	2.1 a	2.2 a	2.0 a	2.0 a	2.1 a	1.4 b	0.32
7 jan	3.9 a	3.6 a	3.4 a	3.8 a	3.6 a	2.0 b	0.45
12 feb	6.1 a	5.6 a	5.8 a	5.8 a	5.5 a	3.5 b	0.73
18 mrt	10.7 a	9.4 b	8.9 b	9.2 b	9.4 b	5.3 c	0.94
15 apr	13.9 a	12.9 ab	13.1 ab	13.4 ab	12.4 b	8.1 c	1.26

De daglichtkas heeft ook het minste drooggewicht opgeleverd en dat begon al vanaf december. Tot februari waren er geen betrouwbare verschillen tussen de referentie en de diffuse behandelingen. In maart waren hadden alle diffuse behandelingen minder drooggewicht, maar uiteindelijk had alleen de behandeling diffuus glas 10 mol een betrouwbaar lager drooggewicht dan de referentie en waren de verschillen met de overige diffuse behandelingen niet betrouwbaar.

Het aantal bloemen is niet betrouwbaar verschillend (data niet getoond).

### 3.3.3.3 Metingen Guzmania 'Rana'

Tabel 3.25: Lengte Guzmania 'Rana' (cm)

	Lengte						
	Referentie	dif.scherm 7.5 mol	dif.scherm 10 mol	dif.glas 7.5 mol	dif.glas 10 mol	Daglicht kas	Isd 95%
30 okt	17.0	18.1	18.4	16.4	17.0	16.4	n.s.
4 dec	22.4 a	21.2 a	21.1 a	22.0 a	21.3 a	18.7 b	2.0
7 jan	26.7 a	26.0 a	26.3 a	26.4 a	27.7 a	20.2 b	2.8
12 feb	27.2 a	28.8 a	28.4 a	29.2 a	28.2 a	23.8 b	3.1
15 apr#	49.5 a	47.1 ab	45.3 b	45.7 b	47.2 ab	38.9 c	3.1

#Metingen niet betrouwbaar, alleen lengte zonder bloem.

De daglichtkas heeft vanaf december betrouwbare kortere planten gegeven. Tot maart zijn er geen betrouwbare lengteverschillen geweest tussen de referentie en de diffuse behandelingen. Bij de eindmeting was de referentie het langst. De behandelingen diffuus scherm 10 mol en diffuus glas 7.5 mol waren betrouwbaar korter en de beide andere diffuse behandelingen diffuus scherm 7.5 mol en diffuus glas 10 mol zaten daar tussenin.

Tabel 3.26: bladoppervlakte Guzmania 'Rana' (cm<sup>2</sup>) exclusief bloem

	bladoppervlakte						
	referentie	dif.scherm 7.5 mol	dif.scherm 10 mol	dif.glas 7.5 mol	dif.glas 10 mol	Daglicht kas	Isd 95%
30 okt	415 ab	460 ab	468 ab	369 b	422 ab	511 a	104
4 dec	768 a	723 a	795 a	752 a	762 a	634 b	n.s.
7 jan	950 a	1054 a	1012 a	932 a	1044 a	628 b	253
12 feb	1544 a	1573 a	1505 a	1726 a	1593 a	1002 b	291
18 mrt	1684 a	1571 a	1610 a	1520 a	1496 a	1181 b	440

#15 april geen betrouwbare meting, omdat de bloem niet is gemeten

Het was opvallend dat in oktober de planten in de daglichtkas nog het meeste bladoppervlak hadden gemaakt, vanaf januari was het laagst. De referentie en de diffuse behandelingen verschilden niet betrouwbaar in bladoppervlak, gedurende dit onderzoek.

Tabel 3.27: versgewicht *Guzmania 'Rana'* (g) inclusief bloem

	Versgewicht						
	referentie	dif.scherm 7.5 mol	dif.scherm 10 mol	dif.glas 7.5 mol	dif.glas 10 mol	Daglicht kas	Isd 95%
30-okt	18.5	21.0	20.7	18.3	19.5	21.4	n.s.
4-dec	33.7	32.5	34.7	33.2	32.6	31.3	n.s.
7-jan	54.5 a	54.4 a	53.1 a	51.1 a	53.9 a	35.6 b	7.3
12-feb	78.6 a	79.8 a	85.5 a	92.4 a	86.1 a	53.6 b	14.4
18-mrt	109.5 a	111.3 a	113.1 a	110.3 a	114.6 a	80.6 b	16.7
15-apr	159.9 ab	166.2 ab	167.1 a	152.6 b	153.6 b	107.4 c	13.0

Tot de eindmeting zijn er geen betrouwbare verschillen geweest in versgewicht tussen de referentie en de diffuse behandelingen. Bij de eindmeting gaf de behandeling onder diffuus doek 10 mol de zwaarste planten en dat was betrouwbaar verschillend met diffuus glas 7.5 en 10 mol. De referentie en de behandeling diffuus doek 7.5 mol zaten daar qua versgewicht tussenin. De daglichtkas was na januari altijd betrouwbaar lager in versgewicht.

Tabel 3.28: drooggewicht *Guzmania 'Rana'* (g) inclusief bloem

	drooggewicht						
	referentie	dif.scherm 7.5 mol	dif. scherm 10 mol	dif.glas 7.5 mol	dif.glas 10 mol	Daglicht kas	Isd 95%
30-okt	2.5	2.9	2.8	2.4	2.6	3.0	n.s.
4-dec	4.8	4.6	5.1	4.9	4.6	3.8	n.s.
7-jan	7.6 a	8.2 a	8.0 a	7.5 a	8.0 a	4.6 b	1.5
12-feb	12.0 a	12.2 a	12.8 a	13.6 a	12.7 a	7.6 b	2.5
18-mrt	18.0 a	17.2 a	16.7 a	16.6 a	17.1 a	12.0 b	1.5
15-apr	23.8 a	25.4 a	25.4 a	23.0 a	23.3 a	16.2 b	3.1

Er zijn geen betrouwbare verschillen geweest in drooggewicht tussen de referentie en de diffuse behandelingen. De daglichtkas was vanaf januari betrouwbaar lager in drooggewicht.

### 3.3.3.4 Metingen *Vriesea 'Miranda'*

Tabel 3.29: Lengte Vriesea 'Miranda' (cm)

	Lengte						
	Referentie	dif.scherm 7.5 mol	dif.scherm 10 mol	dif.glas 7.5 mol	dif.glas 10 mol	Daglicht kas	lsd 95%
30-okt	15.4 a	14.0 ab	13.1 b	12.6 b	13.6 ab	12.0 b	1.9
4-dec	16.5	16.4	16.1	16.2	16.6	14.5	n.s.
7-jan	17.9	17.7	17.7	16.3	18.4	15.4	n.s.
12-feb	19.2	19.2	19.5	20.0	20.1	17.7	n.s.
18-mrt#							
15-apr	29.5 ab	30.2 ab	29.6 ab	31.0 a	29.7 ab	27.5 b	2.3

#geen betrouwbare meting, omdat bloem niet is meegemeten

Bij Vriesea zijn de lengteverschillen niet groot geworden. Aan het einde van het onderzoek waren de planten van de behandeling diffuus glas 7.5 mol betrouwbaar groter dan de planten uit de daglichtkas. Alle overige behandelingen verschilden niet betrouwbaar met elkaar.

Tabel 3.30: bladoppervlakte Vriesea 'Miranda' (cm<sup>2</sup>) exclusief bloem

	bladoppervlakte						
	referentie	dif.scherm 7.5 mol	dif.scherm 10 mol	dif.glas 7.5 mol	dif.glas 10 mol	Daglicht kas	lsd 95%
30-okt	680	662	565	516	713	556	n.s.
4-dec	982 a	914 a	787 ab	803 ab	908 a	679 b	199
7-jan	1026 a	970 a	982 a	758 b	1010 a	614 b	205
12-feb	1445 a	1402 ab	1169 b	1088 b	1429 a	920 b	253
18-mrt	1584 a	1522 ab	1525 ab	1272 b	1583 a	1110 b	281
15-apr#							

#geen betrouwbare meting, omdat bladoppervlak van de bloem niet is gemeten

De planten uit de referentiekas zijn vanaf december altijd betrouwbaar het hoogst geweest samen met de behandeling diffuus glas 10 mol. Het bladoppervlak van de planten uit de afdeling met diffuus scherm waren op het eind wat lager maar verschilde niet betrouwbaar met de eerder genoemde behandelingen. De behandeling diffuus scherm 10 mol wisselde per meetdata, maar was uiteindelijk niet betrouwbaar verschillend met de referentie. Vanaf januari hadden de planten van diffuus glas 7.5 mol lagere bladoppervlakten. Het bladoppervlak van de planten uit de daglichtkas is vanaf december altijd betrouwbaar het laagst geweest.



Tabel 3.31: versgewicht Vriesea 'Miranda' (g) inclusief bloem

	Versgewicht						
	referentie	dif.scherm 7.5 mol	dif.scherm 10 mol	dif.glas 7.5 mol	dif.glas 10 mol	Daglicht kas	Isd 95%
30-okt	28.1 ab	29.2 a	23.0 ab	20.2 b	30.1 a	21.2 b	8.0
4-dec	40.9 a	38.8 a	32.9 ab	32.7 ab	38.3 a	29.3 b	8.6
7-jan	57.6 a	51.5 ab	51.8 a	41.7 b	52.0 a	33.5 b	10.0
12-feb	72.3 a	70.0 a	69.1 a	62.6 a	75.3 a	46.7 b	14.6
18-mrt	93.6 ab	87.4 ab	94.3 a	79.8 b	95.2 a	61.6 c	14.0
15-apr	132.7 a	133.7 a	115.6 b	119.6 ab	125.7 ab	79.0 c	14.8

De planten in de afdeling met diffuus glas 10 mol hadden tot de eindmeting steeds het hoogste versgewicht. Op vier van de zes data had ook de referentie een hoog versgewicht en datzelfde gold voor diffuus scherm 7.5 mol. Bij de behandelingen diffuus scherm 10 mol en diffuus glas 7.5 mol varieerde de betrouwbaarheid gedurende de looptijd van het onderzoek. Op het eind was diffuus glas 7.5 mol niet betrouwbaar verschillend ten opzichte van de andere behandelingen. Bij de eindmeting was diffuus scherm 10 mol wel betrouwbaar lager dan de referentie en diffuus scherm 7.5 mol. Het versgewicht in de daglichtkas was altijd betrouwbaar het laagst.

Tabel 3.32: drooggewicht Vriesea 'Miranda' (g) inclusief bloem

	Drooggewicht						
	referentie	dif.scherm 7.5 mol	dif. scherm 10 mol	dif.glas 7.5 mol	dif.glas 10 mol	Daglicht kas	Isd 95%
30-okt	3.2 a	3.4 a	2.7 ab	2.3 b	3.5 a	2.3 b	0.9
4-dec	5.0 a	4.7 a	4.1 a	4.1 a	4.6 a	3.0 b	1.1
7-jan	7.2 a	6.6 ab	6.7 a	5.4 b	6.6 ab	3.7 c	1.3
12-feb	9.8 a	9.3 a	9.0 a	7.7 a	9.7 a	5.4 b	2.2
18-mrt	13.4 a	12.3 b	12.9 ab	10.5 c	12.7 ab	7.8 d	1.0
15-apr	17.2 a	18.4 a	16.3 a	16.0 a	16.5 a	10.2 b	2.6

Het drooggewicht van de referentie was altijd betrouwbaar beter of gelijk vergeleken met de overige behandelingen. De planten uit de daglichtkas hadden altijd een betrouwbaar lager drooggewicht dan de overige behandelingen. De data van de overige behandelingen varieerde door de tijd nog wel, maar uiteindelijk was het versgewicht van de diffuse behandelingen niet betrouwbaar verschillend van de referentie.



Foto 3.1: overzichtsfoto 22 maart 2013

### 3.3.4 Plantmonitoring

Tijdens de tweede teelt zijn planten gemonitord met 2x2 Plantvity meters en gedurende de laatste twee weken met 2 sets van 3 SpectroPAM meters. Eén set van drie SpectroPAM meters heeft in de 10 mol.m<sup>2</sup>.dag<sup>-1</sup> diffuus glas behandeling gestaan om te zien of daar mogelijk lichtschade (beschadiging van fotosysteem II van het blad; zie ook Figuur 4.5.) zou kunnen optreden. De andere set van 3 SpectroPAM meters heeft in de afdeling met 10 mol.m<sup>2</sup>.dag<sup>-1</sup> diffuus doek gestaan. De Plantvity sets zijn gebruikt als referentie voor de SpectroPAM.

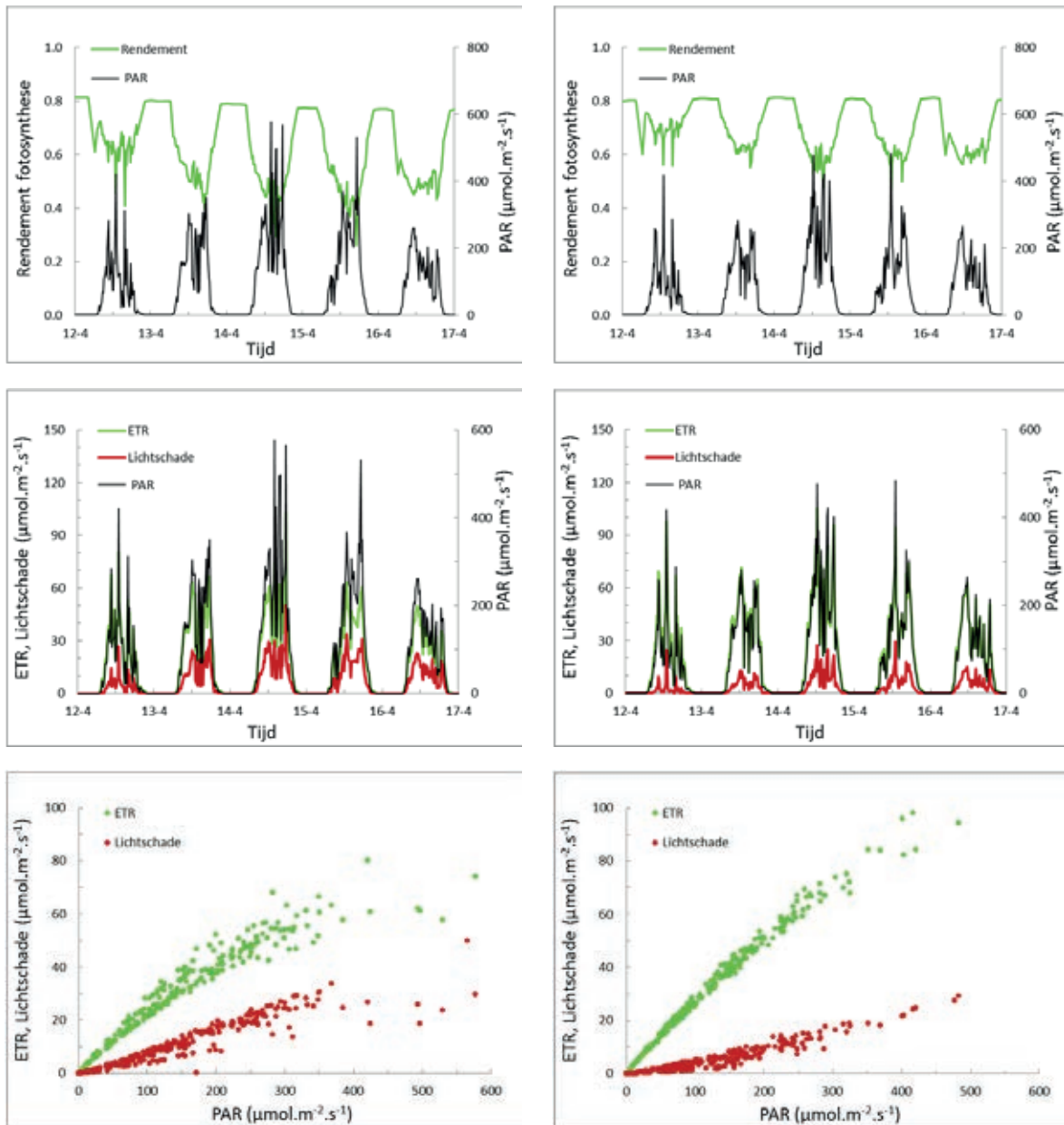
In de figuren 3.23 en 3.24 worden de effecten van de behandelingen 10 mol dag<sup>-1</sup> diffuus glas en diffuus doek op anthurium (Royal Champion) en bromelia (Vriesea) vergeleken tijdens een paar lichte dagen op het eind van de teelt. Het rendement van de fotosynthese gedurende de nacht komt netjes terug tot ca. 0.8. Daaruit mag geconcludeerd worden dat er geen sprake is van permanente lichtschade aan het blad.

Bij anthurium 'Royal Champion' is er in het gebied tussen 0 en 300  $\mu\text{mol PAR m}^{-2} \text{s}^{-1}$  een lineair verband tussen de kans op lichtschade en de PAR (Figuur 3.23.). Bij bromelia guzmania 'Rana' lijkt de kans op lichtschade meer dan evenredig toe te nemen met de PAR (Figuur 3.24.). Hierbij moet aangetekend worden dat het om metingen aan één enkel blad gaat. Uit de onderste grafieken in figuren 3.23 en 3.24 is wel goed te zien dat over een periode van 5 dagen de data dezelfde trend volgen. Met andere woorden zowel de relatie tussen PAR en fotosynthesesnelheid (ETR) en de relatie tussen PAR en kans op lichtschade verandert niet in de periode van 5 dagen.

## Anthurium 'Royal Champion'

Diffuus doek (afd. 9.04)

Diffuus glas (afd. 9.07)

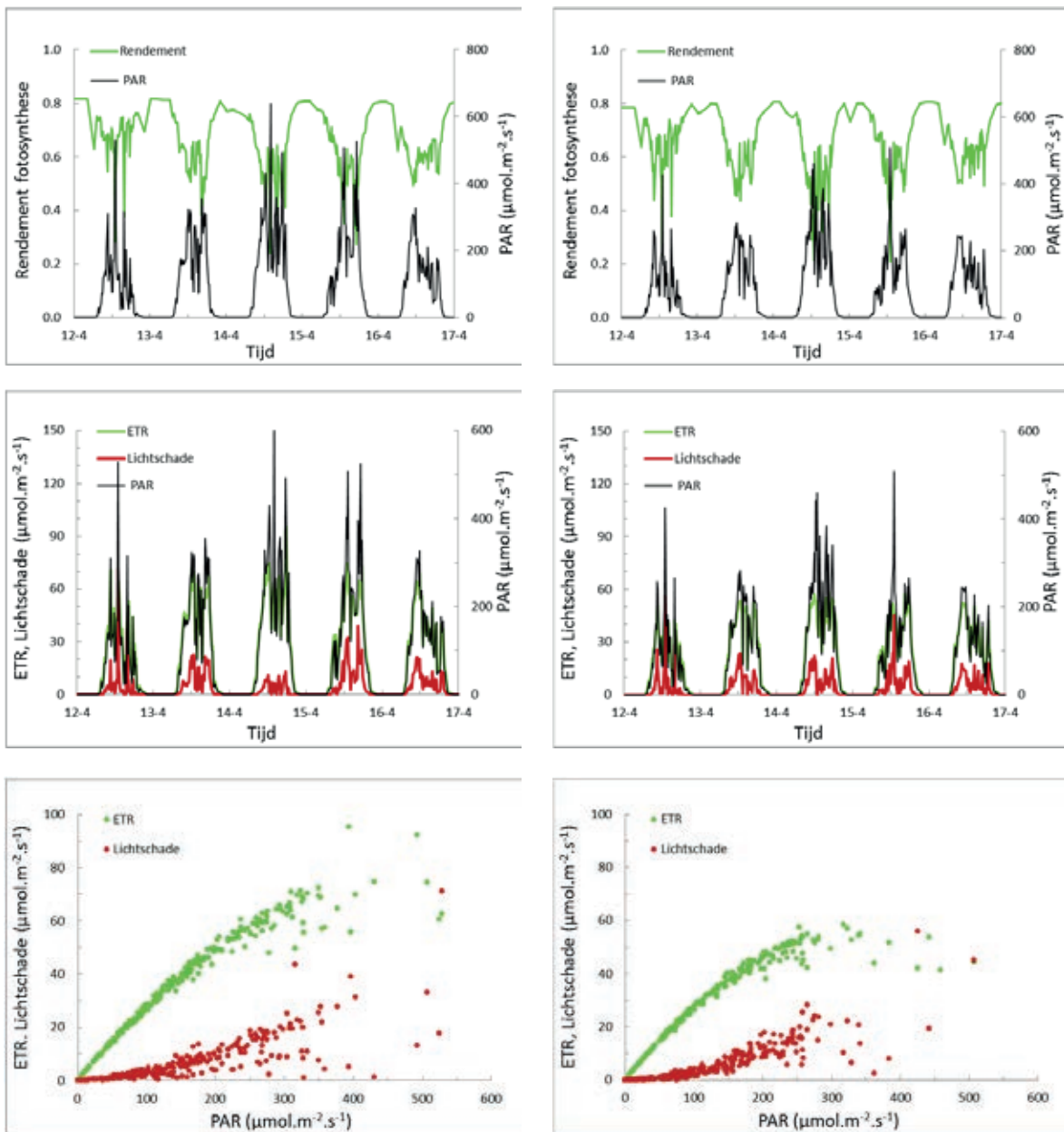


Figuur 3.23. Tijdsverloop van PAR en rendement fotosynthese (boven), PAR, ETR en lichtschade (midden) en de ETR en Lichtschade als functie van de PAR (onder). De data in de bovenste, middelste en onderste Figuur komen uit dezelfde dataset. Links de data van de behandeling in compartiment 9.04 (10 mol diffuus doek) en rechts de behandeling in compartiment 9.07 (10 mol diffuus glas). Gemeten aan volgroeid blad van Anthurium 'Royal Champion' met SpectroPAM in de periode 12 t/m 17 april 2013. ETR staat voor electrontransport in het fotosyntheseproces zoals gemeten met Plantivymeter; dit is een maat voor de fotosynthesesnelheid.

## Bromelia vriezeea 'Miranda'

Diffuus doek (afd 9.04)

Diffuus glas (afd. 9.07)



Figuur 3.24. Tijdsverloop van PAR en fotosynthese rendement (boven), PAR, ETR en lichtschade (midden) en de ETR en Lichtschade als functie van de PAR (onder). Links de data van de behandeling in compartiment 9.04 (10 mol diffuus doek) en rechts de behandeling in compartiment 9.07 (10 mol diffuus glas). Gemeten aan volgroeid blad van *Bromelia vriezeea* 'Miranda' met SpectroPAM in de periode 12 t/m 17 april 2013. ETR staat voor electrontransport in het fotosyntheseproces zoals gemeten met Plantivymeter; dit is een maat voor de fotosynthesesnelheid.

### 3.3.5 Kwaliteit

Aan het einde van het onderzoek is ook bij de tweede teeltronde een kwaliteitsbeoordeling gedaan door een aantal kwekers. Bij 'Royal Champion' werden de planten uit de referentie als beste beoordeeld omdat het mooie en forse planten waren, de overige behandelingen waren redelijk en planten uit de daglichtkas scoorden een onvoldoende. Bij Pink



Champion kwamen de beste planten uit de afdeling diffuus glas 10 mol, deze planten waren mooi compact van opbouw. De planten uit de overige behandelingen waren redelijk. De planten uit de daglichtkas waren opnieuw onvoldoende. De Guzmania's en Vriesea's werden allemaal als redelijk beoordeeld, behalve de planten uit de daglichtkas die wat kleiner waren en daarom een magere voldoende scorede.

Aan het einde van het onderzoek is ook de houdbaarheid van de verschillende behandelingen getoetst. Per cultivar en behandeling zijn 5 planten in de uitbloei ruimte geplaatst voor 12 weken. De conclusie is dat de verschillende behandelingen geen verschil in houdbaarheid hebben opgeleverd. Royal Champion en Pink Champion hadden geen bloem- of bladschade, ook niet na 12 weken. De Pink Champion uit de referentie afdeling waren bij inzet wel beter van kleur dan overige behandelingen. Bij de Guzmania waren er geen opvallende verschillen. Bij Vriesea hadden in elke behandeling 1 of 2 planten last van bruin worden van het onderste blad.



Foto 3.2: Start houdbaarheidsonderzoek

### 3.3.6 Discussie tweede teelt

In deze tweede teelt is uiteindelijk, vergeleken met de referentie, opvallend weinig groeiverschil van de behandelingen ten opzichte van de referentiebehandeling. De diffuse behandelingen van 'Royal Champion' waren korter, hadden minder bladoppervlak, maar hetzelfde vers- en drooggewicht vergeleken met de referentie. 'Pink Champion' had gelijke lengte, minder bladoppervlak, zelfde versgewicht en meestal hetzelfde drooggewicht als de referentie. De Guzmania 'Rana' was meestal korter met minder bladoppervlak en met kleine verschillen in vers- en drooggewicht. Bij Vriesea 'Miranda' waren de onderlinge verschillen nog kleiner. De telers beoordeelden de planten uit de referentie als beste en gaven ook aan dat deze planten eerder verkooprijp waren (2 weken). De kwaliteit is goed geweest. Er zijn geen problemen ontstaan met teveel zonlicht in het begin en einde van de teelt. In die perioden gaf de plantmonitoring aan dat er nog geen permanente lichtschaade was. Een lichtsom van  $10 \text{ mol.m}^2.\text{dag}^{-1}$  is zowel voor de twee gebruikte Anthuriumcultivars, als voor de twee Bromelia's geen probleem geweest in combinatie met de andere klimaatfactoren. Alle planten in de daglichtkas zonder assimilatiebelichting hebben veel achterstand in groei opgelopen door te weinig licht en de lage temperatuur. De uitbloeioproef heeft geen verschil in houdbaarheid opgeleverd, na 12 weken stonden alle planten er nog goed bij. De aanpassing van het substraat bij Guzmania 'Rana' heeft goed uitgedaan, er zijn geen uitvallers geweest door planten die 'van-de-wortel-af-gingen'.

### 3.3.7 Conclusie tweede teelt

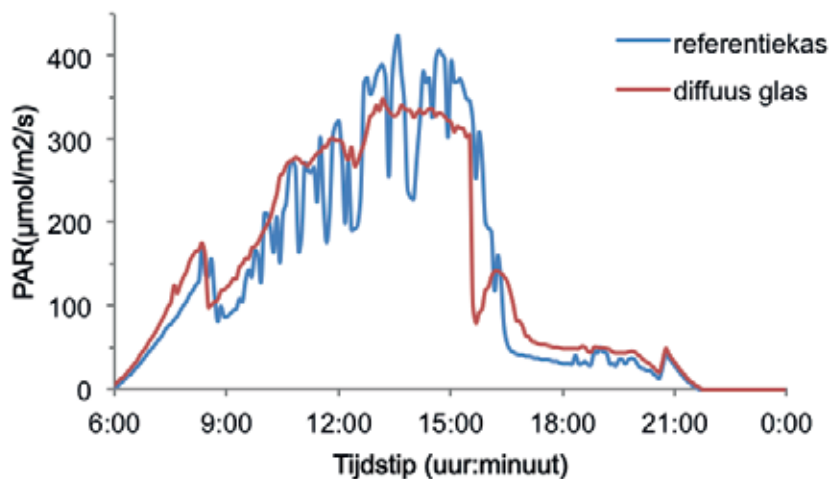
De planten geteeld bij een verlaagde stooktemperatuur en lichtintegratie hebben uiteindelijk weinig of geen groei ingeleverd in vergelijking met de referentie. De planten uit de referentie waren wel wat fors en werden door de telers als beste beoordeeld. De planten in de daglichtkas hebben wel veel groei ingeleverd door lage lichtintensiteit in combinatie met een lage etmaaltemperatuur. Verder zijn er geen verschillen in kwaliteit of uitbloei geconstateerd.

## 3.4 Lichtbenuttingsefficiëntie van twee anthuriumrassen

Voor de twee anthuriumcultivars in de referentiekas en een kas met diffuus glas (de kas met vergelijkbare lichtsom, dus 7.5 mol/m<sup>2</sup>/d) is de lichtbenuttingsefficiëntie bepaald. De lichtbenuttingsefficiëntie (LBE) is gedefinieerd als de drogestoftoename per eenheid onderschept licht.

De lichtbenuttingsefficiëntie van Pink Champion was duidelijk hoger dan die van Royal Champion (respectievelijk 0.77 g/mol versus 0.63 g/mol in de referentiekas). Interessant is te zien dat het positieve effect van diffuus glas op de lichtbenuttingsefficiëntie bij Royal Champion groter is dan Pink Champion. Bij Royal Champion nam de lichtbenuttingsefficiëntie met 6.4% toe, terwijl bij Pink Champion met 1.3%. Verschillen in lichtbenuttingsefficiëntie van de rassen en hoe ze op diffuus licht reageren, blijkt verklaard te kunnen worden uit fotosynthese en huidmondjes eigenschappen.

Om te kunnen begrijpen waarom het ene ras meer profijt heeft van diffuus glas dan het andere, is het goed om je eerst even te zien hoe de lichtintensiteit op een afzonderlijk blad fluctueert gedurende de dag en te realiseren dat die fluctuaties veel kleiner zijn onder diffuus glas (Figuur 3.25.)

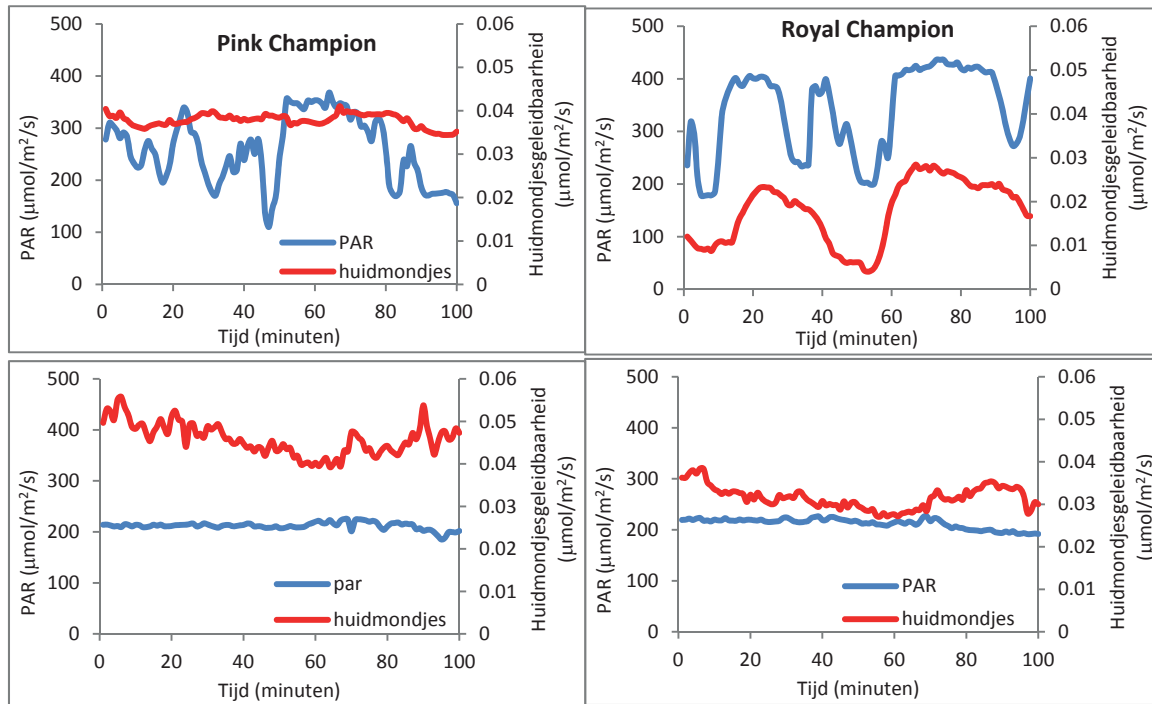


Figuur 3.25. De fluctuaties in lichtintensiteit op 1 bepaald punt in de kas gedurende een dag in een kas met helder glas (referentie) en diffuus glas

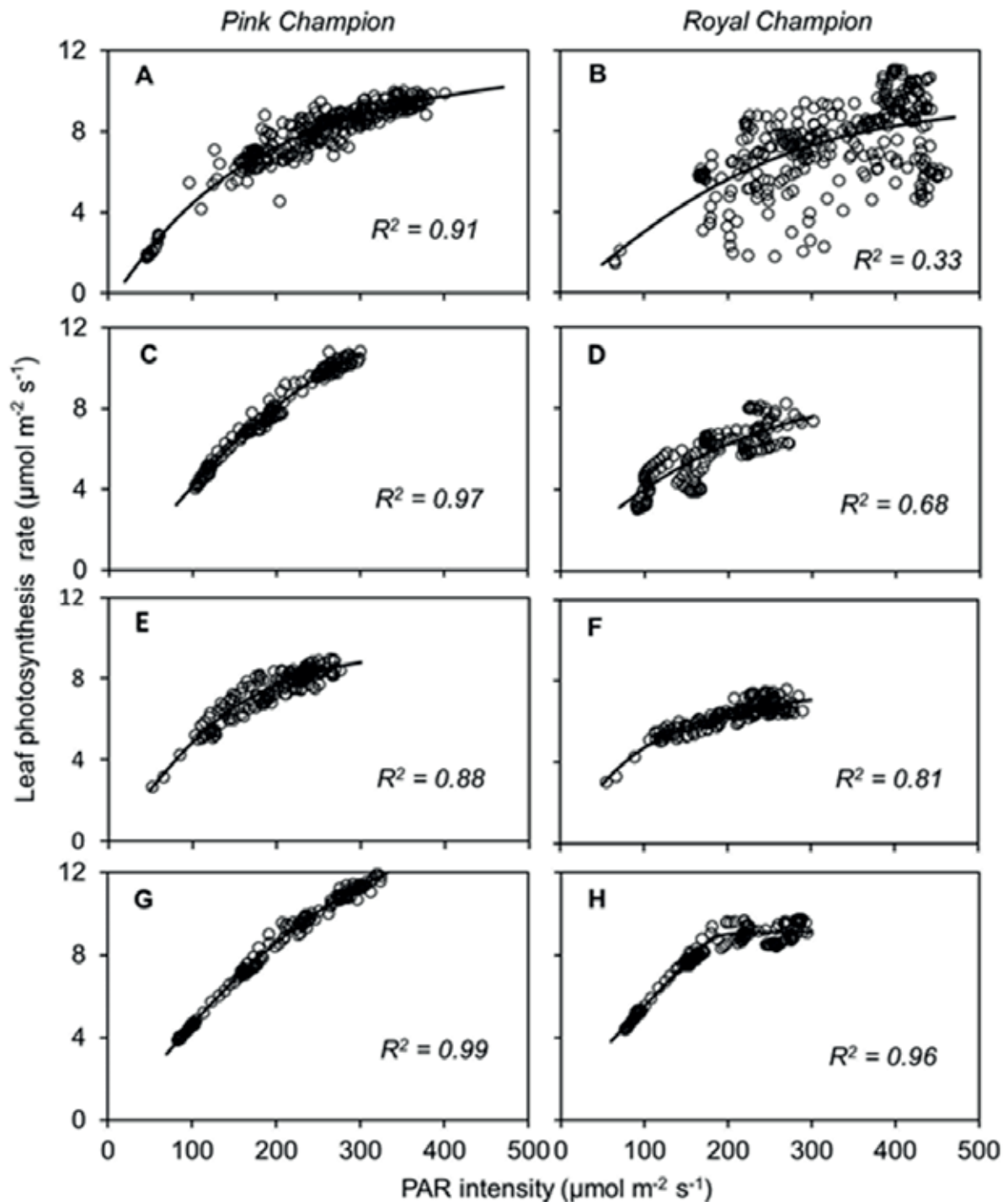
Als de lichtintensiteit op een blad daalt dan reageert Royal Champion daarop met sluiten van huidmondjes (verlagen van huidmondjesgeleidbaarheid) welke slechts traag weer meer open gaan. We zien dan ook dat op zonnige dagen onder helder glas de huidmondjesgeleidbaarheid van Royal Champion veel meer varieert en in algemeen lager is dan bij Pink Champion (Fig3.26). Onder diffuus licht is ook bij Royal Champion de huidmondjesgeleidbaarheid vrij constant en is het verschil met Pink Champion veel kleiner geworden. Het openen en sluiten van huidmondjes bij Royal Champion op heldere dagen in de referentiekas, leidt er toe dat de fotosynthese geen strakke relatie vertoont met lichtintensiteit zoals bij Pink Champion. Over de hele dag genomen betekent dit dat in de referentiekas op heldere dagen de fotosynthese van Royal Champion lager is dan van Pink Champion. Bij diffuus licht vertoont ook bij Royal Champion de fotosynthese de gebruikelijke toename met lichtintensiteit (Figuur 3.27.). Op basis van deze resultaten kunnen we stellen dat diffuus glas

leidt tot een gemiddeld hogere huidmondjesgeleidbaarheid bij Royal Champion en niet bij Pink Champion. Hierdoor is het effect van diffuus glas op lichtbenutting (en groei) groter bij Royal dan Pink Champion.

Overigens is ook onder constante lichtomstandigheden de bladfotosynthese van Pink Champion hoger dan bij Royal Champion. Dit verklaart mede waarom Pink Champion in alle behandelingen een hogere lichtbenuttingsefficiëntie heeft dan Royal Champion. Daarnaast draagt de meer verticale bladstand van Pink Champion mogelijk ook bij aan de hogere lichtbenuttingsefficiëntie.



Figuur 3.26. Fluctuaties in lichtintensiteit en huidmondjesgeleidbaarheid (hoe verder de huidmondjes open staan hoe hoger de geleidbaarheid) bij Pink Champion (linkerfiguren) en Royal Champion (rechterfiguren) op een heldere dag onder helder glas (bovenste figuren) of onder diffuus glas (onderste figuren).



Figuur 3.27. De relatie tussen fotosynthese van een blad en de lichtintensiteit voor Pink Champion (A,C,E,G) en Royal Champion (B,D,F,H). Metingen zijn verricht als er direct licht in de kas was (A-D) of als er diffuus licht in de kas was (E-H); dit wil zeggen metingen op heldere dagen in de referentiekas in de zomer (A,B) of voorjaar (B,C) en op bewolkte dag in referentiekas (E,F) en op een heldere dag in diffuse kas (G,H)

### 3.5 Energiegebruik

In dit hoofdstuk worden de gerealiseerde energiegebruiken van de twee teelten beschouwd. Hierbij wordt onderscheid gemaakt tussen warmte en elektriciteitsgebruik. Voor de elektriciteit wordt alleen het gebruik van de lampen besproken, alle andere elektriciteitsgebruikers als pompen, ventilatoren, ontsmetting, osmose e.d. worden hier buiten beschouwing gelaten. In deze proef zijn in totaal 6 kasafdelingen betrokken waarbij het onderscheid gemaakt is in de toegelaten



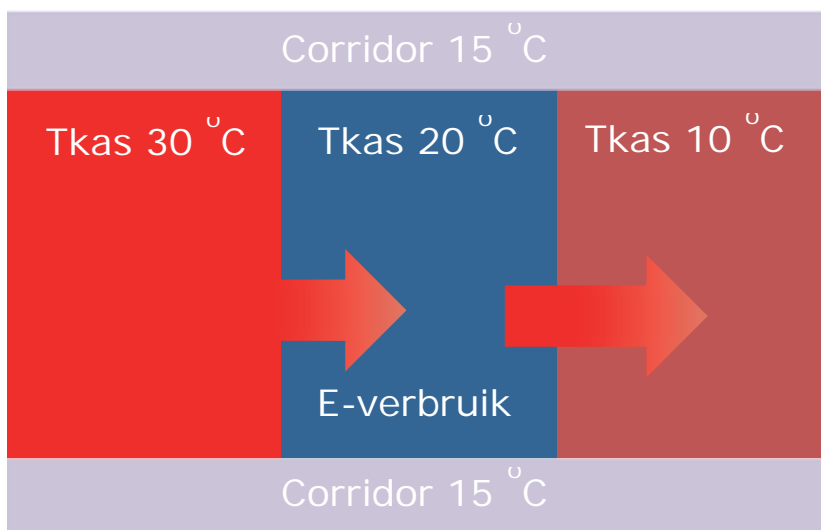
lichtsom. De verschillen tussen de afdelingen waar op gelijke lichtsom is gestuurd waren klein. Voor presentatie van de gegevens is gekozen om de diffuus glas en diffuus scherm behandelingen te middelen.

### 3.5.1 Warmte

Het verwarmingssysteem in de kassen kent twee netten, een taferverwarming en bovenverwarming. De taferverwarming wordt als primair net ingezet waarbij de watertemperatuur (aanvoer) tot maximaal 40 °C op mag lopen. Zodra de watertemperatuur 37 °C bereikt, komt het bovennet bij dat bestaat uit 3 x 51 mm buizen per kap van 4.8 m. Dit bovennet kan tot 80 °C worden opgewarmd, echter is in deze proef niet boven de 60 °C uitgekomen.

De warmteafgifte van het bovennet wordt berekend door middel van het temperatuurverschil buis - kaslucht, de buisdiameter en het aantal verwarmingsbuizen. Voor de taferverwarming zijn deze formules niet bruikbaar, omdat deze buizen tegen de tafel zijn geplakt. Daarvoor is één afdeling van een warmtemeter voorzien om de relatie buistemperatuur, kaslucht en warmteafgifte te bepalen. Deze relatie is verondersteld voor de andere afdelingen gelijk te zijn. Aangezien de daglichtkas van warmtemeters was voorzien, is warmtegebruik hier gebaseerd op deze meters.

Hoewel de kasafdelingen geen directe buitengevels hebben, de daglichtkas uitgezonderd, kunnen buurafdelingen wel degelijk het energiegebruik door het relatief grote tussengeveloppervlak beïnvloeden. Hiervoor wordt wel gecorrigeerd. In Figuur 3.28. is dit schematisch weergegeven. De verliezen naar de centrale corridors aan de voor en achterkant van de afdelingen worden als gelijk verondersteld.

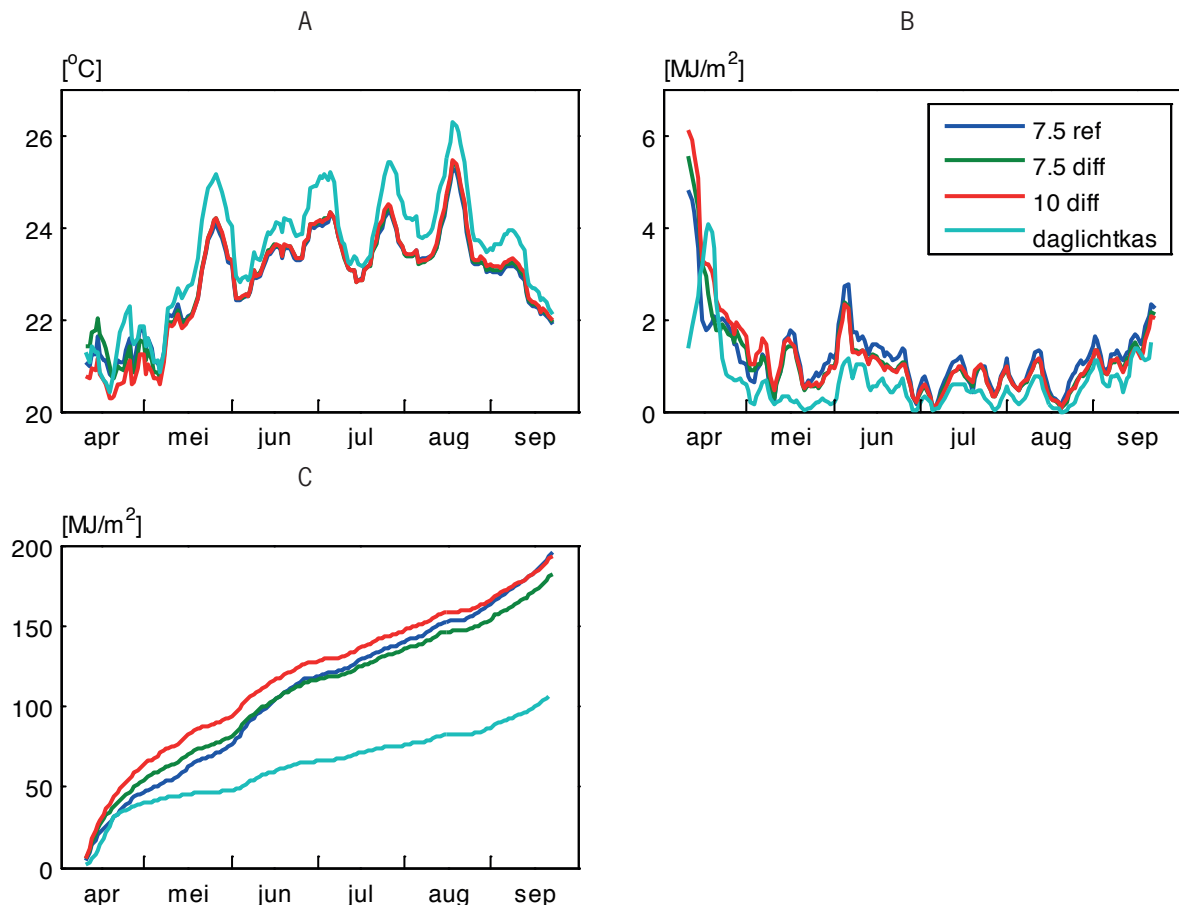


Figuur 3.28: Schematisch weergave warmtegebruik correctie ten gevolge van zijgevel effecten.

De daglichtkas is uitgerust met een afzonderlijk regelbaar gevelnet waardoor de gevelverliezen exact gecompenseerd worden. Hier wordt dan ook niet apart rekening gehouden met gevelverliezen.

#### Zomerteelt

Voor de vergelijking van het energiegebruik is het goed te controleren of in de afdelingen ook een gelijke kasluchttemperatuur is gerealiseerd. Immers indien één van de afdelingen warmer wordt gestookt, zal dit (meestal) ook meer warmte vergen. In Figuur 3.29a is voor de zomerteelt van 15 april tot 21 september de gerealiseerde etmaaltemperatuur weergegeven. De daglichtkas is altijd warmer geweest, wat het gevolg is van de klimaatregeling en het kasdek (dubbel glas) van deze kas. De andere behandelingen hebben vrijwel een gelijke kasluchttemperatuur gerealiseerd, op de teeltstart na. De verschillen die daar gemaakt zijn waren het gevolg van het inregelen van de afdelingen om een gelijk kasklimaat te realiseren. Omdat dit ook nog net een relatief koude periode was lijkt dit grote gevolgen voor het gerealiseerde warmtegebruik te hebben (Figuur 3.29a en 3.29c). De trend van de behandelingen 7.5 diff en 10 diff is na begin mei tot het einde van deze teeltperiode gelijk. In de behandeling 7.5 ref is gedurende de teelt wel wat meer warmtevraag geweest. De verschillen zijn echter klein. De daglichtkas kent een duidelijk kleinere warmtevraag wat weer het gevolg is van het isolerende kasdek.

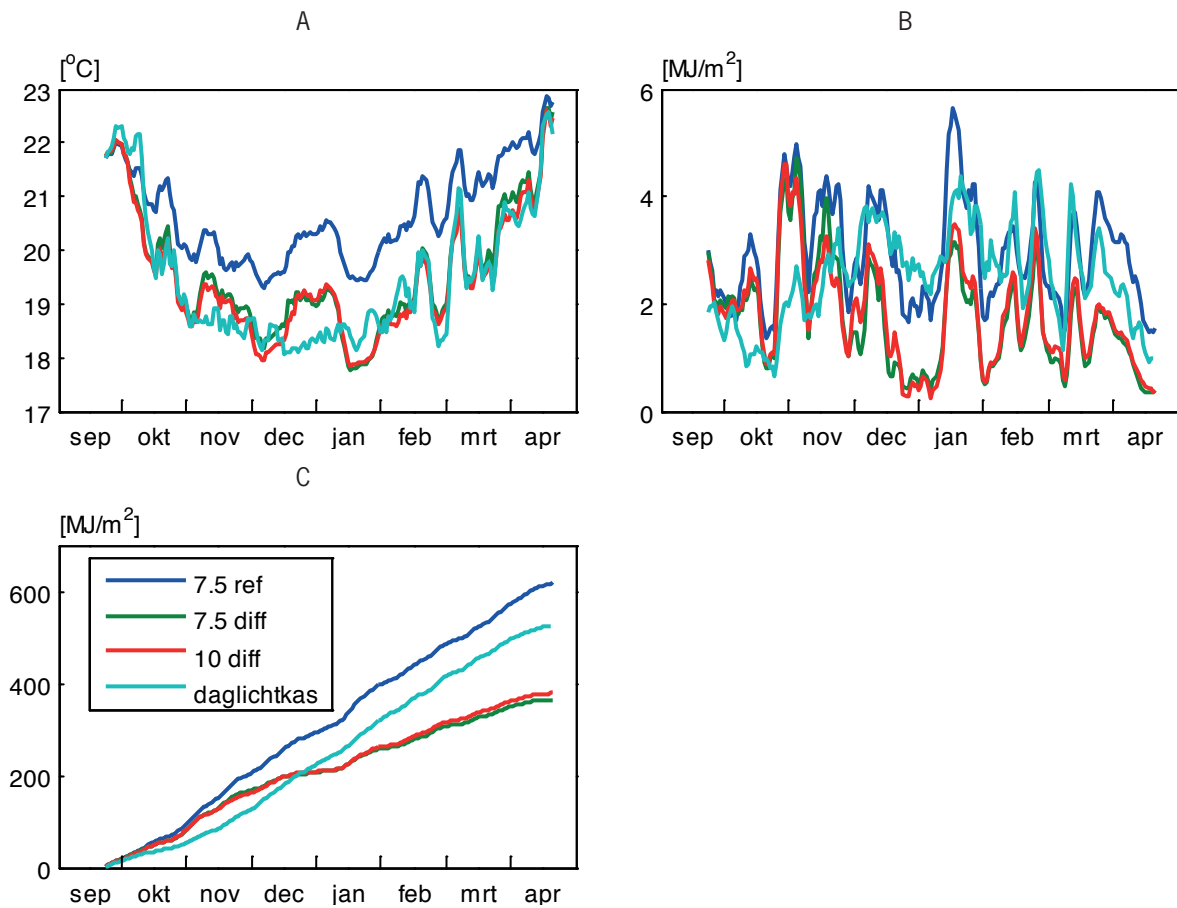


Figuur 3.29: Gerealiseerde etmaaltemperaturen van de behandelingen (A), Warmte behoefte van de afdelingen per dag weergegeven als een voortschrijdend gemiddelde over 4 dagen (B) en het cumulatieve warmtegebruik van de zomerteelt (C).

#### Winterteelt

De winterteelt wordt gekenmerkt door de belichting waardoor de warmtevraag beïnvloed kan worden. In paragraaf 1.2 wordt dit elektriciteitsgebruik verder besproken. In Figuur 3.30a is voor de winterteelt van 22 september t/m 19 april de gerealiseerde etmaaltemperatuur weergegeven. In de 7.5 dif en 10 dif afdelingen was het temperatuursetpoint lager dan in de 7.5 ref afdeling om energie te besparen. De diffuse afdelingen hadden onderling vergelijkbare temperaturen, welke lager waren dan van de referentie afdeling. Verschillen ten opzichte van de daglichtkas worden veroorzaakt door warmteoverschotten ten gevolge van de belichting, wat vooral in de donkere maar warme periode eind december begin januari is voorgekomen.

Op dag basis varieert de warmtevraag dan ook behoorlijk zoals Figuur 3.30b laat zien. Tussen de behandelingen 7.5 dif en 10 dif is vrijwel geen verschil in warmtegebruik in deze periode (Figuur 3.30c). Door het lagere setpoint in de diffuse afdelingen was de warmtevraag hier ca. 30% lager dan in de referentie. De daglichtkas kan voor wat betreft de warmtevraag lastig met de andere behandelingen vergeleken worden omdat hier niet belicht wordt. De warmtevraag blijft in deze kas als gevolg van het isolerende kasdek wel beperkt.



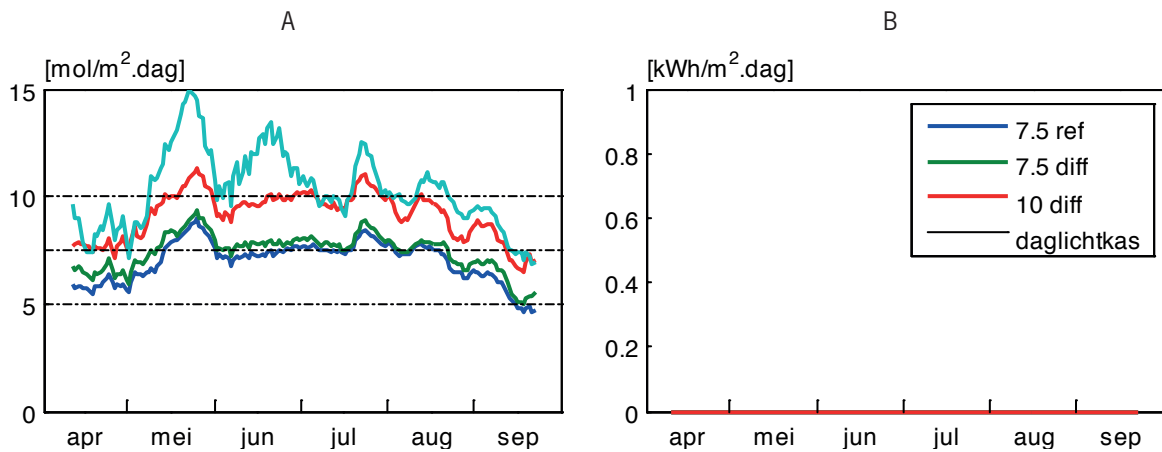
Figuur 3.30: Gerealiseerde etmaaltemperaturen van de behandelingen (A), Warmte behoefte van de afdelingen per dag weergegeven als een voortschrijdend gemiddelde over 4 dagen (B) en het cumulatieve warmtegebruik van de zomerteelt (C).

## 3.5.2 Elektriciteit

In deze paragraaf wordt alleen het elektriciteitsgebruik ten behoeve van de assimilatiebelichting besproken. De afdelingen waar assimilatielicht wordt toegepast, zijn uitgerust met 8 SONT-agro lampen van 1000 W per stuk. Het opgenomen vermogen van deze lampen bedraagt 1032 W per armatuur. De afdelingen zijn niet uitgerust met elektriciteitsmeters. De gebruiken worden berekend aan de hand van het aantal branduren en het opgenomen elektrisch vermogen.

### Zomerteelt

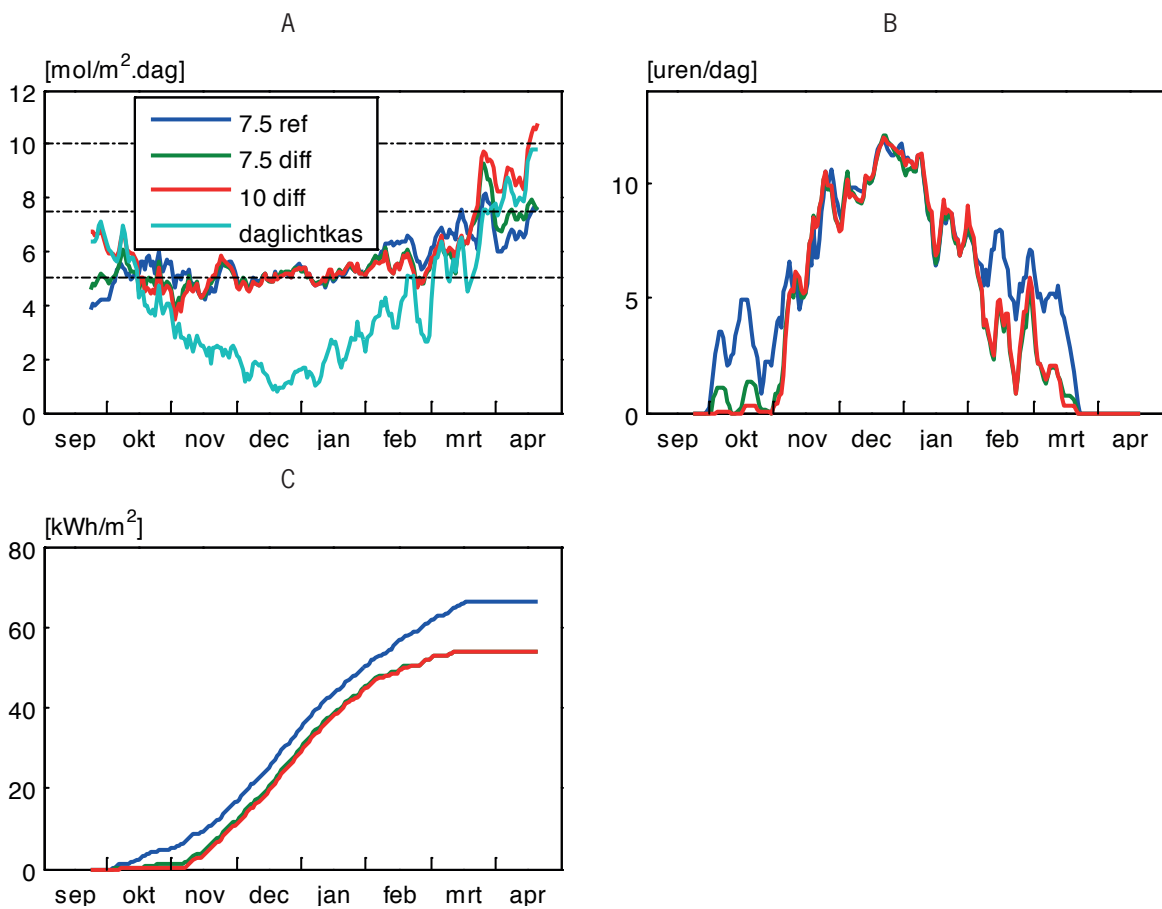
De inzet van de belichting is afhankelijk van de PAR som in de kas. Voor de belichtingsperiode is gekozen om het PAR licht aan te vullen tot 5 mol/m<sup>2</sup> per dag. Hierbij wordt voor de behandelingen 7.5 diff en 10 diff ook nog een integratieperiode van zeven dagen aangehouden. Of de lampen dus zijn ingezet is afhankelijk van de gerealiseerde PAR som in de kas. Figuur 3.31a laat zien dat gedurende deze teeltperiode inzet van assimilatiebelichting niet nodig was daar de PAR som (van natuurlijk licht) boven de 5 mol kwam, zie stippellijn. De twee overige hulplijnen in subFiguur A zijn bij respectievelijk 7.5 en 10 mol geplaatst, de maximale streefwaarden van de verschillende behandelingen. Omdat de PAR som niet wezenlijk onder de 5 mol is gekomen is er dan ook niet belicht. Het elektriciteitsgebruik van de verschillende behandelingen is dan ook 0 zoals in Figuur 3.31b is getoond.



Figuur 3.31. (A), en het elektriciteitsgebruik voor de belichting (B).

### Winterteelt

Vrijwel vanaf het begin van de winterteelt is de belichting ingezet omdat de PAR som in de kas onder het gewenste niveau van  $5 \text{ mol/m}^2$  per dag kwam. De in Figuur 3.32a getoonde PAR som is dan ook het totaal aan Par licht dus natuurlijk plus assimilatiebelichting. De eerste periode komt de PAR som soms onder de  $5 \text{ mol}$  omdat de integrerende regeling voor de behandelingen 7.5 diff en 10 diff nog niet goed functioneerde. Het verschil tussen de daglichtkas en de overige behandelingen geeft grofweg weer hoeveel PAR licht er door de assimilatiebelichting wordt toegevoegd aan de Par som.



Figuur 3.32: Gerealiseerde PAR som van de behandelingen weergegeven als een voortschrijdend gemiddelde over 7 dagen (A), de gerealiseerde belichtingsuren weergegeven als een voortschrijdend gemiddelde over 7 dagen (B) en het cumulatief elektriciteitsgebruik voor de belichting (C).

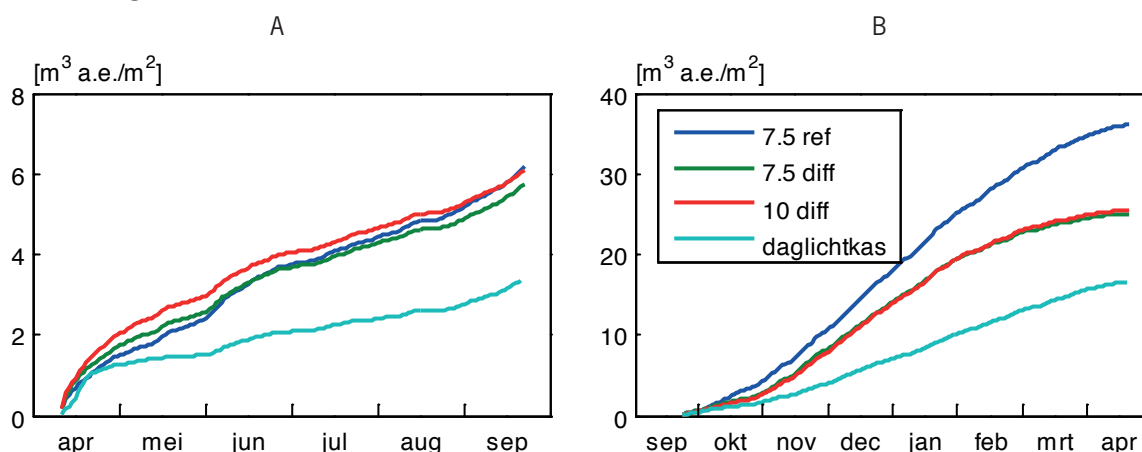
De resulterende belichtingsuren zijn in Figuur 3.32b getoond. In de randen van het belichtingsseizoen wordt er in de afdeling 7.5 ref beduidend meer belicht. Dit is het verschil tussen het wel of niet toepassen van lichtintegratie. In het midden van de winter zijn de verschillen marginaal omdat er bijna nooit sprake is van een natuurlijk lichtoverschot. Anders gezegd in alle afdelingen moet even lang belicht worden om de gewenste PAR som te realiseren.

Het elektriciteitsgebruik van de behandelingen 7.5 diff en 10 diff verschilt onderling niet (Figuur 3.32c). Deze behandelingen vergen duidelijk minder elektriciteit dan de referentie; er wordt dan ook ca. 19% aan elektriciteit bespaart.

### 3.5.3 Totaal energiegebruik

In de twee teelten is een groot verschil in inzet van energie. Vooral de belichting in de wintermaanden vergt een grote inzet van primaire brandstof. Omdat warmte en elektriciteit een verschillende input van primaire energie kennen, zijn de warmtevraag en het elektriciteitsgebruik omgerekend naar  $\text{m}^3$  a.e. Voor warmte wordt uitgegaan van  $31.6 \text{ MJ/m}^3$  en voor elektriciteit wordt aangenomen dat uit  $1 \text{ m}^3$  4 kWh geproduceerd kan worden. In deze paragraaf wordt verder geen rekening gehouden met inzet van wkk, Voor alle energiestromen wordt aankoop van elders verondersteld.

In Figuur 3.33. is voor de zomerteelt (A) en winterteelt (B) de cumulatieve inzet van primaire brandstof voor zowel warmte als elektriciteit getoond.



Figuur 3.33: Cumulatieve inzet van primaire brandstof voor warmte en elektriciteit in de zomerteelt (A), en voor de winterteelt (B).

In tabel Q1 is het totaal overzicht aan inzet voor warmte en elektriciteit van de zomer en winterteelt gegeven.

Tabel Q1: Inzet van warmte, elektriciteit en het totale primaire brandstofgebruik voor de zomer en winterteelt.

	zomerteelt			winterteelt		
	Warmte [MJ/m <sup>2</sup> ]	Elektriciteit [kWh/m <sup>2</sup> ]	Primaire brandstof [m <sup>3</sup> a.e./m <sup>2</sup> ]	Warmte [MJ/m <sup>2</sup> ]	Elektriciteit [kWh/m <sup>2</sup> ]	Primaire brandstof [m <sup>3</sup> a.e./m <sup>2</sup> ]
7.5 ref	195	0	6.2	619	66	36.2
7.5 diff	182	0	5.8	365	54	25.0
10 diff	193	0	6.1	379	54	25.5
daglichtkas	106	0	3.4	526	0	16.6

Samenvattend, is in de behandelingen met diffuus glas in combinatie met energiebesparende maatregelen het primaire brandstofgebruik met ruim 25% afgenomen op basis van de twee teelten terwijl het elektriciteitsgebruik met een kleine 19% is afgenomen ten opzichte van de 7.5 ref behandeling. De verschillen worden vooral in de winterteelt bereikt.



## 4 Ontwikkeling plantmonitoring

### 4.1 Samenvatting

Er is een nieuw meetprotocol voor de Plantivity meter ontwikkeld waarmee een week lang gemeten kan worden zonder dat de meter het blad beïnvloedt, terwijl dat voorheen slechts 2-3 dagen was. Het nieuwe meetprotocol kan in de software van bestaande Plantivity meters ingebouwd worden. Verder is een protocol ontwikkeld om met behulp van een lichtrespons meting met de Plantivity de potentiële bladfotosynthese te bepalen. Door deze meting aan het begin van de dag te doen is voor die dag de potentiële fotosynthese bekend. Bij zowel de anthurium als de bromelia cultivars werd in veel gevallen een goede overeenstemming tussen potentiële en gerealiseerde bladfotosynthese gevonden. Daaruit mag geconcludeerd worden dat het kas klimaat optimaal is geweest voor de bladfotosynthese. Tenslotte is een nieuwe methode ontwikkeld voor het online meten van de lichtbelasting van het blad met behulp van veranderingen lichtabsorptie van het blad. In een proefopstelling in het lab is een goede correlatie gevonden tussen lichtbelasting en de veranderingen in lichtabsorptie ( $R^2 > 0.94$ ). De methode is geïmplementeerd in een zestal SpectroPAM meters (Plantivity uitgerust met twee spectrofotometers) en in de onderzoeksafdelingen getest. Uit deze tests blijkt dat de methode nog niet betrouwbaar genoeg is en verder verbeterd moet worden voordat een toepassing in de praktijk mogelijk is.

Belangrijkste winst voor de tuinders is dat het met de Plantivity mogelijk wordt om langer aan een blad te meten en dat met de Plantivity de potentiële bladfotosynthese geschat kan worden.

### 4.2 Inleiding

Het project 'Grip op Licht' bestaat uit twee onderdelen. Aan de ene kant worden de energiebesparende mogelijkheden van diffuus glas, diffuus scherm, daglichtkas in combinatie met meer licht toelaten bij de teelt van schaduwminnende potplanten volgens Het Nieuwe Telen getest. Aan de andere kant wordt plantmonitoring verder ontwikkeld om de tuinders een middel te geven om de status van de planten continu in de gaten te houden en het ontstaan van lichtschade vroegtijdig te voorkomen. De enige meter die hiervoor geschikt is de Plantivity. De Plantivity heeft echter als nadeel dat de meter elke 2 à 3 dagen op een ander blad gezet moet worden omdat de meter het blad beïnvloedt. Allereerst is onderzocht of deze nadelen van de bestaande Plantivity-meter aangepakt kunnen worden (paragraaf 4.3.1). Daarnaast is het belangrijk om te weten of het extra daglicht ook goed benut wordt door de plant. Een goede manier is het vergelijken van de gerealiseerde bladfotosynthese met de potentieel mogelijke bladfotosynthese. De potentiële bladfotosynthese bij een bepaalde lichtintensiteit zou bepaald kunnen worden met een snelle meting van de lichtrespons met de Plantivity (paragraaf 4.3.2). Tenslotte is gewerkt aan het ontwikkelen van een nieuw monitoringsysteem waarbij de Plantivity wordt gecombineerd met een golflengte-specifieke meting van bladabsorptie (paragraaf 4.4) om een robuustere schatting van de lichtbelasting en lichtschade mogelijk te maken.

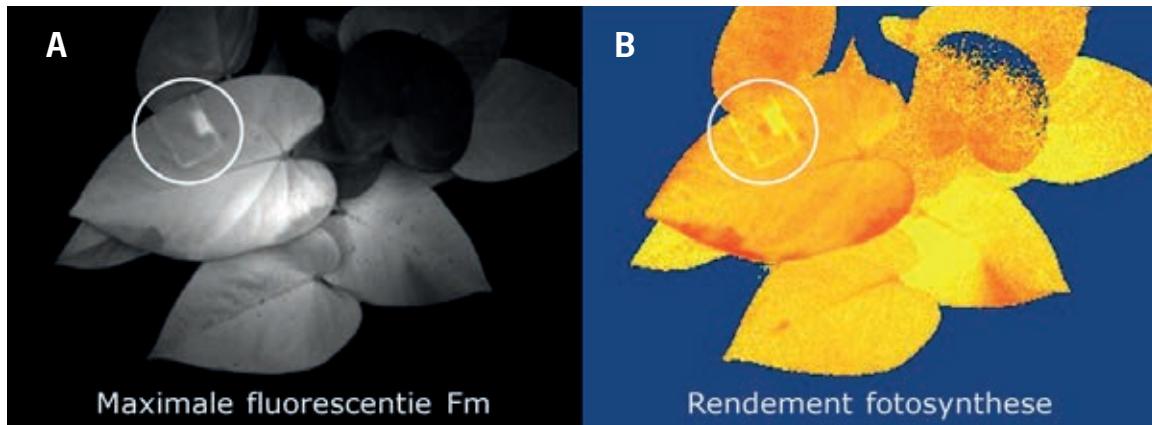
### 4.3 Verbeteringen toepasbaarheid Plantivity

#### 4.3.1 Invloed meter op blad

Uit de praktijk blijkt dat de Plantivity elke twee tot drie dagen op een ander blad geplaatst moet worden om betrouwbare metingen te krijgen. Dit wordt veroorzaakt door een effect van de Plantivity op het blad waardoor de maximale fotosynthese-efficiëntie 's nachts tijdens opeenvolgende nachten lager wordt. Dit instrument-effect zorgt er voor dat het gemeten blad mogelijk teveel gaat afwijken van de overige bladeren en dus niet meer representatief is voor de rest van het gewas. Met een LED fluorescentie-camera is gekeken hoe de Plantivity het blad beïnvloedt. Figuur 4.1. laat zien dat zowel de maximale fluorescentie  $F_m$  (Figuur 4.1A) als het rendement van de fotosynthese (Figuur 4.1B) beïnvloed wordt. De toename in  $F_m$  en rendement fotosynthese ter plekke van de bladklem is mogelijk te wijten aan de beschaduwing van het blad door de bladklem. Dit effect is lokaal en beïnvloedt niet de meetspot. De plek waar het meetlicht van de Plantivity op het blad

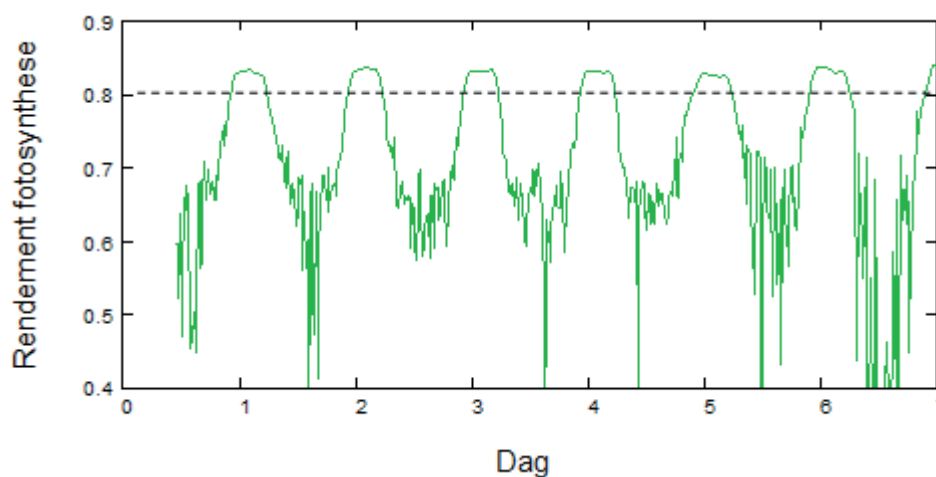


schijnt is in Figuur 4.1B te zien als een rondje met een lager fotosynthese-rendement dan de omgeving. Hiermee is aangetoond dat het meetlicht van de Plantivity er voor zorgt dat de meetspot op het blad gaat afwijken en daardoor het niet meer representatief is voor het blad.



Figuur 4.1. Beelden van maximale fluorescentie (A) en fotosynthese-efficiëntie (B) van een Anthurium plant waaraan gedurende een week met de Plantivity gemeten is. Opname van een Anthurium Royal Champion, gemaakt met een LED fluorescentie-camera. De cirkels geven aan waar bladklem was gemonteerd.

Het meetprotocol voor de Plantivity is aangepast door het meetlicht tussen de metingen uit te zetten en de tussenpauzes tussen de metingen in de nacht te vergroten naar 1x per 2 uur. In Figuur 4.2. is een tijdserie metingen te zien met de nieuwe aansturing. De Plantivity heeft de hele week op hetzelfde blad gestaan en het is duidelijk dat het rendement van de fotosynthese 's nachts gedurende de hele week ruim boven de grenswaarde van 0.80 uitkomt. Het wisselen van blad hoeft dus niet meer elke 2-3 dagen, maar nog maar eens per week.

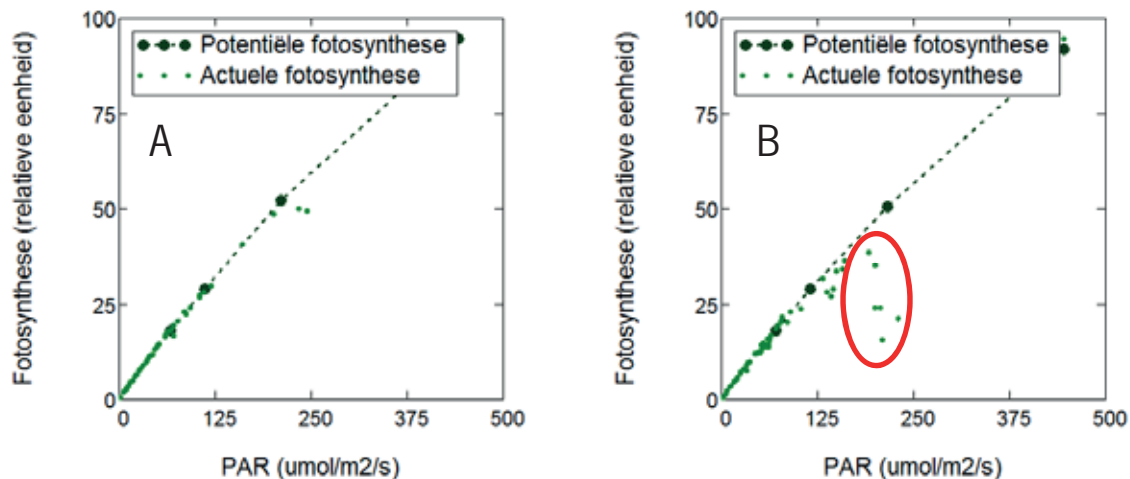


Figuur 4.1. Beelden van maximale fluorescentie (A) en fotosynthese-efficiëntie (B) van een Anthurium plant waaraan gedurende een week met de Plantivity gemeten is. Opname van een Anthurium Royal Champion, gemaakt met een LED fluorescentie-camera. De cirkels geven aan waar bladklem was gemonteerd.

### 4.3.2 Bepaling potentiële bladfotosynthese

Er is ook gekeken of er naast de huidige monitoring nog meer bruikbare informatie kan worden verzameld uit de Plantivity meters. Naast het routinematig monitoren van de fotosynthese kan er ook gebruik worden gemaakt van de interne

lichtbron om de potentiële bladfotosynthese te schatten door de licht-respons van een blad te meten. Hierbij wordt de fotosynthese bij een aantal lichtintensiteiten gemeten. In de eerste teelt is er elke ochtend om 9.00u een licht-respons bepaald in vier stappen (vier lichtniveaus) van elk 3 minuten. Omdat de meting plaatsvindt aan het begin van de dag, waarbij het blad om 9.00u 's ochtends nog geen hoge lichtintensiteit te verduren heeft gehad, kan deze licht-respons een goede indicatie geven voor de potentiële fotosynthese als functie van lichtintensiteit. Dit blijkt ook duidelijk uit de metingen in Figuur 4.3A, waarbij de resultaten van fotosynthese-rendement uit de monitoring op dezelfde kromme vallen als de punten van de licht-respons curve. De fotosynthese is in deze Figuur weergegeven als lineair elektronentransport volgens de formule uit Genty *et al.* (1989). Figuur 4.3B laat echter een voorbeeld zien, waarbij de resultaten van de monitoring al bij een lichtintensiteit van 200  $\mu\text{mol PAR}\cdot\text{m}^2\cdot\text{s}^{-1}$  gaan afwijken van de korte licht-respons curve (rood omcirkeld). In dit geval is duidelijk zichtbaar dat de fotosynthese niet meer conform de capaciteit verloopt en een suboptimale situatie is ontstaan.



Figuur 4.3. Licht-respons van de fotosynthese (weergegeven als elektronentransport, ETR) gemeten met korte licht-respons curve om 09:00 (•) en gemeten tijdens reguliere monitoring (-). De doorgetrokken lijn laat de maximale fotosynthese na donkeradaptatie zien. A: Anthurium 'Pink Champion'. B: in Anthurium 'Royal Champion'. Rood omcirkeld zijn metingen uit reguliere monitoring die afwijken van de korte licht-respons curve.

## 4.4 Nieuwe methode voor schatting lichtbelasting

Met de Plantivity meters kan fluorescentie gemeten worden en hiermee kan goed onderscheid worden gemaakt tussen opgevangen licht dat kan worden gebruikt voor fotosynthese, en licht dat daar niet voor gebruikt wordt (Figs. 4.4 - 4.5; Dankers *et al.* 2011). Van de fractie niet-benut licht kan worden ingeschat welk deel op een niet-schadelijke manier kan worden omgezet worden in warmte (=lichtbelasting of NPQ) en welk deel de kans op lichtschade verhoogt (=lichtschade). In principe is lichtbelasting onschadelijk, maar meer lichtbelasting leidt wel tot een lagere lichtbenutting. Lichtbelasting kan worden geschat met fluorescentie. Hiervoor is wel een meting van de maximale fluorescentie in het donker nodig (minimaal 30 minuten donker). Dat is in de praktijk niet goed mogelijk met de bestaande Plantivity meters in een kas. In plaats van deze donkermeting wordt daarom met de huidige Plantivity-meters gebruik gemaakt van de maximale fluorescentie die in de voorgaande nacht gemeten is. Deze waarde wordt vervolgens verondersteld constant te blijven gedurende de dag en gebruikt om lichtbelasting mee te berekenen. Daarom is er behoefte aan een alternatieve methode voor het meten van lichtbelasting.

Uit de literatuur blijkt dat subtiele veranderingen in de lichtabsorptie van het blad lineair correleren met de veilige omzetting van licht in warmte (Brugnoli en Björkman, 1992; Bilger en Björkman, 1994). Door de lichtabsorptie bij 535nm te meten zou lichtbelasting geschat kunnen worden. Door deze meting te integreren in de bestaande fluorescentiemeters wordt het mogelijk om een betrouwbare meting te krijgen voor de fracties benut licht en lichtbelasting, waardoor het mogelijk wordt een goede risico-inschatting te maken van de lichtschade.

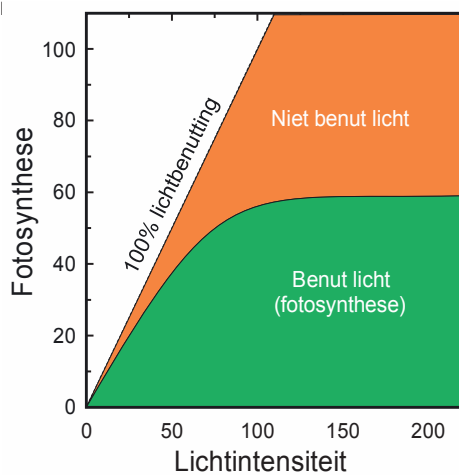
De verandering in lichtabsorptie bij 535nm (uitgedrukt als een index t.o.v. referentie golflengte 570nm) is gemeten bij verschillende lichtintensiteiten (50 -1000  $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ) en bleek lineair gecorreleerd met de lichtbelasting (NPQ).

Bovendien hield de correlatie stand binnen een gebied van lichtbelastingwaarden die ruimschoots representatief is voor de situatie tijdens commerciële opkweek van deze cultivars. De metingen zijn uitgevoerd bij 22, 26 en 30 °C en daaruit blijkt dat de temperatuur geen effect heeft op de correlatie tussen PRI (absorptieverandering bij 535nm) en lichtbelasting (NPQ). Deze resultaten tonen aan dat de methode in principe geschikt is om in de kas toegepast te worden.

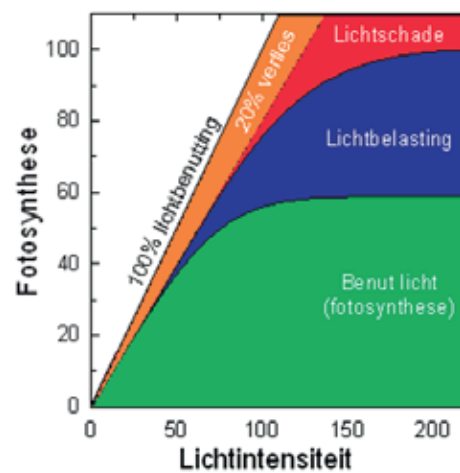
De hierboven gebruikte meetopstelling is niet bruikbaar voor het monitoren in de kas. De complexiteit, grootte en kosten - geschat op ca.15k€/stuk - maken toepassing als monitoringsinstrument in de kas niet realistisch. Omdat Gademann Instruments (Duitsland) net de ontwikkeling van de MINI-PAM/II afgerond had, was er een modern platform om de spectrale lichtmeting met de twee spectrometers te integreren met de fluorescentiemeting in een nieuw apparaat: de SpectroPAM (zie Figuur 4.6.).

De SpectroPAM combineert de eigenschappen van de Plantivity met die van een spectrofotometer. De SpectroPAM is op het eind van de 2<sup>e</sup> teelt voor plantmonitoring ingezet in de kas. De eerste resultaten geven aan dat er ook met de SpectroPAM een goede correlatie gevonden wordt tussen PRI en lichtbelasting (NPQ) tijdens kortdurende veranderingen in lichtniveau. Deze correlatie verandert echter gedurende de dag. Dit wordt veroorzaakt door specifieke veranderingen in lichtabsorptie door het blad. Deze veranderingen werden in de laboratoriumtesten niet waargenomen.

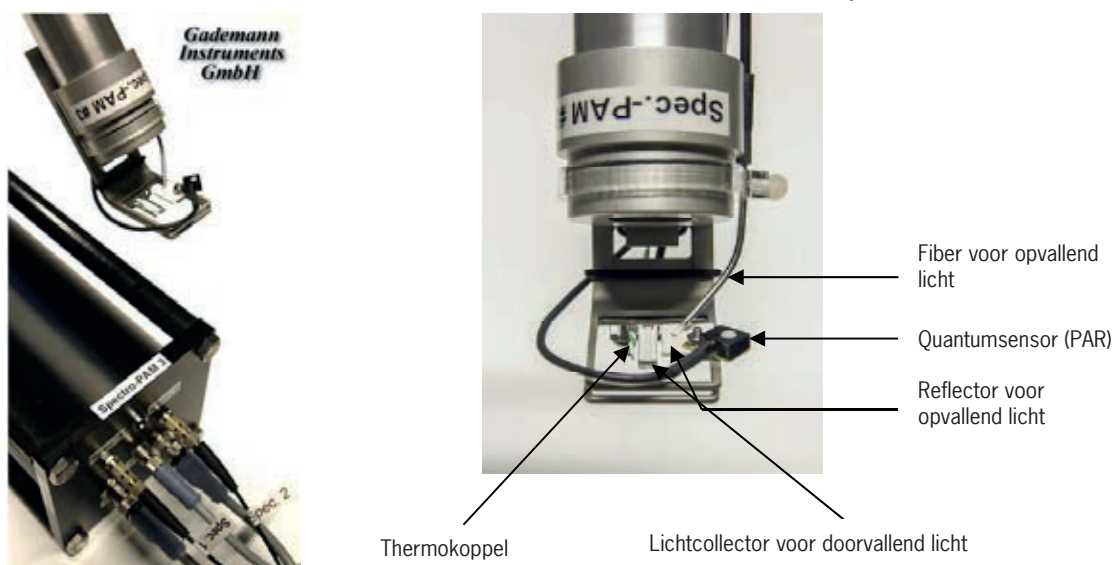
Verdere details over validatie en implementatie van de nieuwe methode voor schatting van lichtbelasting zijn in Bijlage II opge



Figuur 4.4. Verdeling van opgevangen licht in benut licht voor fotosynthese en niet benut licht.



Figuur 4.5. Verdeling van opgevangen licht in benut licht voor fotosynthese, lichtbelasting en lichtschade (inc. standaard verliezen bij maximale efficiëntie van 80%).



Figuur 4.6. Links: Uitvoering van de Spectro-PAM (0-serie). Rechts: Detail bladklem. Het blad wordt tussen de twee metalen vlakken geklemd. Het licht van de witte Power LED valt zowel op het blad (boven de lichtcollector) als op de witte reflector.

## 4.5 Conclusies plantmonitoring

### Verbetering Plantivity meter

- Er is een nieuw meetprotocol ontwikkeld waarmee een week lang gemeten worden zonder dat de boven beschreven effecten optraden.
- Meetprotocol kan in bestaande Plantivity-meters geïmplementeerd worden.
- Er is een meetprotocol ontwikkeld om de licht-respons met de Plantivity te meten en daaruit de potentiële fotosynthese te berekenen.
- Bij zowel anthurium als bromelia werd in veel gevallen een goede overeenstemming gevonden tussen potentiële en gerealiseerde fotosynthese.

### Nieuwe methode voor schatting lichtbelasting

- Er is een goede correlatie tussen lichtbelasting (NPQ) en absorptieveranderingen (PRI) ( $R^2 > 0.94$ ).
- Deze correlatie is onafhankelijk van de temperatuur tussen 22 °C en 30 °C.
- De correlatie is wel afhankelijk van soort/cultivar.
- Er is een nieuwe online sensor (SpectroPAM) ontwikkeld om lichtbelasting en lichtschade te schatten op basis van een combinatie van chlorofylfluorescentie- en spectrale lichtabsorptiemetingen.
- Uit testmetingen in de kas blijkt dat de methode nog niet voldoende betrouwbaar is voor praktische toepassing.



## 5 Relatie lichtschade en bladschade

### 5.1 Samenvatting

Er is een belichtingsopstelling gebouwd voor het aanbrengen van lichtschade met Philips D-Papillon 315W daglichtlampen. Belichting van potanthurium met hoge intensiteit licht ( $1000 \mu\text{mol PAR m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ) gedurende 4 uur leidde tot zichtbare schade. Met deze opstelling is de relatie tussen lichtdosis, lichtschade en visuele schade onderzocht.

Bij Anthurium 'Pink Champion' als Bromelia Vriesea 'Miranda' treedt bij lichtdoses tot  $24.5 \text{ mol m}^{-2} \text{ dag}^{-1}$  diffuus licht aanzienlijke fotoinhibitie op direct na afloop van de belichting. De fotoinhibitie verdween in de loop van enkele dagen en na twee weken was geen visuele schade zichtbaar aan het blad. Als er geen diffuus maar direct licht gebruikt werd, liep bladtemperatuur tijdens belichting lokaal op tot bijna  $50 \text{ }^\circ\text{C}$  en trad er de eerste dag al ernstige bladverbranding. Het bleek niet mogelijk om een correlatie tussen lichtschade ( $F_v/F_m$ ) en bladschade te bepalen omdat er bij  $1000 \mu\text{mol PAR m}^{-2} \text{s}^{-1}$  c.q.  $24.5 \text{ mol PAR m}^{-2} \text{ dag}^{-1}$  geen bladschade gevonden werd. De plantmonitoring tijdens de experimenten was belangrijk voor het analyseren van de effecten van hoog licht op planten. De meting van  $F_v/F_m$  direct na belichting en de volgende morgen geeft informatie over beschadiging van fotosysteem II en van het herstel gedurende de nacht.

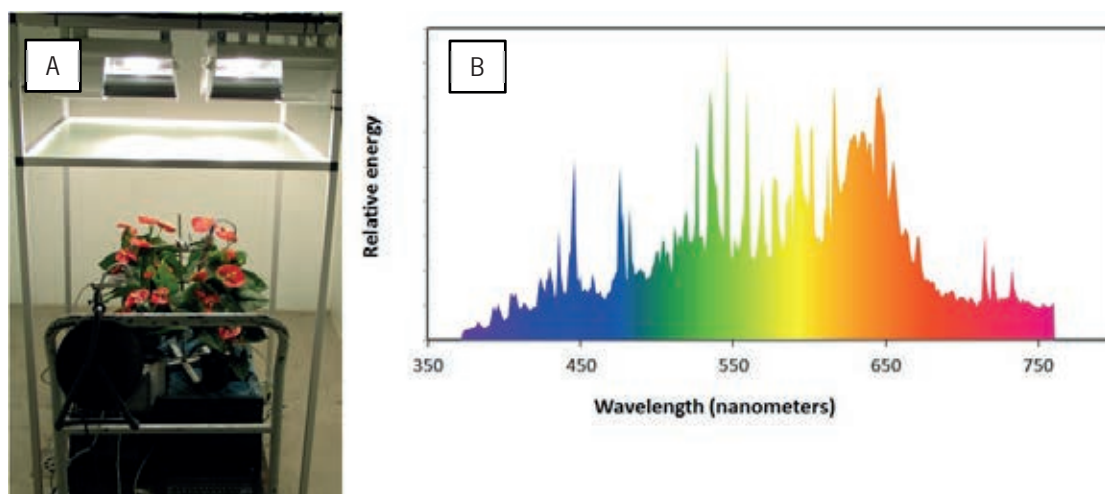
### 5.2 Inleiding

Er bestaat een verschil tussen de lichtschade zoals beschreven in het GrowSense II rapport (Dankers *et al.* 2011) en de lichtschade zoals die wordt gedefinieerd door tuinders. Lichtschade in het GrowSense model is gedefinieerd als beschadiging van fotosysteem II en is afhankelijk is van intensiteit en duur van het licht. Reparatie van fotosysteem II treedt continu op en lichtschade is dan ook een resultaat van de balans tussen beschadiging en reparatie. Wordt de snelheid van reparatie gedurende langere tijd overschreden door de snelheid van beschadiging, dan ontstaat er lichtschade (fotoinhibitie, beschadiging van fotosysteem II).

Tuinders verstaan onder lichtschade echter iets anders. Lichtschade wordt over het algemeen gekwalificeerd als visuele bladaandoening, veroorzaakt door licht. Als deze schade irreversibel is wordt lichtschade ook economische schade.

In dit rapport wordt de term 'lichtschade' gebruikt voor fotoinhibitie, ofwel schade aan het fotosyntheseapparaat. Bij het inzetten van de plantmonitoring wordt er aangenomen dat het optreden van fotoinhibitie op termijn ook leidt tot visuele schade. Voor de tuinders zou het belangrijk zijn als de plantmonitoring, zoals die in de vorige paragrafen is omschreven, direct een voorspelling zou opleveren van het risico op visuele schade. In dit hoofdstuk wordt een aantal experimenten beschreven om een correlatie tussen lichtschade en visuele schade te kwantificeren.

## 5.3 Belichtingsproeven voor opwekken lichtschade en bladschade



Figuur 5.1 Proefopstelling voor gecontroleerde belichting met hoge intensiteit licht. A: Foto van de opstelling. B: Spectrum van de Philips D-Papillon 315W daglichtlamp.

Om de relatie tussen de resultaten van de plantmonitoring en het optreden van visuele schade ten gevolge van licht goed te kunnen kwantificeren is gekozen voor een belichtingsopstelling waarbij 6 tot 10 planten tegelijk onder daglichtlampen (D-Papillon 315W, Philips) onder gecontroleerde omstandigheden kunnen worden belicht (Zie Figuur 5.1A). De daglichtlampen zijn gekozen om zonlicht zo goed mogelijk te simuleren (Figuur 5.1B). Een plaat diffuus glas tussen de lampen en de planten zorgt voor een homogenere lichtverdeling plantniveau. De opstelling stond in een klimaatcel waarbij de luchttemperatuur werd gecontroleerd op 22 °C.

### 5.3.2.1 Belichtingsexperiment najaar 2012

Op basis van ervaringen met de teeltproef is besloten de metingen met Anthurium 'Pink Champion' en Bromelia vriesea 'Miranda' uit te voeren. Bij de Anthuriums is bij een pilot vastgesteld dat de jonge bladeren het grootste risico op lichtschade lopen. Daarom is gekozen om de Fv/Fm als maat voor lichtschade aan jonge bladeren te meten met een puntmeting (PAM-2000, Walz). De planten werden gedurende 2 of 4 uur onder circa 560  $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$  licht geplaatst bij 18 °C en 50% RV. Voor en na de lichtbehandelingen werd aan jonge bladeren Fv/Fm gemeten (na een ½ uur donker adaptatie). Een dag later werd de behandeling in omgekeerde tijdsduur volgorde herhaald. Na één dag werden de planten visueel beoordeeld op bladschade. Na 14 dagen werden de planten visueel beoordeeld op bladschade en op de Foto gezet. De bladtemperatuur werd tijdens de behandeling van 4 uur elke tien minuten met een thermische camera gemeten en kwam niet boven de 27 °C. De proef is vervolgens herhaald met een nog hogere lichtintensiteit (1050  $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ).

Tabel 5.1. Fv/Fm aan jong blad van Bromelia vriesea 'Miranda' en Anthurium Pink Champion.

Experiment	belichting		Vriesea Miranda			Anthurium Pink Champion		
			Fv/Fm			Fv/Fm		
	Duur	Intensiteit	vooraf	na	% effect	vooraf	na	% effect
exp.1	120	560	0.791	0.713	9.9%	0.741	0.691	6.7%
	240	560	0.797	0.681	14.6%	0.746	0.686	8.0%
exp.2	120	1050	0.807	0.695	13.9%	0.738	0.676	8.4%
	240	1050	0.808	0.630	22.0%	0.730	0.609	16.6%

Tabel 5.1. laat duidelijk zien dat alle belichtingen geresulteerd hebben in lichtschade. De verlaging van Fv/Fm (maat voor lichtschade) is bij Bromelia vriesea 'Miranda' iets sterker dan bij Anthurium 'Pink Champion'. De maximale verlaging van



Fv/Fm trad op bij de hoogste dosis (14.4 mol m<sup>2</sup> dag<sup>-1</sup>) en bedroeg 22% bij Bromelia vriesea 'Miranda' en 17% bij Anthurium 'Pink Champion'. Visuele beoordeling op 1 en 14 dagen na de behandeling leverde geen symptomen van bladschade op. Details van waarnemingen aan bladschade staan in Bijlage III.

Hoewel de plantmonitoring duidelijk laat zien dat de lichtbehandelingen tot lichtschade (verlaging van de Fv/Fm) leiden, heeft dit niet tot zichtbare bladschade geleid. Bromelia vriesea 'Miranda' en Anthurium 'Pink Champion' zijn blijkbaar in staat om de lichtschade bij een lichtsom van 14.4 mol m<sup>2</sup> dag<sup>-1</sup> gedurende 2 dagen goed te verwerken zonder dat de lichtschade leidt tot bladschade. Mogelijk treedt bij een langere behandeling wel visuele schade op.

### 5.3.2.2 Belichtingsexperiment voorjaar 2013

In dit experiment verbleven de planten gedurende 5 dagen in de klimaatcel. Met behulp van TL verlichting werd een daglengte aangehouden van 12 uur (van 7:00 uur tot 19:00 uur). Van 9:00 uur tot 15:00 uur werd extra belicht met circa 1050 of 1134 μmol m<sup>2</sup> s<sup>-1</sup> PAR licht. De planten werden gedurende 2 of 5 dagen blootgesteld aan deze behandeling. Voor en tijdens de lichtbehandelingen werd aan jonge bladeren de Fv/Fm gemeten (na een ½ uur donker adaptatie) met de PAM-2000 op dagen 1, 4 en 5.

Tabel 5.2. Belichtingsexperiment Anthurium bij 22 °C en 50% RV.

Meting	Anthurium 'Pink Champion'		
	Fv/Fm		
	vooraf	na	%effect
Dag 1	0.745	0.657	11.8%
Dag 4	0.734	0.664	9.5%
Dag 5	0.724	0.682	5.8%

De resultaten (Tabel 5.2) laten zien dat de Fv/Fm na de lichtbehandeling lager was dan de controlemeting 's morgens. Het effect op de eerste dag was bijna 12%, maar dat nam af tot slecht 6% op dag 5. De Fv/Fm voorafgaand aan de lichtbehandeling neemt tijdens de behandelingsperiode af. Dat betekent dat de lichtschade tussen de lichtbehandelingen in niet volledig gerepareerd kan worden. Dat wijst op een overschrijding van de reparatiecapaciteit van de plant. Visuele beoordeling na 14 dagen gaf echter nog steeds geen indicatie van bladschade. Details van waarnemingen aan bladschade staan in Bijlage III.

Naar aanleiding van bovengenoemde resultaten is de lichtintensiteit nogmaals verhoogd en is, in overleg met de BCO, besloten om de glasplaat tussen de lampen en de planten te verwijderen.

Tabel 5.3. Fv/Fm van jong blad van Anthurium 'Pink Champion'

Meting	Anthurium 'Pink Champion'		
	Fv/Fm		
	vooraf	na	%effect
Dag 1	0.748	0.577	22.9%
Dag 2	0.596	0.513	13.9%

Tabel 5.3. geeft duidelijk aan dat na de eerste lichthandeling de Fv/Fm een stuk lager is. Het blad herstelt ook niet volledig. De Fv/Fm is de volgende dag 's morgens voor de start van de tweede belichting nog nauwelijks hersteld. Aan het einde van de eerste dag vertoonde een aantal bladeren verbrandingsverschijnselen. Bij een enkel blad werd zelfs een Fv/Fm van 0.2 gevonden. Op de tweede dag is daarom een IR-camera geplaatst om de bladtemperatuur tijdens de belichtingsperiode te meten. Deze bleek lokaal op te lopen tot bijna 50 °C. Aan het einde van de tweede dag waren de verbrandingsverschijnselen verder toegenomen. De proef werd daarom afgebroken.

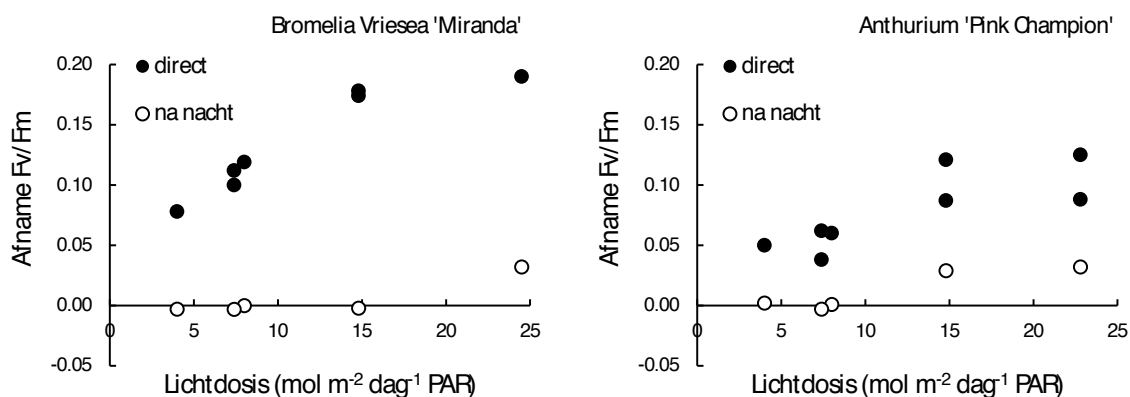
De extreem hoge bladtemperatuur was aanleiding om de plaat diffuus glas weer terug te plaatsen tussen de lampen en de planten. De proef is vervolgens herhaald met *Bromelia vriesea* 'Miranda'. Metingen met de thermische camera bevestigden dat de planttemperatuur tijdens de lichtbehandeling met de glasplaat onder de lampen niet boven de 37 °C kwam.

Tabel 5.4. Fv/Fm aan jong blad van *Vriesea* 'Miranda' 8 april 2013

Meting	Bromelia vriesea 'Miranda'		
	Fv/Fm		
	vooraf	na	%effect
Dag 1	0.826	0.636	23.0%
Dag 3	0.791	0.648	18.1%
Dag 4	0.792	0.669	15.5%
Dag 5	0.775	0.667	13.9%

Tabel 5.4. geeft weer een overzicht van de gemeten Fv/Fm waarden voor en na de lichtbehandeling op vier dagen van de behandeling. Gedurende de nacht trad er geen volledig herstel op. Wel lijkt in de loop van het experiment enige aanpassing van de plant op te treden. Het effect op de verlaging van Fv/Fm neemt af van 23% op de eerste dag tot 14% op de laatste dag. De vijf dagen lichtbehandeling resulteerde bij *Bromelia vriesea* 'Miranda' in het krullen van de bladpunten. Sommige bladeren krulden ook in de lengte richting naar binnen. Na 14 dagen werd er echter geen lichtschade op het blad aangetroffen. Ook het krullen van de bladeren was weer bijgetrokken naar de oorspronkelijke vorm.

In de hiervoor beschreven experimenten zijn met de plant monitoring veel data verzameld. In Figuur 5.7. zijn de resultaten van de Fv/Fm metingen van de belichtingsproeven in 2012 en 2013 samengebracht.



Figuur 5.2. Afname van Fv/Fm gemeten direct na belichting met hoge intensiteit licht (●) en gemeten de volgende ochtend na een nacht herstel (○) bij *Anthurium* en *Bromelia*. Fv/Fm werd gemeten na 30 min donkeradaptatie. Alleen data van de eerste dag van de belichting zijn gebruikt.

De data laten zien dat een toenemende lichtdosis leidt tot een grotere afname in Fv/Fm direct na belichting. Een afname in Fv/Fm wordt algemeen geassocieerd met fotoinhibitie, schade aan fotosysteem II. *Bromelia vriesea* 'Miranda' lijkt dus wat gevoeliger te zijn voor fotoinhibitie dan *Anthurium* 'Pink Champion'. Uit de Fv/Fm metingen de volgende morgen blijkt echter ook dat de Fv/Fm bij *Bromelia vriesea* 'Miranda' beter hersteld is dan bij *Anthurium* 'Pink Champion'. Voor beide soorten geldt dat het grootste deel van de fotoinhibitie de volgende dag al weer verdwenen is bij lichtsommen lager dan 10 mol m<sup>-2</sup> dag<sup>-1</sup>. Dat is in overeenstemming met de resultaten van de teeltproef waar geen bladschade werd waargenomen bij de 10 mol m<sup>-2</sup> dag<sup>-1</sup> behandelingen.

## 5.4 Conclusies en aanbevelingen

Voor zowel Anthurium 'Pink Champion' als Bromelia vriesea 'Miranda' geldt voor lichtbehandelingen met lichtsommen tot  $24.5 \text{ mol m}^{-2} \text{ dag}^{-1}$  diffuus licht:

- de bladtemperatuur loopt tijdens belichting op tot maximaal  $37 \text{ }^\circ\text{C}$ .
- er is aanzienlijke fotoinhibitie direct na afloop van de belichting.
- er is herstel gedurende de nacht, maar het herstel is de volgende morgen nog niet volledig.
- er is geen visuele schade aan het blad.

Bij Anthurium 'Pink Champion' is de plaat diffuus glas weggelaten met als resultaat:

- de bladtemperatuur liep tijdens belichting lokaal op tot bijna  $50 \text{ }^\circ\text{C}$ .
- er was op de eerste dag al ernstige bladverbranding.

Het vaststellen van correlatie tussen  $F_v/F_m$  en bladschade was niet mogelijk omdat in geen van de behandelingen bladschade optrad.

Plantmonitoring speelt een belangrijke rol in analyseren effecten hoog licht op planten:

- meting van  $F_v/F_m$  direct na belichting en de volgende morgen geeft informatie over beschadiging fotosysteem II en herstel gedurende de nacht.
- Voor een goede inschatting risico op schade zou plant sensor niet alleen PAR en  $F_v/F_m$  maar ook bladtemperatuur moeten kunnen meten.



## 6 Conclusies

### Teelt

Meer diffuus licht levert een spectaculair betere groei op in het zomer halfjaar. Toelaten van 10 mol diffuus licht leidde tot 25% zwaardere planten ten opzichte van de referentie (7.5 mol normaal licht). Ten opzichte van praktijkbedrijven waar nog minder licht wordt toegelaten was de teeltduur ook nog eens 25% sneller. Er trad geen blad- of bloemschade op. Voor de praktijk betekent dit dat zonder aanpassing van diffuus maken van licht al een hogere lichtsom ( $7.5 \text{ mol m}^2 \text{ dag}^{-1}$ ) mogelijk is, mits de RV aangepast kan worden en bekend is dat alle cultivars dit aankunnen. Door het diffuus maken van licht is bij de onderzochte cultivars gebleken dat het nastreven van  $10 \text{ PAR mol.m}^2.\text{dag}^{-1}$  geen problemen oplevert. Advies is wel om aanpassingen in kleinere stappen te doen en eventueel proberen het ergens uit te testen.

Voor bestaande kassen ligt het meest voor de hand om licht diffuus te maken door installeren van een diffuus schermdoek. Bij nieuwbouw kan het licht diffuus gemaakt worden door een diffuus glas of diffuus doek te installeren. Ook kan dan gekozen worden voor een daglichtkas, zij het dat de investeringskosten daarvoor veel hoger liggen. In de daglichtkas kan een goed klimaat voor teelt van potplanten gecreëerd worden en kan tevens energie in de vorm van elektriciteit of warmte gewonnen worden. In de in dit onderzoek gebruikte daglichtkas was geen assimilatiebelichting; echter voor goede winterproductie moet ook in een daglichtkas assimilatiebelichting geïnstalleerd worden.

De planten die in de winterperiode geteeld werden bij een verlaagde stooktemperatuur ( $17.5 \text{ }^\circ\text{C}$ ) en lichtintegratie hebben uiteindelijk weinig of geen groei ingeleverd in vergelijking met de referentie. De planten uit de referentie waren wel forser en kregen een betere beoordeling dan de planten uit de overige afdelingen. De planten in de daglichtkas hebben wel veel groei ingeleverd, omdat daar geen assimilatielicht werd toegepast. Verder zijn er geen verschillen in kwaliteit of uitbloei geconstateerd. Er zijn verschillen in huidmondjesgedrag tussen cultivars. Cultivars die de neiging hebben om huidmondjes te sluiten onder wisselende omstandigheden hebben extra baat bij diffuus licht.

### Energiebesparing

In de behandelingen met diffuus glas in combinatie met energiebesparende maatregelen (lichtintegratie, verlaagde temperatuursetpoints) was het primaire brandstofgebruik met ruim 25% afgenomen op basis van de twee teelten terwijl het elektriciteitsgebruik met een kleine 19% was afgenomen ten opzichte van de 7.5 referentie behandeling. De verschillen werden vooral in de winterteelt bereikt. Verlaging van temperatuursetpoint kan door tuinders toegepast worden om te besparen op energiegebruik voor verwarming. Door toepassing van lichtintegratie waarbij over een week een gemiddelde lichtsom wordt nagestreefd, in plaats dat elke dag de lichtsom gehaald moet worden, is een goede manier om te besparen op energiegebruik voor belichting.

### Plant Monitoring

#### Ontwikkeling plantmonitoring

Er is een nieuw meetprotocol voor de Plantivitymeter ontwikkeld waarmee een week lang gemeten kan worden zonder van blad te hoeven verwisselen in plaats van de huidige 2-3 dagen. Het nieuwe meetprotocol kan in de software van bestaande Plantivity meters ingebouwd worden.

Er is een meetprotocol ontwikkeld om de licht-respons met de Plantivity te meten en daaruit de potentiële bladfotosynthese te berekenen. Als gedurende de dag de gerealiseerde fotosynthese zakt onder de potentiële waarde, is dat een teken dat de fotosynthese van het blad minder efficiënt verloopt. Bij zowel potanthurium als bromelia werd tijdens bij de verschillende behandelingen van de proef meestal een goede overeenstemming gevonden tussen potentiële en gerealiseerde fotosynthese; wat er op duidt dat de planten de hoge lichtniveaus goed aan konden.

Een nieuwe methode voor het online meten van de lichtbelasting met behulp van lichtabsorptie (PRI) werkt onder laboratoriumcondities. Er is een goede correlatie gevonden tussen lichtbelasting en PRI voor de vier cultivars ( $R^2 > 0.94$ ). De nieuwe methode is geïmplementeerd in een zestal SpectroPAM meters. Uit eerste metingen in de kas blijkt dat de correlatie tussen PRI en lichtbelasting in de praktijk een stuk minder is dat de methode nog verbeterd moet worden.

### *Lichtschade en visuele schade*

Voor zowel Anthurium 'Pink Champion' als Bromelia Vriesea 'Miranda' geldt bij lichtdoses tot  $24.5 \text{ mol m}^{-2} \text{ dag}^{-1}$  diffuus licht:

- er is aanzienlijke foto-inhibitie direct na afloop van de belichting.
- er is herstel gedurende de nacht, maar volledig herstel duurt enkele dagen.
- er is geen visuele schade aan het blad.

Bij Anthurium 'Pink Champion' is dezelfde belichtingsproef uitgevoerd zonder plaat diffuus glas:

- de bladtemperatuur liep tijdens belichting lokaal op bijna  $50 \text{ }^{\circ}\text{C}$ .
- er was ernstige bladverbranding, al op de eerste dag.

Plantmonitoring is belangrijk voor analyseren effecten hoog licht op planten:

- meting van lichtschade (schade aan het fotosysteem in het blad gemeten als  $F_v/F_m$  door een Plantivymeter) direct na belichting en de volgende morgen geeft informatie over beschadiging fotosysteem II en herstel gedurende de nacht.
- Voor de beste inschatting risico op schade zou plant sensor niet alleen PAR en  $F_v/F_m$  maar ook bladtemperatuur moeten kunnen meten.

## 7 Literatuur

Bilger, W., Björkman, O. 1994.

Relationships among violaxanthin deepoxidation, thylakoid membrane conformation, and nonphotochemical chlorophyll fluorescence quenching in leaves of cotton (*Gossypium hirsutum* L.). *Planta* 193, 238-246

Brugnoli, E., Björkman, O. 1992.

Chloroplast movements in leaves: Influence on chlorophyll fluorescence and measurements of light-induced absorbance changes related to  $\Delta pH$  and zeaxanthin formation. *Photosynthesis Research* 32, 23-35.

Dankers, P., Rooij, E. de., Verberkt, H., Blaakmeer, A., Roovers-Huijben, T., Pot, S., Trouwborst, G. 2011.

GrowSense 2. Energiebesparing door optimalisering van de teelfactoren temperatuur, CO<sub>2</sub>, licht en VPD op basis van plantreacties. Rapport PT 13236.

Dueck, T., Boer, P. de, Noort, F. van. 2010.

Teeltversnelling Phalaenopsis door klimaat optimalisatie. Rapport GTB 1016. Wageningen UR Glastuinbouw.

Genty, B., Briantais, J-M., Baker, N.R. 1989.

The relationship between the quantum yield of photosynthetic electron transport and quenching of chlorophyll fluorescence. *Biochimica et Biophysica Acta* 990, 87-92.

Hemming, S., Dueck, T., Hemming, J. Noort, F. van., 2007.

Effecten van diffuus licht bij potplanten, resultaten van een teeltexperiment. Nota 454. Wageningen UR Glastuinbouw.

Noort, F. van., Kempkes, F., Zwart, F. de., 2011.

Het Nieuwe Telen Potplanten - meer licht toelaten bij wijdere temperatuurgrenzen bij een hogere luchtvochtigheid. Rapport GTB-1093. Wageningen UR Glastuinbouw.

Pot CS, Trouwborst G, Schapendonk AHCM. 2011.

Handleiding gebruik van plantsensoren voor de fotosynthese in de praktijk. Wageningen: Plant Dynamics B.V., 28p.

Sonneveld, P. J., Swinkels, G. L. A. M., Tuijl, B. A. J. van., Janssen, H. J. J., Gieling, T. H. 2011.

A Fresnel lenses based concentrated PV system in a greenhouse. *Acta Hort. (ISHS)* 893, 343-350.

Zwart, F. de, Noort, F. van, Bakker, S. 2007.

tussenrapportage energie en teelt in de energieproducerende kas. Nota 491. Wageningen UR Glastuinbouw





# Bijlage I Begrippen en afkortingen

Begrip	Omschrijving
Lichtschade	Kans op beschadiging fotosyntheseapparaat (GrowSense 2. Danke et al. 2010) .
Fotoinhibitie	Beschadiging van fotosysteem II.
Bladschade	Vermindering van visuele kwaliteit blad.
Fluorescentie	Heruitzending van opgevangen licht. De kleur is rood, ongeacht de kleur van het opvallende licht.
Visuele schade	Zie bladschade.

Afkorting	Omschrijving
F	Fluorescentie.
FM of FM	Maximum fluorescentie in het donker.
FM' of FM'	Maximum fluorescentie in het licht.
F0	Minimum fluorescentie in het donker.
FV of FV	Variabele fluorescentie (FV=FM-F0).
FV/FM of FV/FM	Maximum rendement fotosynthese van PSII.
$\Delta F/FM'$	Rendement fotosynthese PSII.
ETR	Snelheid van PSII elektrontransport.
PAR	Photosynthetically active radiation.
PPFD	Photosynthetic Photo Flux Density.
PRI	Physiological Reflection index.
NPQ	Lichtbelasting ofwel Non-photochemical quenching.
qE	Energy-dependent quenching. Snelle component van NPQ.
qI	Photoinhibitory quenching. Zeer langzame component van NPQ.
VPD	Dampdrukverschil voor water.
PSII of PS2	Fotosysteem II.



# Bijlage II Validatie en implementatie van nieuwe methode voor schatting van lichtbelasting

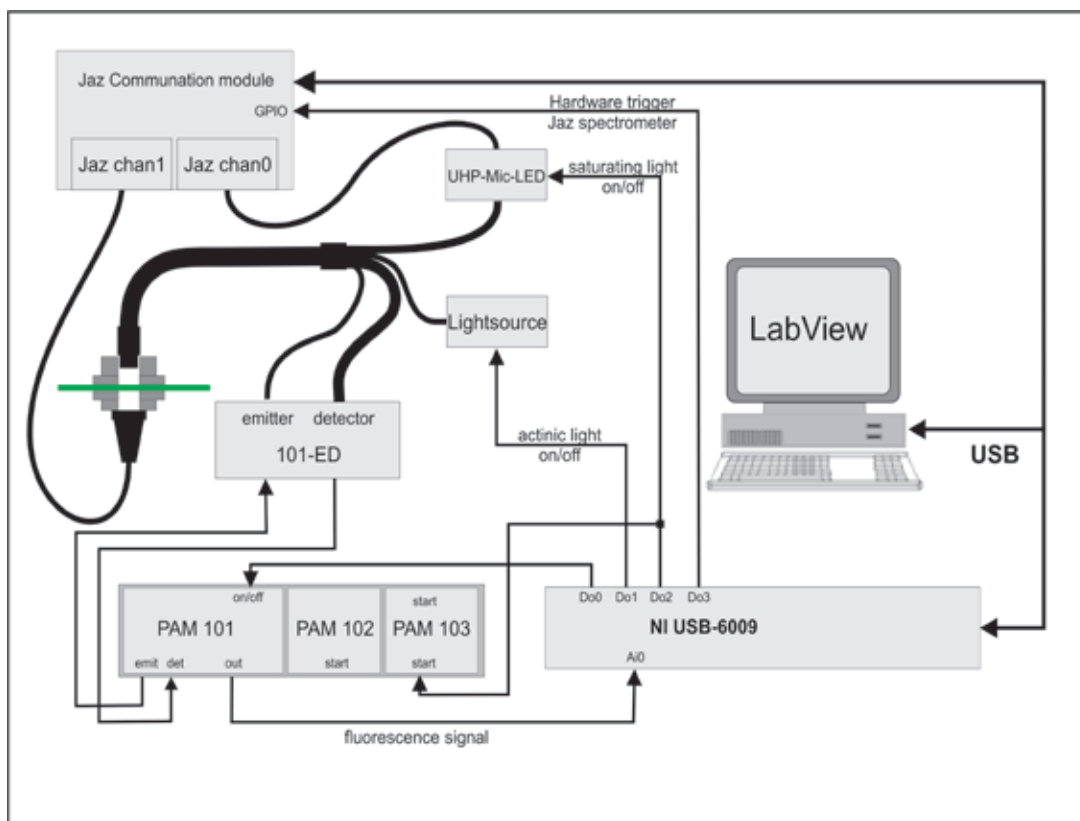
## 1.1 Validatie van de methode

### Meetopstelling

Om bovenstaande punten uit te werken hebben we een matrix van metingen uitgevoerd onder gecontroleerde condities. Hierbij zijn licht en temperatuur gevarieerd en is ook de tijdsduur van belichting meegenomen. Voor deze metingen is een opstelling gebouwd (zie Figuur II.1) bestaande uit een open systeem gasuitwisselingsmeter (LI6400XT, Li-COR, USA) om de gassamenstelling van de lucht stabiel te houden tijdens de metingen. De Leaf Chamber Fluorometer (LCF) 2 cm<sup>2</sup> bladcuveet is aangepast met een opzetstuk voor de enkele zijde van een 5-armige glasfiber (Heinz Walz GmbH, Duitsland) aan de bovenkant en een collimating lens/SMA connector opzetstuk aan de onderkant van de cuvet. De 5-armige kant van de glasfiber zijn aangesloten op:

- een Ultra-High-Power Microscope LED-White lichtbron (Prizmatix Ltd, Israel) voor verzadigende lichtflits
- een halogeen lamp (eigen werkplaats) voor actinische lichtniveaus tot 1500  $\mu\text{mol PAR m}^{-2} \text{s}^{-1}$ .
- Emitter-detector PAM-101-ED (Heinz Walz GmbH, Duitsland)

Chlorofyl fluorescentie wordt gemeten met de PAM101-103 modules (Heinz Walz GmbH, Duitsland) en de spectra van de LED-lamp en bladtransmissie worden gemeten met een dubbel-kanaal Jaz grating spectrometer (Ocean Optics Inc, USA). De PAM101-103 is via een USB-Hub (NI USB-6009, National Instruments, USA) aangesloten op een laptop en de aansturing is geautomatiseerd in LabVIEW (v2012, National Instruments, USA). Synchronisatie tussen de chlorofyl fluorescentiemeting en de spectrale absorptie bepaling wordt gecoördineerd door een hardware-trigger van de USB-hub naar de Jaz GPIO poort. De Jaz spectrometer is via USB direct gekoppeld aan de laptop en wordt ook aangestuurd via de LabVIEW toepassing met behulp van de Ocean Optics Omnidriver suite (v2012).

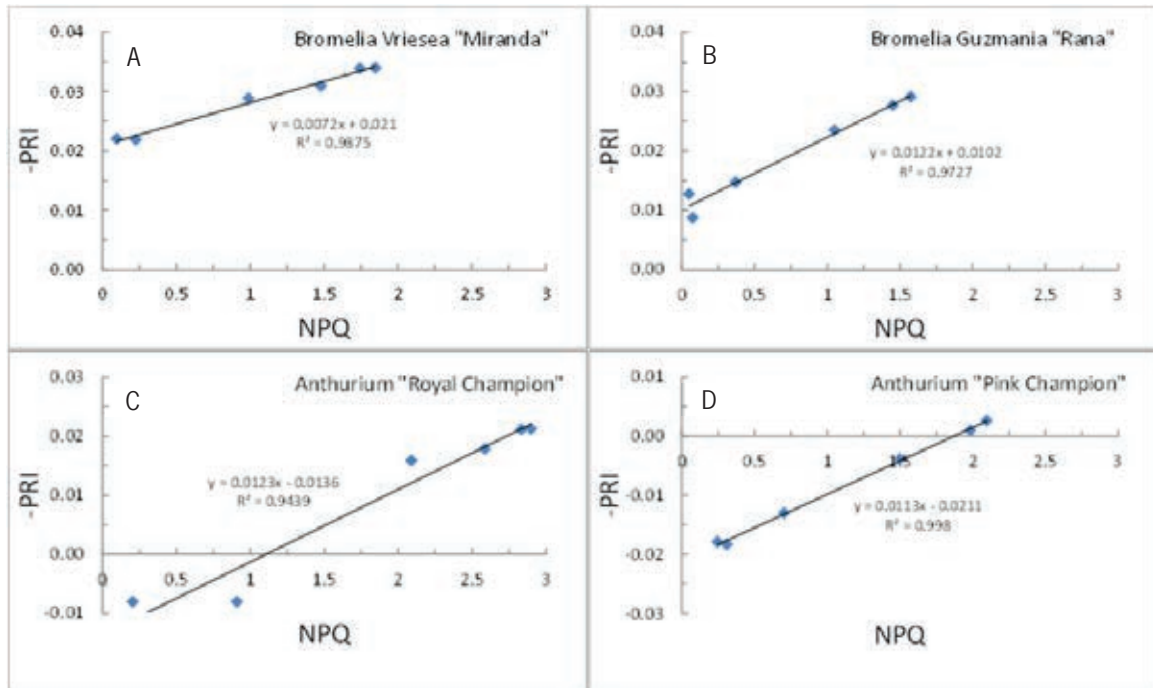


Figuur II.1 Opstelling voor matrix-metingen

## Resultaten

### Correlatie tussen absorptieverandering bij 535nm (PRI) en lichtbelasting (NPQ)

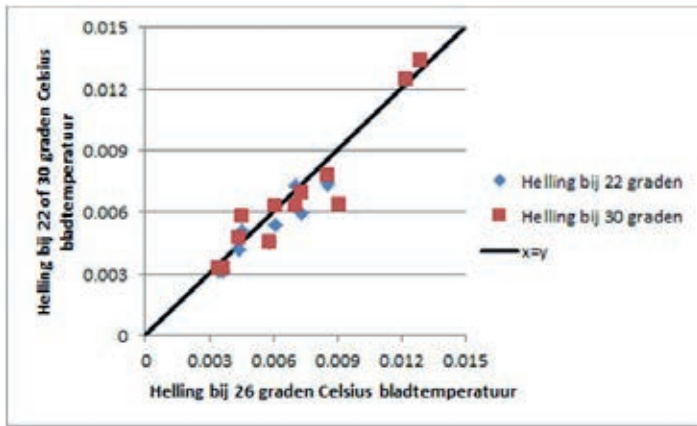
De verandering in bladabsorptie bij 535nm (gemeten in transmissie-modus uitgedrukt als een index t.o.v. referentie golflengte 570nm) is gemeten bij verschillende lichtintensiteiten (range 50 -1000  $\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ), om te kijken in hoeverre de verwachte lineaire correlatie met NPQ standhield. In Figuur II.2 is te zien dat (in ieder geval op korte termijn) de correlatie zeer sterk lineair is, en bovendien standhoudt binnen een ruime range van NPQ waarden die ruimschoots representatief is voor de situatie tijdens commerciële opkweek van deze potplant-soorten.



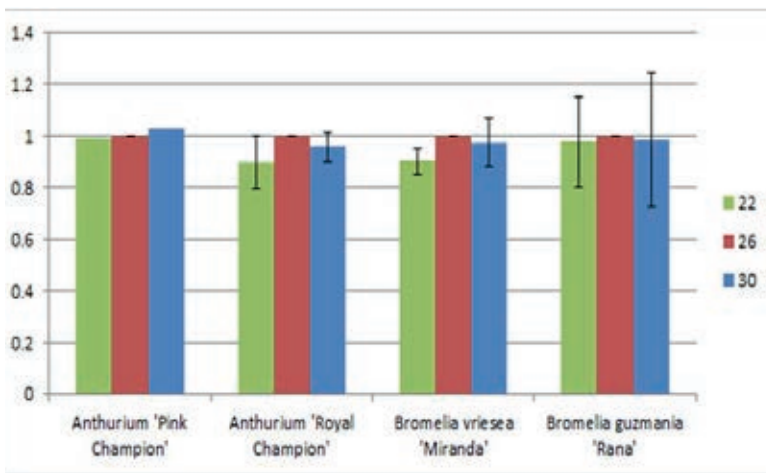
Figuur II.2, Lineaire correlatie tussen niet-fotochemische doving (NPQ) en bladabsorptie bij 535nm ( $PRI=(T535nm-T570nm)/(T535nm+T570nm)$ ) bij A: Bromelia vriesea 'Miranda', B: Bromelia guzmania 'Rana', C: Anthurium 'Royal Champion' en D: Anthurium 'Pink Champion'.

### Temperatuurrepons

De licht-respons van chlorofyl fluorescentie en bladabsorptie bij 535nm is uitgevoerd bij 22, 26 en 30 °C om te testen in hoeverre de lineaire correlatie tussen PRI en NPQ standhoudt bij verschillende temperaturen en of de helling van deze correlatie gevoelig is voor bladtemperatuur. Van alle metingen is de helling van de correlatie tussen PRI en niet-fotochemische doving bepaald en de resultaten zijn te zien in Figuur II.3. De helling bij 30 °C en 22 °C is in Figuur II.3 geplot als functie van de helling bij 26 °C, om te kijken of er structurele verschillen optraden. Vergelijking van de resultaten met de lijn  $x=y$  laat duidelijk zien dat er geen temperatureffecten optreden op de helling van de correlatie tussen PRI en niet-fotochemische doving. Deze conclusie wordt ook bevestigd door Figuur II.2, waarbij de helling (relatief tot 26 °C) wordt getoond per temperatuur bij de vier gemeten soorten.



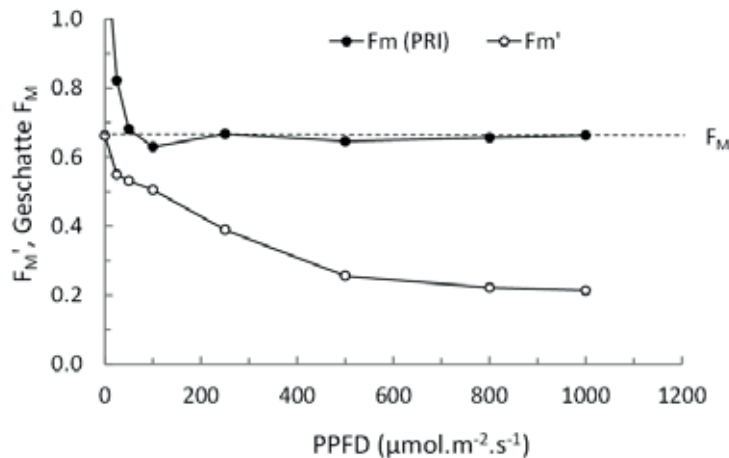
Figuur II.3, Absolute helling van de correlatie tussen chlorofyl fluorescentie en bladabsorptie bij 535nm bij 22 en 30 °C, geplot als functie van de helling bij 26 graden. Zwarte lijn toont  $x=y$ .



Figuur II.4, Helling van lineaire correlatie tussen PRI en NPQ bij 22 en 30 °C relatief ten opzichte van de helling bij 26 °C. Foutenbalk bij 22 en 30 °C toont standaardafwijking ( $n=3$ ).

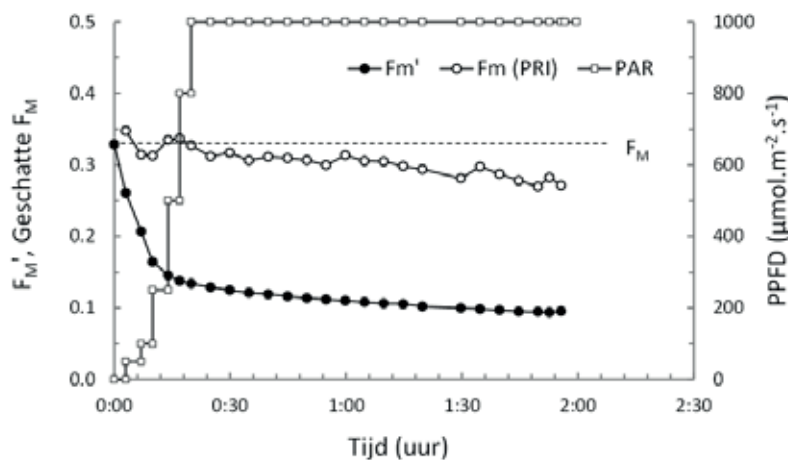
### Tijdsduur

Er is in figuren II.3 en II.4 duidelijk te zien dat de lineaire correlatie niet gevoelig is voor temperatuur, en uit Figuur II.2 blijkt de correlatie bovendien zeer sterk lineair is (zeker op korte termijn). Hieruit concluderen we dat een korte termijn licht-respons kan dienen als kalibratie van de correlatie tussen bladabsorptie bij 535nm en niet-fotochemische doving, waarna vervolgens deze kalibratie gebruikt kan worden om op basis van de fotosynthese-efficiëntie en de absorptiemeting bij 535nm te kijken naar de mogelijke ontwikkeling van de fractie lichtschade. In Figuur II.5 is dat weergegeven door de maximale fluorescentie na donkeradaptatie ( $F_m$ ) te voorspellen op basis van deze twee metingen. Als er geen lichtschade of langzame niet-fotochemische doving optreden moet  $F_m$  kunnen worden voorspeld uit:  $F_m = F_m' (1 + f(\text{PRI}))$ . In Figuur II.5 is te zien dat op korte termijn deze voorspelling zeer goed klopt. Hieruit kan worden geconcludeerd dat er geen noemenswaardige fractie lichtschade is ontstaan tijdens deze meting.



Figuur II.5, Maximale fluorescentie na donkeradaptatie ( $F_M$ , stippellijn), maximale fluorescentie tijdens belichting ( $F_M'$ , open cirkels), voorspelde  $F_M$  in het licht o.b.v. spectrale meting ( $F_M$  (PRI), gesloten cirkels) in *Anthurium 'Royal Champion'*. Bij deze metingen was er geen foto-inhibitie of langdurige niet-fotochemische doving, In dat geval valt  $F_M$  te voorspellen uit  $F_M = F_M' (1 + f(\text{PRI}))$

In Figuur II.6 is dezelfde berekening nogmaals uitgevoerd, maar nu is het blad langere tijd bij een hoge lichtintensiteit ( $1000 \mu\text{mol PAR m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ) gehouden. Gedurende deze periode kan duidelijk worden vastgesteld dat de voorspelde waarde van  $F_M$  (grijze cirkels) steeds verder gaat afwijken van de donkerwaarde (doorgetrokken lijn). Dat wil zeggen, er ontstaat foto-inhibitie of langzame niet-fotochemische doving, beiden zijn onwenselijk vanuit het perspectief van een tuinder. Uit deze afwijking kan dus het risico op lichtschade worden gemonitord zonder hiervoor een half uur donkeradaptatie te hoeven toepassen.



Figuur II.6, Maximale fluorescentie na donkeradaptatie ( $F_M$ , stippellijn), maximale fluorescentie tijdens belichting ( $F_M'$ , gesloten cirkels), voorspelde  $F_M$  in het licht o.b.v. spectrale meting ( $F_M$  (PRI), open cirkels) in *Bromelia vriesea 'Miranda'*. Het ontstaan van langzame niet-fotochemische doving of foto-inhibitie door langdurige belichting is te zien uit de toenemende afwijking van  $F_M$  predicted en  $F_M$ .

### Conclusies nieuwe methode voor schatting lichtbelasting

- Er is een goede correlatie tussen NPQ en PRI ( $R^2 > 0.94$ ).
- Deze correlatie is niet afhankelijk van de temperatuur tussen  $22 \text{ }^\circ\text{C}$  en  $30 \text{ }^\circ\text{C}$ .
- In lab condities geeft nieuwe methode een goede voorspelling van  $F_M$  overdag
- Belichten van *Bromelia vriesea 'Miranda'* met  $1000 \mu\text{mol PAR m}^{-2} \text{s}^{-1}$  leidt tot een verlaging van de  $F_M$ . De lagere  $F_M$  betekent dat:
  - de niet-fotochemische doving (NPQ) met de methode die in de Plantivity gebruikt wordt niet goed berekend wordt,
  - er lichtschade in de vorm van fotoinhibitie opgetreden is.

## 1.2 Implementatie van de methode in nieuwe online plantsensor

### Doel

Het doel van dit onderdeel is om de in II.1 ontwikkelde en geteste meetmethode bruikbaar te maken voor online plantmonitoring in de onderzoekskas in Bleiswijk. Dat houdt in dat er een meetapparaat ontwikkeld moet worden dat een combinatie van chlorofylfluorescentie- en spectraalmetingen kan uitvoeren.

### Prototype

De gebruikte meetopstelling van Hoofdstuk 4.2 is niet bruikbaar voor het monitoren in de kas. De complexiteit, grootte en kosten - geschat op ca.15k€/stuk - van de opstelling maken toepassing als monitoringsinstrument in de kas niet realistisch. We zijn daarom op zoek gegaan naar alternatieven. In overleg met de firma's Ocean Optics (gespecialiseerd in spectrometrie) en Walz (leverancier MONI-PAM) is besloten om te onderzoeken of de firma Gademann Instruments een gemodificeerde versie van de MONI-PAM zou kunnen ontwikkelen met 2 miniatuur spectrometers om tegelijkertijd chlorofylfluorescentie en spectrale bladabsorptie te kunnen meten.

Gademann Instruments was een logische keuze, omdat dat bedrijf een groot aandeel had in de ontwikkeling van de MINI-PAM, de Junior-PAM en de MONI-PAM (in Nederland: Plantivity). Omdat Gademann Instruments net de ontwikkeling van de MINI-PAM/II afgerond had, was er een modern platform om de spectrale lichtmeting met de twee spectrometers te integreren met de fluorescentiemeting. Voor de spectrale lichtmeting kon niet de standaard lichtbron (blauwe LED) van de MONI-PAM gebruikt worden omdat het lichtspectrum te beperkt is. Daarom is gekozen voor een witte Power LED waarvan het rode deel van het spectrum geblokkeerd wordt met een laagdoorlaatfilter.

Voor de spectrometers is gekozen voor de miniatuur CMOS spectrometer van het type STS (Ocean Optics). Deze spectrometer is klein, relatief goedkoop en heeft een uitstekende signaal-ruisverhouding. Het enige nadeel, de relatief lage gevoeligheid van de CMOS sensor, is voor de toepassing hier van minder belang.

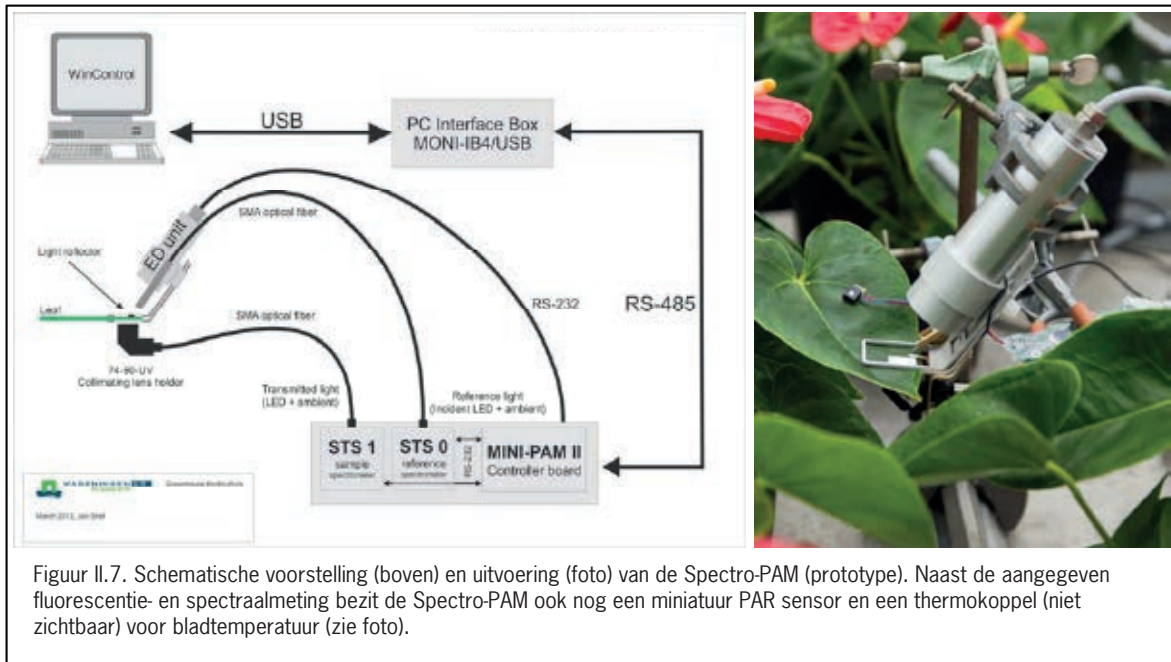
Figuur II.7 geeft een overzicht van de opzet van de SpectroPAM en toont een Foto van het prototype in de kas in Bleiswijk. Aan de bovenzijde van de bladklem is een diffuse reflector gemonteerd die een deel van het omgevingslicht en het licht van de Power LED reflecteert. Een onder een hoek gemonteerde optische fiber vangt dit licht in en brengt het naar de referentiespectrometer (STS 0). Onder de bladklem is een 90° lichtcollector gemonteerd. Deze vangt het door het blad doorgelaten licht op en via een fiber wordt het licht naar de sample spectrometer (STS 1) geleid. In deze configuratie is, net als in de opstelling voor de matrixmetingen, gekozen voor het meten van bladtransmissie in plaats van bladreflectie. Voor Phalaenopsis, met een veel dikker blad, zou mogelijk alsnog in de reflectiemode gemeten moeten worden.

Testmetingen laten zien (Figuur II.8) dat met deze componenten de lichtgeïnduceerde absorptieveranderingen bij 535nm met een goede signaal-ruisverhouding gemeten kunnen worden.

### Conclusies

Op basis van de tests met het eerste prototype kunnen de volgende conclusies getrokken worden:

- De signaal-ruisverhouding is voldoende voor goede bepaling PRI-index.
- De integratietijd voor de meting van lichtspectrum (1.5s) is te lang.
- Een betere, stabielere bevestiging van de fibers aan de bladklem is gewenst.
- WinControl software is niet voldoende stabiel en mist de flexibiliteit voor online monitoring in de kas



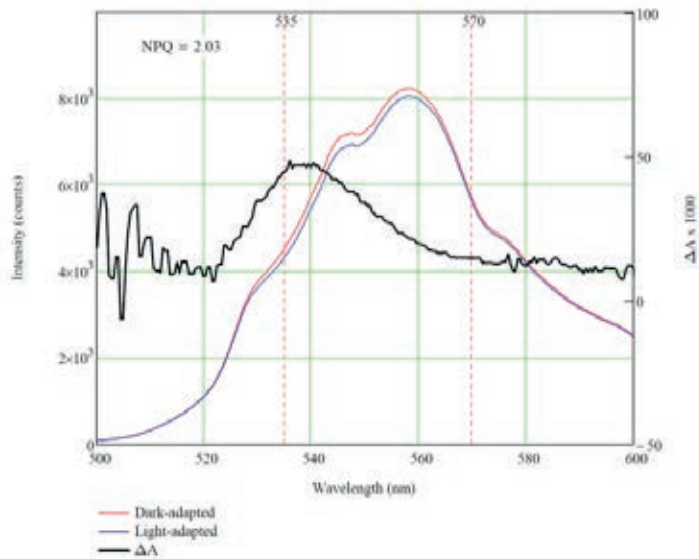
### Testserie SpectroPAM

Aan de hand van de conclusies van de testresultaten van het prototype is een aantal verbeteringen doorgevoerd.

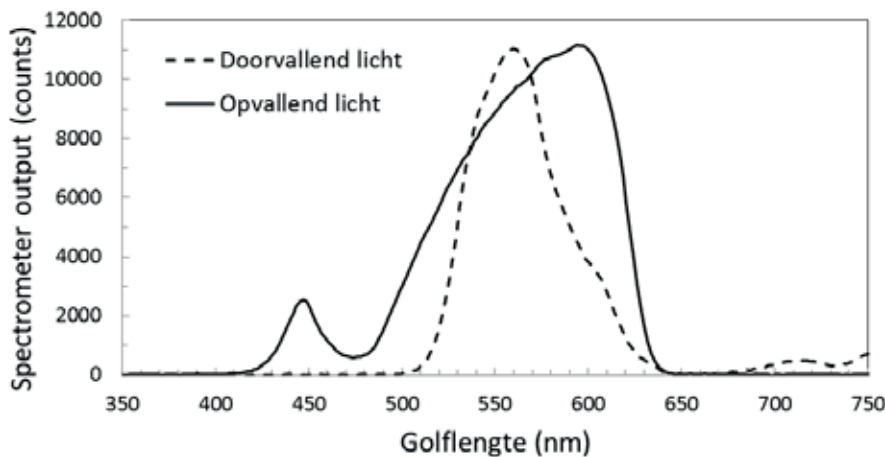
- Ander type witte Power LED met meer vermogen in het blauwgroene deel van het spectrum.
- Rechtstreekse bevestiging van de fibers op de bladklem.
- Diffuse reflector wordt deels in lichtvlek LED geplaatst voor meten intensiteit LED licht (referentiesignaal)
- Perspex lichtcollector voor doorvallend licht aan onderzijde bladklem.
- Aparte sensoren voor bladtemperatuur en PAR (interne PAR sensor wordt niet meer gebruikt)
- Communicatie tussen Controller en sensoren nu via RS485 voor meer robuustere communicatie.
- Losse driver met softwarebibliotheek. Deze maakt aansturing van SpectroPAM via C# mogelijk.

(Het schema en de uitvoering van het systeem en de meetkop met bladklem zijn te zien in figuren II.10 en II.11).





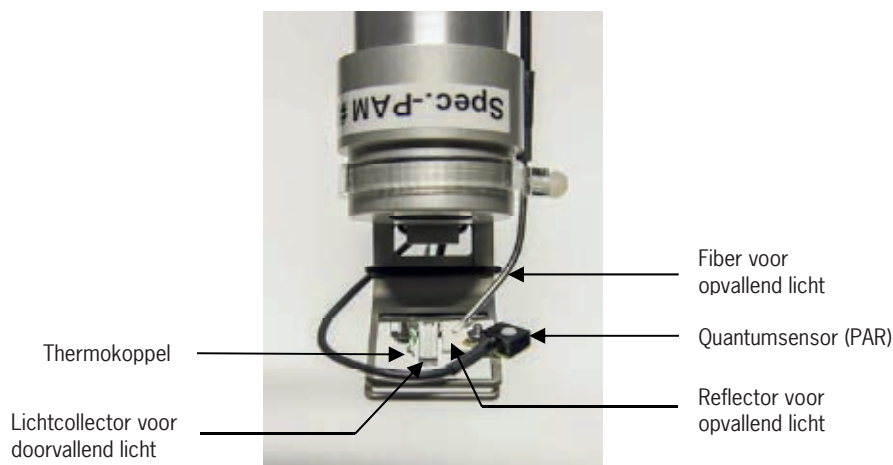
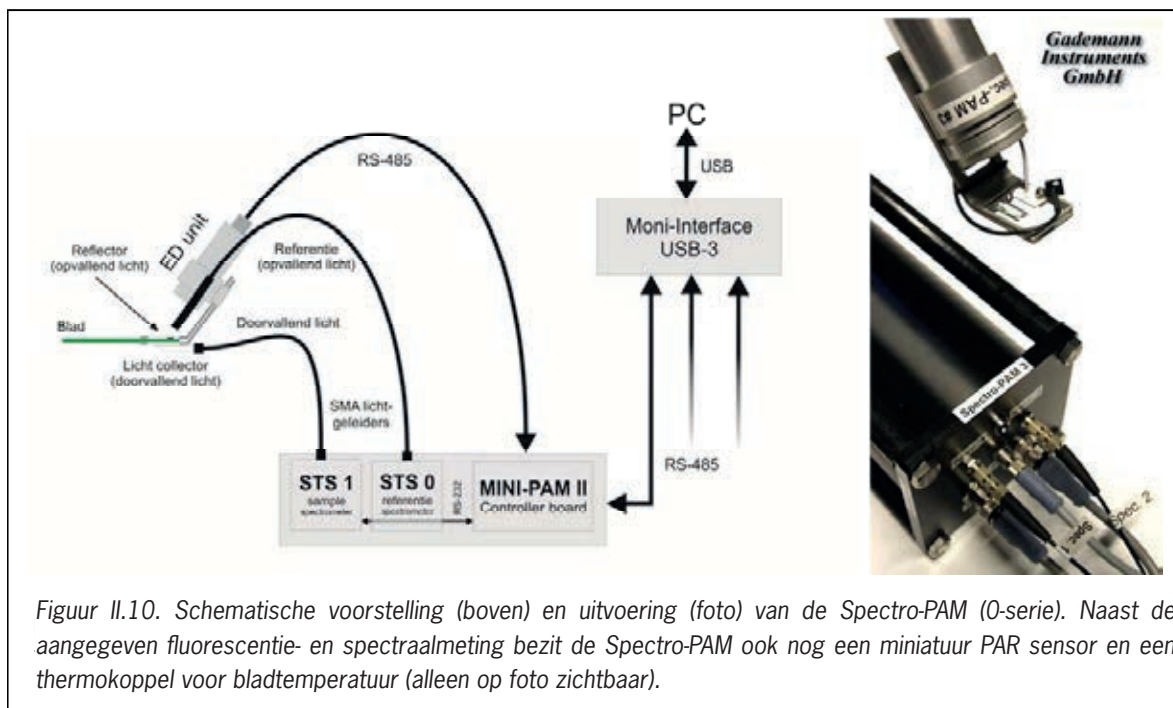
Figuur 11.8. Het spectrum van doorvallend licht van een donker- en een lichtgeadapteerd blad van een Anthurium Royal Champion plant (rode resp. blauwe lijn) en de daaruit berekende lichtgeïnduceerde absorptieverandering. De absorptieveranderingen bij 535 nm en bij 570 nm hebben, bij de gemeten NPQ van 2, een voldoende signaal-ruis verhouding voor een goede bepaling van de PRI-index. De lichtintensiteit van de verzadigende lichtpuls is ca  $4000 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ; de integratietijd van de spectrale meting is 1.5 s.



Figuur 11.9. Spectra van opvallend en doorvallend licht gemeten met de Spectro-PAM (O-serie) aan een blad van een Bromelia Vriesea 'Miranda' plant. De integratietijden van de spectrometers zijn aangepast om voor iedere spectrometer een zo groot mogelijk signaal te verkrijgen. Het spectrum van het opvallend licht is voornamelijk van de LED afkomstig. In het spectrum van het doorvallend licht (onderbroken lijn) is vanaf 680nm nog wat chlorofylfluorescentie te zien.

De testserie (6 stuks) van de SpectroPAM is in week 40 afgeleverd. De constructie van de bladklem is nu een stuk robuuster en de meting van het opvallende licht bevat nu geen bijdrage meer van het blad, zoals in het prototype. Met deze modificaties kan nu een spectrum met voldoende signaalruisverhouding binnen 500ms gemeten worden. Dat betekent dat de verzadigende lichtpuls niet langer hoeft te duren dan ca. 800 ms. Dat is een gangbare waarde. Verder is begonnen met het vaststellen van de specificaties. De lijst met specificaties staat in tabel 11.1.

De 0-serie is op het eind van de 2<sup>e</sup> teelt ingezet in de kas. De eerste resultaten geven aan dat er een goede correlatie gevonden wordt tussen PRI en NPQ tijdens kortdurende veranderingen in lichtniveau. Deze correlatie verandert echter gedurende de dag. Dit wordt veroorzaakt door specifieke veranderingen in lichtabsorptie door het blad. Deze veranderingen werden in de laboratoriumtesten niet waargenomen.



Figuur II.11. Uitvoering van de bladklem van de Spectro-PAM (0-serie). Het blad wordt tussen de twee metalen vlakken geklemd. Het licht van de witte Power LED valt zowel op het blad (boven de lichtcollector) als op de witte reflector.

#### *Conclusies online plantsensor*

- Er is een goede correlatie ( $R^2 > 0.94$ ) tussen NPQ (lichtbelasting) en PRI (veranderingen in lichtabsorptie van blad).
- De correlatie is goed, maar wel afhankelijk van soort/cultivar.
- De correlatie is, tussen 22 °C en 30 °C, niet afhankelijk van bladtemperatuur.
- De berekende maximale fluorescentie ( $F_m$ ) in het licht komt goed overeen met de gemeten  $F_m$  in het donker.
- Met de berekende  $F_m$  kan al gedurende de dag lichtschade in de vorm van fotoinhibitie bepaald worden.
- Er is een nieuwe online sensor (SpectroPAM) ontwikkeld om lichtbelasting en lichtschade te schatten op basis van een combinatie van chlorofylfluorescentie- en spectrale lichtabsorptiemetingen.


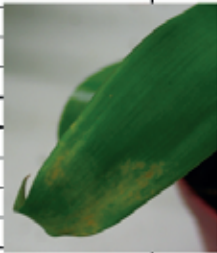
Tabel II.1. Technische specificaties SpectroPAM

Onderdeel	Specificatie
Algemeen	
Meetkop (ED unit)	Waterdichte aluminium cilinder. De voorkant fungeert als een lens die meetlicht, actinisch licht en verzadigend licht focust op het blad, en de door het blad uitgezonden fluorescentie op de sensor focust.
Controller	Waterdichte plastic zwarte behuizing. NB:SMA connectoren optische fibers zijn niet waterdicht!
Bladklem	Bestaat uit 2 aluminium frames (3.5 x 2.5 cm) die bij elkaar gehouden worden door een speciale O-ring. Het blad wordt op een afstand van 2.5 cm van het optische venster van de SpectroPAM ingeklemd. De hoek tussen de optische as van de SpectroPAM en het vlak van het blad bedraagt 120°. Op de bladklem zijn een thermokoppel, een PAR sensor en twee fibers voor het meten van bladabsorptie gemonteerd.
Bekabeling	Data/power kabel: 10 m lengte (van SpectroPAM naar Moni-Interface USB-3).
Afmetingen	Meetkop: Ø 3 cm x 11.5 cm. Controller: 11 cm x 11 cm x 24 cm.
Temperatuurbereik	-15 tot +40 °C.
Lichtbron	
Meetlicht	Witte Power LED. Intensiteit ter plekke van het blad varieert van 0.1 tot 1 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ bij lage modulatiefrequenties (5 tot 25 Hz), en van 1 tot 10 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ bij hoge modulatiefrequenties (100 tot 500 Hz).
Actinisch licht	Zelfde Power LED als bij meetlicht. Maximale intensiteit ter plekke van het blad bedraagt 1500 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ .
Verzadigende lichtpuls	Zelfde Power LED als bij meetlicht. Maximale intensiteit ter plekke van het blad bedraagt 10000 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ .
Sensoren	
Fluorescentie	PIN-fotodiode afgeschermd door hoogdoorlaatfilter (50% transmissie bij 645 nm). 'Selective window amplifier' technologie voor het meten van Puls Amplitude geModuleerde (PAM) fluorescentie.
Licht (Spectraal)	2x CMOS miniatuur spectrometer (type STS, Ocean Optics) via 2mm Ø plastic fibers. Spectraal bereik: 350-800nm in stapjes van 0.5nm. Dataformaat: 14 bit.
Licht (PAR)	Micro quantumsensor. Bereik 0 tot 2500 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ PAR
Temperatuur	Thermokoppel (Ni-CrNi) voor meting bladtemperatuur, bevestigd aan onderzijde bladklem. Bereik -20 tot +60 °C.
PC Interface Box Moni-Interface USB-3	
Behuizing	Aluminium behuizing met 1x USB-B, 3x M12 5-polige connectoren voor RS-485 communicatie en 1x aansluiting voor aparte netadapter. Afmetingen: 10 x 6.5 x 3.5 cm (L x B x H)
Netadapter	Ingang: 100 - 240 VAC, 50/60Hz, 1.0A. Uitgang: 9 VDC, 4.45A, 40W max.
Interface	De Moni-Interface verbindt een computer met maximaal 3x SpectroPAM. De interface maakt gebruik van RS-485 seriële communicatie met de SpectroPAM en van USB voor communicatie met de PC.
Software / PC vereisten	
Software	.NET framework 4
PC	Communicatie via USB-poort



## Bijlage III Waarnemingen bladschade

In deze Bijlage is in tabelvorm the bladschade weergegeven behorend bij de proeven beschreven in hoofdstuk 5.

Tabel III.1. Visuele beoordeling Vriesea 'Miranda' op 8 november 2012 voor de licht behandeling.

Datum:		8-nov Vriesea 'Miranda'			
		Schade		historie	
plant 1	Beh.			0	
	1	0 necrose oud blad, lichtgroene vlekken tot necrose zie foto op oud blad		0	
	2	0 vuil hart zie foto, oud blad licht groene tot necrotische vlekken		0	
	3	0 oud blad licht groene tot necrotische vlekken		0	
	4	0 in oud blad licht bruine strepen		0	
	5	0		0	
	6	0 wat oudere bladeren zijn beschadigd		0	
	7	0 oud blad licht groene tot necrotische vlekken		0	
	8	0 oud blad licht groene tot necrotische vlekken		0	
	9	0 oud blad licht groene tot necrotische vlekken		0	
					0
plant 1	Beh.	opmerking/beeld			historie
	1	120 bladpunten in hart vuil			30
	2	120 bladpunten vuil in hart + enkele licht bruine strepen	30		
	3	120 bladpunten in hart vuil	30		
	4	120	30		
	5	120 bladpunten in hart vuil	30		
	6	120 bladpunten vuil in hart + enkele licht bruine strepen	30		
	7	120 een enkel blad is beschadigd	30		
	8	120	30		
	9	120 licht bruine strepen	30		
				30	
plant 1	Beh.	opmerking/beeld		historie	
	1	240 bruine strepen op blad in het hart + lichtgroene en necrotische vlekke		60	
	2	240 punt jongblad in het hart beschadigd + oud blad licht groene tot necr		60	
	3	240 oud blad licht groene tot necrotische vlekken		60	
	4	240 enkele licht bruine strepen		60	
	5	240 1 beschadigd bladpuntje		60	
	6	240		60	
	7	240 punt jongblad in het hart beschadigd		60	
	8	240 punt jongblad in het hart beschadigd + lichtbruine strepen		60	
	9	240 punt jongblad in het hart beschadigd + oud blad licht groene tot necr		60	
		<b>opmerkingen</b>			
8-nov		De lampen waren al om 6.30 aan in kas 9.02			
9-nov		De lampen waren al om 6.30 aan in kas 9.02			
9-nov		geen schade beeld aangetroffen van de licht behandeling van 8 november bij 120 en of 240 minuten belichten			
12-nov		geen schade beeld aangetroffen van de licht behandeling van 9 november bij 0 en 120 minuten belichten			
		Bij behandeling 240 zijn bij de planten 1, 2 en 9 enkel bladeren meer aangetroffen met licht groene op het blad zie foto rechts			
		de overige planten van behandeling 210 geen extra schade waargenomen			

Tabel III.2. Visuele beoordeling Vriesea 'Miranda' op 22 november 2012 voor de licht behandeling

Datum: 22-nov		Vriesea 'Miranda'	
	Schade		historie
plant 1	Beh.		
1	0	licht bruine strepen in jong blad+donkergrone strepen in jongblad foto	
2	0	donkergrone strepen in jongblad foto	
3	0		
4	0	donkergrone strepen in jongblad foto	
5	0	donkergrone strepen in jongblad foto	
6	0	donkergrone strepen in jongblad foto	
7	0	donkergrone strepen in jongblad foto	
8	0	donkergrone strepen in jongblad foto	
9	0	donkergrone strepen in jongblad foto	
			
plant 1	Beh.	opmerking/beeld	historie
1	120	licht groene vlekken in oud blad +licht buine strepen in jong blad	120
2	120		120
3	120	donkergrone strepen in jongblad foto+ licht gele /necrotische vlekken in	120
4	120	donkergrone strepen in jongblad foto	120
5	120		120
6	120	lichtbruine strepen in jong blad	120
7	120	donkergrone strepen in jongblad foto	120
8	120	donkergrone strepen in jongblad foto+lichtbruine strepen	120
9	120	donkergrone strepen in jongblad foto	120
			120
plant 1	Beh.	opmerking/beeld	historie
1	240	donkergrone strepen in jongblad foto	240
2	240	donkergrone strepen in jongblad foto	240
3	240		240
4	240	donkergrone strepen in jongblad foto	240
5	240	donkergrone strepen in jongblad foto	240
6	240	donkergrone strepen in jongblad foto	240
7	240	donkergrone strepen in jongblad foto	240
8	240	donkergrone strepen in jongblad foto	240
9	240	donkergrone strepen in jongblad foto	240
			
		<b>opmerkingen</b>	
22-nov		De lampen waren al om 6.30 uit in kas 9.02	
22-nov		na 240 behandeling veel oude bladren krullenb hun blad in de lengte richting foto	
23-nov		De lampen waren al om 6.30 aan in kas 9.02	
23-nov		geen schade beeld aangetroffen van de licht behandeling van 22 november bij 120 en of 240 minuten belichten nog wel een enkel gekukd blad bij de oude bladeren.	
23-nov		na afloop van belichting 240 ook de oude gekrukte bladeren ook geklipt voor CF	
26-nov		geen schade beeld aangetroffen van de licht behandeling van 23 november bij 120 en of 240 minuten belichten	

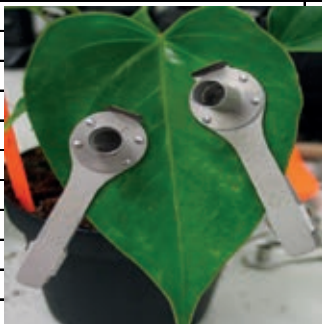
Tabel III.3. Visuele beoordeling Vriesea 'Miranda' op 5 december 2012 voor de licht behandeling

Datum:	5-dec	Vriesea 'Miranda'
		Schade
plant 1	Beh.	
1	0	enkel necrose plekje in oud blad
2	0	trips aantasting op oud blad, licht bruine strepen
3	0	trips aantasting op oud blad, licht bruine strepen
4	0	
5	0	trips aantasting op oud blad en verdergaande necrose
6	0	
7	0	trips aantasting op oud blad, licht bruine strepen
8	0	trips aantasting op oud blad, licht bruine strepen
9	0	trips aantasting op oud blad, licht bruine strepen
plant 1	Beh.	
1	120	enkele necrose plekjes op oud blad en licht bruine strepen
2	120	enkele necrose plekjes op oud blad en licht bruine strepen
3	120	enkele necrose plekjes op oud blad en licht bruine strepen
4	120	enkele necrose plekjes op oud blad en licht bruine strepen
5	120	enkele necrose plekjes op oud blad en licht bruine strepen
6	120	
7	120	enkele necrose plekjes op oud blad en licht bruine strepen
8	120	enkele necrose plekjes op oud blad en licht bruine strepen
9	120	enkele necrose plekjes op oud blad en licht bruine strepen
plant 1	Beh.	
1	240	trips aantasting op oud blad, licht bruine strepen
2	240	trips aantasting op oud blad
3	240	trips aantasting op oud blad
4	240	enkel necrose plekje in oud blad
5	240	
6	240	enkel necrose plekje in oud blad
7	240	trips aantasting op oud blad
8	240	enkel necrose plekje in oud blad
9	240	trips aantasting op oud blad
		opmerkingen
	5-dec	Licht was al aan om 6.30 uur in kas 9.02
	6-dec	Geen extra schade waargenomen



Tabel III.4. Visuele beoordeling Anthurium 'Pink Champion' op 5 november 2012 voor de licht behandeling.

Datum: 5 nov		Anthurium PC	
		Schade	historie
plant 1	Beh.		
1	0		30
2	0	tripsschade	30
3	0	1 blad met dodebladpund oud	30
4	0		30
5	0		30
6	0		30
7	0	tripsschade	30
8	0	tripsschade	60
9	0	tripsschade	60
10	0		120
plant 1	Beh.	opmerking/beeld	historie
1	120		
2	120		
3	120	tripsschade en necrose langs rand op jong blad	
4	120		
5	120		
6	120		
7	120		0
8	120	tripsschade en necrose langs rand op jong blad + necrose op oud blad	0
9	120		0
10	120	misvormd oud blad	0
plant 1	Beh.	opmerking/beeld	historie
1	240		
2	240	necrose jongblad + 2 necrose jong blad	
3	240		
4	240	tripsschade oud blad	
5	240	punt oud blad beschadigd	
6	240		60
7	240	1 misvormd oud blad	120
8	240		120
9	240		120
10	240		120
		opmerkingen	
5-nov-12		De lampen waren al om 6.30 aan in kas 9.02	
6-nov-12		De lampen waren uit om 6.30 in kas 9.02	
6-nov-12		geen schade beeld aangetroffen van de licht behandeling van 5 november bij 120 en of 240 minuten belichten	
8-nov-12		geen schade beeld aangetroffen van de licht behandeling van 6 november bij 120 en of 240 minuten belichten	





Tabel III.5. Visuele beoordeling Anthurium 'Pink Champion' op 19 november voor de licht behandeling

Datum:	19-nov-12	Anthurium 'Pink Champion'	
		Schade	historie
plant 1	Beh.		
1	0		
2	0	tripsschade in jong blad	
3	0	tripsschade in jong blad	
4	0	1 misvormd oud blad	
5	0	1 misvormd jongblad + 1 misvorm oud blad	
6	0		
7	0	tripsschade in jong blad	
8	0	1 oud blad met licht groene vlekken	
9	0		
10	0		
plant 1	Beh.	opmerking/beeld	historie
1	120		30
2	120	tripsschade in oudblad	60
3	120		60
4	120		60
5	120		60
6	120		60
7	120	1 oud blad met dode bladpunt +gele rand	60
8	120	tripsschade in jong blad	60
9	120		60
10	120		30
plant 1	Beh.	opmerking/beeld	historie
1	240	tripsschade op oud blad	240
2	240		240
3	240		240
4	240	tripsschade op oud blad	240
5	240		240
6	240		240
7	240		
8	240		240
9	240	tripsschade en necrose op oud blad	240
10	240	tripsschade op oud blad	240
		opmerkingen	
19-nov		De lampen waren al om 6.30 aan in kas 9.02	
19-nov		1 plant voor de beh. 120 vergeten te knippen	
19-nov		Na vier uur belichten hangen de jongste bladeren slap	
20-nov		De lampen waren al om 6.30 aan in kas 9.02	
20-nov		geen schade beeld aangetroffen van de licht behandeling van 19 november bij 120 en of 240 minuten belichten	
		wel gutteerde in behandeling 240 in de ochtend alle jonge bladeren bij behandeling 120 was dat maar een enkel blad	
20-nov		Na het meten van de eerste 11 planten van de dag liep de PAM vast heb toten wel de yield genoteerd. Hoopte dat de data nog terug te vinden zou zijn maar dat was niet het geval	
22-nov		geen schade beeld aangetroffen van de licht behandeling van 20 november bij 120 en of 240 minuten belichten	

Tabel III.6. Visuele beoordeling Anthurium 'Pink Champion' op 3 december 2012 voor de licht behandeling

Datum:	3-dec-12	Anthurium 'Pink Champion'
		Schade
plant 1	Beh.	
1	0	1 oud blad beschadigd
2	0	1 oud en 1 jong blad beschadigd
3	0	
4	0	
5	0	
6	0	
7	0	necrose in 2 oude bladeren
8	0	plant ziet er in zijn geheel slecht uit
9	0	in net volgroeid blad trips schade
plant 1	Beh.	
1	120	
2	120	
3	120	
4	120	
5	120	1 misvorm blad en 1 blad oud met necrose
6	120	trips schade
7	120	trips schade in jong blad
8	120	
9	120	trips schade in jong blad
plant 1	Beh.	
1	240	necrose op oud blad
2	240	
3	240	Trips schade
4	240	
5	240	Trips schade
6	240	Trips schade
7	240	
8	240	1 misvormd blad
9	240	
		opmerkingen
	3-dec	De lampen waren al om 6.30 aan in kas 9.02
	4-dec	geen extra schade waargenomen

Tabel III.7. Visuele beoordeling Anthurium 'Pink Champion' op 15 mrt. 2013 voor de licht behandeling.

Datum:	mrt-13	Anthurium 'Pink Champion'
plant	licht beh.	Schade
1	5	1 oud blad met licht groene vlekken, onder in enkele bladeren met bladpunten
2	5	1 oudblad met tripsschade, onder in 3 bladeren met necrose en gele vlekken
3	5	3 oude bladeren met tripsschade
4	5	ok
5	5	onder in blad met bladpunt
6	5	onder in 1 blad met 2 necrose vlekken langs de rand
7	5	onder in 1 blad met gele vlekken langs de rand
8	5	1 oud blad met tripsschade, onder in 2 bladeren met bladpunten
plant	licht beh.	Schade
1	2	ok
2	2	ok
3	2	ok
4	2	onder in 1 blad met tripsschade + 3 bladeren met gele vlekken en/of necrose
5	2	1 oud blad met necrose
6	2	3 bladeren onder in met gele vlekken en necrose en bladpunten
7	2	3 bladeren met tripsschade en 3 bladeren onder in met necrose en gele vlekken
8	2	1 blad onder in met bladpunt
		opmerkingen
15-mrt-13		De lampen waren al om 6.30 aan in kas 9.02
15-mrt-13		voor dat de planten beh. 5 onder de lampen zijn gezet water gegeven eb/voeld
15-mrt-13		Plant 5-6 heeft twee jonge bladeren op elk blad 1 klip geplaatst
18-mrt-13		een enkel jongblad vertoonde guttatie in behandeling 5
18-mrt-13		voor dat de planten beh. 5 water gegeven eb/voeld
18-mrt-13		ook de planten beh. 5 water gegeven eb/voeld
19-mrt-13		alle jonge bladeren vertoonden guttatie
20-mrt-13		weer guttatie op de jonge bladeren maar nu minder

Tabel III.8. Visuele beoordeling Anthurium 'Pink Champion' op 4 april voor de licht behandeling

Datum:	apr-13	Anthurium 'Pink Champion'
plant	uur beh.	Schade
1	5	ok
2	5	licht bruine vlekken op te meten blad
3	5	ok
4	5	ok
5	5	ok
6	5	ok
7	5	oud blad met necrose en gele vlekken
8	5	ok
plant	uur beh.	Schade
1	2	langs de nerf een beschadiging met bruine vlekken
2	2	ok
3	2	ok
4	2	oudblad met necrose en gele vlekken
5	2	drie licht grijze vlekken op te meten blad
6	2	ok
7	2	ok
8	2	ok
		opmerkingen
4-apr-13		De lampen waren al om 6.30 uit in kas 9.02
4-apr-13		Er was guttatie zichtbaar op het jonge blad

Tabel III.9. Visuele beoordeling Vriesea 'Miranda' op 8 april 2013 voor de licht behandeling.

Datum:	apr-13	Vriesea 'Miranda'
plant	uur beh.	Schade
1	5	ok
2	5	ok
3	5	ok
4	5	ok
5	5	ok
6	5	ok
plant	uur beh.	Schade
1	2	ok
2	2	ok
3	2	ok
4	2	ok
5	2	ok
6	2	ok
	opmerkingen	
8-apr-13	De lampen waren al om 6.30 uit in kas 9.02	
12-apr-13	punten van de bladeren krullen naar binnen zie foto's soms krult een blad ook overdwars	





Projectnummer: 3242123911 | PT-nummer: 14572

